

Bem-vindos(as) à Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas
Centro de Ciências da Educação
Centro de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em
Educação Científica e Tecnológica



**NA FORMAÇÃO DE
PROFESSORES E CIENTISTAS,
UMA HQ SOBRE ASPECTOS DA NDC
E IMAGENS.
ENCANTAR-SE COM
OS ENTRE-(EN)LACES**

Sou Letícia Jorge

Florianópolis
2018

Letícia Jorge

**NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES E CIENTISTAS,
UMA HQ SOBRE ASPECTOS DA NDC E IMAGENS:
ENCANTAR-SE COM OS ENTRE-(EN)LACES**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Luiz O. Q. Peduzzi

Florianópolis
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Jorge, Leticia

Na formação de professores e cientistas, uma HQ sobre aspectos da ndc e imagens : encantar-se com os entre-(en)laces / Leticia Jorge ; orientador, Luiz Orlando de Quadro Peduzzi , 2018.

335 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Educação Científica e Tecnológica. 2. História e filosofia da ciência. 3. Arte. 4. História em quadrinhos. 5. Formação inicial de professores e cientistas. I. Peduzzi , Luiz Orlando de Quadro . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. III. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

“Na formação de professores e cientistas, uma história em quadrinhos sobre aspectos da natureza da ciência e imagens: encantar-se com os entre-(em)laces”

Dissertação submetida ao Colegiado do Curso de Mestrado em Educação Científica e Tecnológica em cumprimento parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação Científica e Tecnológica

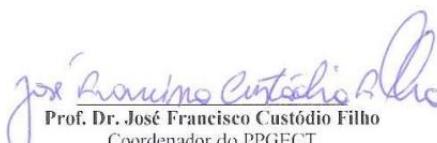
APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM 05 DE MARÇO DE 2018.

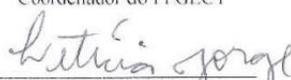
Dr. Luiz Orlando de Quadro Peduzzi (Orientador - CFM/UFSC):

Dr. Leonardo André Testoni (Examinador - DCET/UNIFESP):

Dra. Cláudia Regina Flores (Examinadora - CCE/UFSC):

Dra. Patrícia Montanari Giraldi (Examinadora Suplente - CED/UFSC):


Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho
Coordenador do PPGECT


Leticia Jorge

Florianópolis, Santa Catarina, 2017



Configuro-me como um desenho inacabado;
constantemente esboçado, apagado,
(re)desenhado, mas não finalizado.

Constituído por um emaranhado de riscos,
de traços distintos, por vezes perdidos e precisos.
Composto por muitas mãos,
por abraços acolhedores, por sorrisos contagiantes,
por palavras motivadoras e por diversas emoções!

Obrigada Inês e Valdeci,

amáveis mamãe e papai!

Obrigada Ju e Goga, mãos queridos!

Obrigada Nagila, cunhada fofo!

Obrigada Kael,

sobrinho lindo!

Obrigada Samuel, adorável companheiro e amigo!

Obrigada Tânia, Tano e Thi, acolhedora família!

Obrigada Luiz O. Q. Peduzzi, orientador inigualável!

Obrigada banca de análise de projeto e de defesa da
dissertação; Luiz H. M. Arthur, Patricia M. Giraldi, Cláudia R. Flores e

Leonardo A. Testoni!

Obrigada Simone, eterna irmã de orientação!

Obrigada Anabel, grande pesquisadora!

Obrigada colegas do grupo de pesquisa
História da Ciência e Ensino de Física!

Obrigada CAPES, inestimável

agência financiadora!

Obrigada PPGECT!



Calvin and Hobbes



(Bill Watterson, 1992)

RESUMO

O presente trabalho contextualiza uma história em quadrinhos (HQ), no âmbito de um módulo de ensino, desenvolvida na perspectiva de explorar dois aspectos da natureza da ciência (ndc) por meio de pinturas. Para subsidiar tais discussões, embasadas no viés epistemológico de Norwood Hanson e de Paul Feyerabend, foram selecionadas as obras *Newton* (1795) de William Blake, *A philosopher giving that lecture on the orrery* (1766) e *An experiment on a bird in the air pump* (1768) de Joseph Wright, as quais apresentam potencial para a abordagem de questões relativas a não neutralidade na observação, bem como na construção do conhecimento, e ao papel do experimento no empreendimento científico. Para a criação da HQ, foram utilizados conceitos e técnicas apresentadas nas obras dos quadrinistas Will Eisner e Scott McCloud. De modo a guiar a organização e a apresentação do conteúdo-tema (enredo) da HQ, empregaram-se princípios básicos da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Objetivou-se, a partir de sua inserção em sala de aula, desencadear debates acerca das possibilidades de se pensar a ciência, bem como outros campos do saber, sob novos pontos de vista, além de fornecer subsídios para a ampliação de uma formação docente mais plural e criativa que trabalhe na contracorrente de qualquer divisar redutor, condicionado e esvaziado. Para tanto, elaborou-se um módulo de ensino, que procurou oportunizar as relações entre arte e história e filosofia da ciência (HFC), voltado a alunos de cursos que formam bacharéis e licenciados em física. O módulo comportou uma história em quadrinhos – constituída em duas partes (“As pinceladas anti-newtonianas de William Blake” [parte 1] e “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*” [parte 2]) – e textos a ela relacionados. No segundo semestre de 2017, ele foi implementado de modo definitivo em dois segmentos da disciplina Evolução dos Conceitos da Física do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina. A coleta dos dados ocorreu por meio da transcrição das gravações em áudio e vídeo das aulas observadas, bem como pela produção escrita dos sujeitos da pesquisa. Para a análise, utilizou-se a teoria fundamentada construtivista de Kathy Charmaz. Os resultados mostraram que o módulo de ensino, em princípio, proporcionou aos alunos pensarem em uma prática pedagógica e científica mais diversificada e inventiva.

Palavras-chave: Arte e história e filosofia da ciência. História em quadrinhos. Formação docente e científica mais plural.

ABSTRACT

The actual research contextualizes a graphic novel, within the scope of a teaching module, developed with the perspective of exploring two aspects of the nature of science (nos) through paintings. For the purpose of support such discussions, based on the epistemological bias of Norwood Hanson and Paul Feyerabend, were selected *Newton* painting (1795) by William Blake and the paintings *A philosopher giving that lecture on the orrery* (1766) and *An experiment on a bird in the air pump* (1768) by Joseph Wright to discuss the non-neutrality in observation, as well as in the construction of knowledge, and the role of experiment in scientific endeavor. For the creation of the graphic novel concepts and techniques presenting the studies of Will Eisner and Scott McCloud were used. In order to guide the organization and presentation of the content of the graphic novel, basic principles of David Ausubel's theory of meaningful learning were used. The aim of this investigation was to introduce debates in the teaching and scientific training about the possibilities of thinking on science, as well as other fields of knowledge, from new perspectives; besides providing subsidies for the expansion of a more plural and creative practice that works in the countercurrent of any reducer, conditioned and emptied sighting. To this end, a teaching module, aimed at students of courses that form bachelors and graduates in physics, was developed which sought to provide the links between art and history and philosophy of science (HPS). The module features a graphic novel – consisting of two parts (“As pinceladas anti-newtonianas de William Blake” [part 1] and “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em The orrery e em The air pump” [part 2]) – and its related texts. In the second half of 2017, it was definitively implemented in two segments of the discipline Evolution of the Concepts of Physics, of the Department of Physics of the Federal University of Santa Catarina. The data were collected through the transcription of the audio and video recordings of the classes observed, as well as the written production of the research subjects. For the analysis is used the Kathy Charmaz's constructivist grounded theory. The results showed that the teaching module, in principle, allowed the students to think about a more diversified and inventive pedagogical and scientific practice.

Keywords: Art and history and philosophy of science. Graphic novel. A more plural scientific and teacher training.

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1 – *Rabiscando aspectos da ndc através de imagens relativas à história da ciência*

Figura 1 – Primeira ilustração da Lua feita por Harriot	51
Figura 2 – Seis desenhos da Lua	55
Figura 3 – Diversas imagens da Lua	55
Figura 4 – Comparação das crateras inexistentes	56
Figura 5 – (a): Desenho original em aquarela realizada por Galileo. (b): Destaque para a cratera ilustrada por Galileo	57
Figura 6 – Comparação entre os desenhos da Lua	58
Figura 7 – Registros de uma série de observações sistemáticas do disco lunar feitas por Harriot	59
Figura 8 – Ilustração completa da superfície da Lua	59
Figura 9 – (a): Destaque para a Lua aos pés da Madonna	60
Figura 10 – Comparação entre as Luas e crateras de (a) Harriot, (b) Galileo e (c) Cigoli	61
Figura 11 – Ilustração por Guericke representando seu experimento	63
Figura 12 – Experimento com um barril de madeira	64
Figura 13 – Experimento com uma esfera de cobre	64
Figure 14 – Bomba de vácuo de Guericke	65
Figura 15 – <i>Zoom in</i> na figura 11. Destaque para os dois grupos de cavalos	66
Figura 16 – Ilustração do experimento “Hemisférios de Magdeburgo”, de Kaspar Schott	66
Figura 17 – <i>Zoom in</i> na figura 11. Detalhes da esfera oca	67

Artigo 2 – *A concepção observativa-interpretativa de Norwood Hanson, o relativismo de Paul Feyerabend e as imagens: projeções para a formação docente e científica*

Figura 1 – (a) Tela “ <i>Mona Lisa</i> ”	88
Figura 2 – Imagem “ <i>O urso está na árvore</i> ”	89
Figura 3 – Arte sequencial em uma história em quadrinhos	91
Figura 4 – Ilustração de um antílope	95
Figura 5 – (a) e (b) Imagens distintas de um bando de antílopes	95
Figura 6 – Tela “ <i>Дівчина, що читає Далі</i> ” (2011) (A menina continua a ler) por Oleg Shuplyak	98
Figura 7 – Tela “ <i>Двійний портрет Ван Гога</i> ” (2011) (Retrato dobrado de Van Gogh)	99
Figura 8 – Tela “ <i>Ньютон в Саду Ідей</i> ” (2012) (Newton no jardim das ideias)	100

Artigo 3 – Do casamento entre arte e ciência aos enlaces da palavra e imagem nas histórias em quadrinhos

Figura 1 – A morte de Gerhard Shnobble	119
Figura 2 – (a): Aqui o letramento é empregado	120
Figura 3 – A relação entre palavras e imagens	121
Figura 4 – A leitura de palavras e imagens em uma HQ	122
Figura 5 – Diagrama piramidal de Scott McCloud	123
Figura 6 – Autorretrato de Scott McCloud	124
Figura 7 – Efeito do estilo caligráfico relacionado ao símbolo da devoção nas HQs	124
Figura 8 – Relação entre imagem e palavra em uma HQ	125
Figura 9 – (a): Uma ação simples, cujo resultado é imediato, ocorre em segundos. (b): Uma ação simples em que o resultado (apenas) é prolongado	127
Figura 10 – Diversos tipos de requadros para os painéis	128
Figura 11 – (a) O traçado denteado sugere uma ação emocionalmente explosiva. (b): O painel comprido reforça a ilusão de altura	129
Figura 12 – O painel como divisor do tempo-espaço	130
Figura 13 – A representação da fala e de sons	131
Figura 14 – Processo (1) apontado por Scott McCloud para a criação de uma HQ	132
Figura 15 – Processo (2) referido por Scott McCloud	133
Figura 16 – Processo (3) mencionado por Scott McCloud	133
Figura 17 – Exemplos de traços simples	134
Figura 18 – Exemplo do uso de perspectiva	134
Figura 19 – Exemplo de uma parte de um roteiro médio	135
Figura 20 – Este diagrama mostra os passos do desenvolvimento do roteiro	136
Figura 21 – Diversidades de disciplinas envolvidas na realização de uma história em quadrinhos, segundo Will Eisner	138

Artigo 4 – Desbravando os sete mares! Ops, ... Desbravando três pinturas através de uma história em quadrinhos: possíveis relações entre arte e história e filosofia da ciência

Figura 1 – Painéis presentes na primeira página da parte 1 da história em quadrinhos	155
Figura 2 – Painéis na segunda página da parte 1 da HQ	156
Figura 3 – Tela “Newton” (1795) de William Blake	163
Figura 4 – Painel presente na quarta página da parte 1 da HQ	164
Figura 5 – Painel presente na quinta página da parte 1 da HQ	165

Figura 6 – Página 3 da parte 2 da história em quadrinhos	167
Figura 7 – Guia turístico apresentando-se ao professor	169
Figura 8 – (a): Tela “ <i>A philosopher giving that lecture on the orrery, in which a lamp is put in the place of the sun</i> ” (1766). (b): Tela “ <i>An experiment on a bird in an air pump</i> ” (1768) de Joseph Wright	172
Figura 9 – (a): Ilustração de uma bomba de vácuo pintada na tela <i>The air pump</i> de Joseph Wright. (b): <i>Zoom in</i> na mesa da tela <i>The air pump</i> ; há um par de pequenos hemisférios de Magdeburgo	174
Figura 10 – Uma Criança e um adulto, situados no lado esquerdo da obra <i>The air pump</i>	175
Figura 11 – As expressões faciais e corporais dos personagens diante da demonstração do experimento na pintura <i>The air pump</i>	177
Figura 12 – Painéis presentes na página 14 da parte 2 da HQ	178
Figura 13 – O estudioso, personagem principal da trama retratada por Joseph Wright em sua obra <i>The air pump</i>	180

Artigo 6 – Uma HQ e seus textos correlatos sobre arte e HFC: o que dizem os alunos de um curso de física acerca dessas intersecções?

Figura 1 – Tabelas para o grupo azul e amarelo com legenda para as ajudas	268
---	------------

LISTA DE QUADROS

Artigo 5 – Agora é a vez “deles”! A fala de alunos em um curso de física acerca das relações entre arte e HFC por meio de uma história em quadrinhos

Quadro 1 – Da não neutralidade na observação científica	230
Quadro 2 – Da não neutralidade da produção do conhecimento científico e suas relações	232
Quadro 3 – Da verificação da relação entre arte e HFC	234
Quadro 4 – Ao papel dos experimentos nas pinturas de Wright	240
Quadro 5 – À lembrança do experimento científico e da relação entre arte e HFC	243
Quadro 6 – À ausência do experimento e de alguns elementos	245

Artigo 6 – Uma HQ e seus textos correlatos sobre arte e HFC: o que dizem os alunos de um curso de física acerca dessas intersecções?

Quadro 1 – A verificação da inexistência de uma observação neutra a partir da subsequente análise de uma pintura exemplifica as relações entre arte e HFC	286
Quadro 2 – A discussão da não neutralidade na observação sem a descrição de relações explícitas entre arte e HFC	289
Quadro 3 – A reminiscência de que a observação não é neutra e a intersecção quase inexistente entre arte e HFC	292
Quadro 4 – A constatação dos papéis outorgados a experimentos presentes em duas pinturas revela relações entre arte e HFC	293
Quadro 5 – A discussão geral dos papéis dos experimentos sem intersecções significativas entre arte e HFC	299
Quadro 6 – A acanhada explicação dos papéis dos experimentos e das relações entre arte e HFC	300

LISTA DE TABELAS

Artigo 6 – *Uma HQ e seus textos correlatos sobre arte e HFC: o que dizem os alunos de um curso de física acerca dessas intersecções?*

Tabela 1 – A disposição das pontuações; dos acertos e erros relativos às questões; e das ajudas utilizadas no primeiro jogo **276**

Tabela 2 – A disposição das pontuações; dos acertos e erros relativos às questões; e das ajudas utilizadas no segundo jogo **283**

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ECF	– Evolução dos conceitos da física
HFC	– História e filosofia da ciência
HQ	– História em quadrinhos
ndc	– Natureza da ciência
TFC	– Teoria fundamentada construtivista
UFSC	– Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

DA CONSTRUÇÃO DA OBRA: À GUIA DE INTRODUÇÃO.....	29
REFERÊNCIAS	34
1. RABISCANDO ASPECTOS DA NDC ATRAVÉS DE IMAGENS RELATIVAS À HISTÓRIA DA CIÊNCIA.....	41
1.1 INTRODUÇÃO.....	44
1.2 HARRIOT, GALILEO, CIGOLI E OS DESENHOS LUNARES: ^{EM} UMA CONTRA EXEMPLIFICAÇÃO DA VISÃO DE NEUTRALIDADE DA OBSERVAÇÃO CIENTÍFICA.....	47
1.3 OTTO VON GUERICKE: ^{EM} O PAPEL DO EXPERIMENTO DOS HEMISFÉRIOS DE MAGDEBURGO.....	61
1.4 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
1.5 REFERÊNCIAS.....	71
2. A CONCEPÇÃO OBSERVATIVA-INTERPRETATIVA DE NORWOOD HANSON, O RELATIVISMO DE PAUL FEYERABEND E AS IMAGENS: PROJEÇÕES PARA A FORMAÇÃO DOCENTE E CIENTÍFICA.....	79
2.1 INTRODUÇÃO.....	81
2.2 POR UMA FORMAÇÃO DOCENTE MAIS PLURAL E CRIATIVA.....	83
2.3 A DIALOGICIDADE ENTRE IMAGEM E PALAVRA.....	86
2.4 A OBSERVAÇÃO E A INTERPRETAÇÃO.....	92
2.5 A OBSERVAÇÃO HANSONIANA, O RELATIVISMO FEYERABENDIANO E O USO DE IMAGENS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES E PESQUISADORES DE FÍSICA.....	96
2.6 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103
2.7 REFERÊNCIAS.....	105
3. DO CASAMENTO ENTRE ARTE E CIÊNCIA AOS ENLACES DA PALAVRA E IMAGEM NAS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS.....	111
3.1 INTRODUÇÃO.....	113
3.2 BREVE APROPRIAÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO PARA A ESTRUTURAÇÃO SEQUENCIAL DE UMA HISTÓRIA EM QUADRINHOS.....	118
3.3 OKAY! MAS, AFINAL, COMO "SE DÁ À LUZ" A UMA HQ?.....	132
3.4 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	137
3.5 REFERÊNCIAS.....	140
4. DESBRAVANDO OS SETE MARES! OPS, ... DESBRAVANDO TRÊS PINTURAS ATRAVÉS DE UMA HISTÓRIA EM QUADRINHOS: POSSÍVEIS RELAÇÕES ENTRE ARTE E HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA.....	147
4.1 INTRODUÇÃO.....	150

4.2 NOS RABISCOS, A EXISTÊNCIA DE FUNDAMENTOS: OS CAMINHOS TRILHADOS PARA A ELABORAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DA HISTÓRIA EM QUADRINHOS.....	152
4.3 AS PINCELADAS ANTI-NEWTONIANAS DE WILLIAM BLAKE.....	154
4.3.1 Esboçando sucintamente o enredo da parte 1 da história em quadrinhos.....	154
4.3.2 Um breve desenho da vida de William Blake.....	156
4.3.3 Um breve retrato do contexto histórico vivido por Blake.....	157
4.3.4 Quem foi esse tal de Newton?.....	160
4.3.5 Das pinceladas de Blake inseridas na parte 1 da HQ.....	161
4.4 DO ENCANTAMENTO AO HORROR CIENTÍFICO: AS PINCELADAS DE JOSEPH WRIGHT EM <i>THE ORRERY</i> E EM <i>THE AIR PUMP</i>	165
4.4.1 Na parte 2 da HQ, ciência, pinturas, horror e encantamento: contar-se uma prévia do enredo.....	166
4.4.2 Pincelando experimentos, considerando contextos: a história de Joseph Wright na parte 2 da HQ desde o “começo”.....	169
4.5 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	181
4.6 REFERÊNCIAS.....	183
ANEXO A – História em quadrinhos [parte 1].....	189
ANEXO B – História em quadrinhos [parte 2].....	197
5. AGORA É A VEZ “DELES”! A FALA DE ALUNOS DE UM CURSO DE FÍSICA ACERCA DAS RELAÇÕES ENTRE ARTE E HFC POR MEIO DE UMA HISTÓRIA EM QUADRINHOS.....	215
5.1 INTRODUÇÃO.....	217
5.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	219
5.2.1 O módulo, seus objetivos e o cenário da sua implementação.....	219
5.2.2 Natureza metodológica da pesquisa e os instrumentos de coleta e análise de dados.....	222
5.3 ANÁLISE E DISCUSSÃO PRELIMINAR DE PARTE DOS RESULTADOS DA INTERVENÇÃO.....	227
5.3.1 Narrando as pinceladas: análise e discussão preliminar da Questão 1.....	228
5.3.1.1 A Q1: “As pinceladas anti-newtonianas de William Blake” [parte 1].....	228
5.3.1.2 A Q1: “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em <i>The orrery</i> e em <i>The air pump</i> ” [parte 2].....	238
5.3.2 Narrando a história: análise e discussão preliminar da Questão 2.....	248
5.4 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	249
5.5 REFERÊNCIAS.....	253
ANEXO A – Termo de autorização de uso de depoimentos.....	257

6. UMA HQ E SEUS TEXTOS CORRELATOS SOBRE ARTE E HFC: O QUE DIZEM OS ALUNOS DE UM CURSO DE FÍSICA ACERCA DESSAS INTERSECÇÕES?.....	259
6.1 INTRODUÇÃO.....	261
6.2 DA (RE)CRIAÇÃO À (RE)IMPLEMENTAÇÃO: APRESENTAR-SE UMA NOVA COMPOSIÇÃO.....	262
6.2.1 Jogando os dados com o universo! ... Ops, não! ... Jogando, simplesmente, com “As pinceladas anti-newtonianas de William Blake”.....	266
6.2.2 Que os jogos comecem! ... Ops, ... “O” jogo “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em <i>The orrery</i> e em <i>The air pump</i>”.....	276
6.3 NA SEGUNDA INTERVENÇÃO, UMA NOVA VERIFICAÇÃO: A COLETA, O REGISTRO, A ORGANIZAÇÃO, A SISTEMATIZAÇÃO E O TRATAMENTO DOS DADOS.....	283
6.3.1 Exaltando-se relações: sobre a Questão 1 e a Questão 2.....	285
6.3.1.1 Na Q1, a observação, a HQ, seu texto e a obra de William Blake: analisar-se outra vez.....	286
6.3.1.2 Na Q2, as pinturas de Joseph Wright, a HQ, seu segundo texto e os experimentos: encantar-se com os argumentos.....	293
6.3.2 As ponderações dos participantes: sobre a Questão 3.....	301
6.4 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	304
6.5 REFERÊNCIAS.....	306
ANEXO A – Trecho da história em quadrinhos sobre Thales de Mileto.....	311
ANEXO B – Página da história em quadrinhos “Pateta faz história”.....	312
ANEXO C – Sequência selecionada da história em quadrinhos “Pateta faz história”.....	313
ANEXO D – Termo de autorização de uso de depoimentos.....	315
ANEXO E – Segunda versão da história em quadrinhos [parte 1].....	317
À SUA EXPOSIÇÃO NOS SALÕES E NAS GALERIAS DO CONHECIMENTO: (SOBRE) CONSIDERAÇÕES (E) FINAIS.....	329
REFERÊNCIAS.....	332



Da construção da obra: à guisa de introdução

“**N**ão se faz necessário preparar o jovem para a vida *como verdadeiramente ela é?*” (FEYERABEND, 1977, p. 71). “O ensino há de basear-se na curiosidade [...]” (ibid., p. 291) para que se possa “[...] descobrir e, talvez, alterar os traços do mundo que nos rodeia” (ibid., p. 71). Efetivamente, uma educação científica condizente com as atuais reflexões histórico-filosóficas pode proporcionar subsídios relevantes para que tanto professores em formação (BRASIL, 2002) quanto seus futuros alunos (BRASIL, 2016) desenvolvam uma cidadania mais humana, consciente e atuante. A história e a filosofia da ciência (HFC) (MARTINS, 2007; HÖTTECKE *et al.*, 2010; MOURA, 2014; ACEVEDO DÍAZ *et al.*, 2016), bem como sua relação com a esfera da arte (ZANETIC, 2006; FERREIRA, 2010; JESUS; SANTO, 2015; MELLO; ALMEIDA, 2017) podem contribuir para que isso ocorra; as primeiras, ao favorecerem uma melhor compreensão sobre a natureza da ciência (ndc) e sobre a construção do conhecimento científico. Já a segunda, ao colocar-se como forma de conhecimento da realidade que, ao lado da ciência e de outros olhares, avança na forma de falar e na compreensão, interpretação e transformação do mundo.

Conjectura-se que as relações entre essas áreas do saber no ensino são diversas (MASSARANI *et al.*, 2006; REIS *et al.*, 2006; BARBOSA-LIMA *et al.*, 2007; CACHAPUZ, 2014) e podem tornar-se uma maneira de buscar novos rumos na educação, precipuamente, no que concerne a criação de estratégias pedagógicas:

[...] que mobilizem pelo prazer, pela emoção e que valorizem a imaginação, a intuição e a criatividade. Que criem mecanismos de conexão dos alunos com o seu próprio desejo, fazendo-os perceber que tanto o trabalho artístico quanto o científico são formas de expressar a criatividade, de inventar novas possibilidades, de ampliar a percepção da realidade e de conceber novas leituras do mundo. (FERREIRA, 2010, p. 277).

Surge, então, a necessidade de inovar as práticas e de desenvolver distintas metodologias para que professores, bem como pesquisadores – que inevitavelmente também atuarão como docentes –, não necessitem perpetuar, em reincidência, frente aos ritmos do cotidiano e às exigências impostas pelo sistema, os mesmos saberes com as mesmas

práticas, ao longo de anos, para os mais diversos grupos de sujeitos, cujo aprendizado expressa-se por multifacetárias maneiras.

O uso de histórias em quadrinhos, a título de exemplo, pode apresentar-se como uma promissora estratégia educacional (CARUSO *et al.*, 2002; VERGUEIRO; PIGOZZI, 2013; TESTONI *et al.*, 2013; SOUSANIS, 2015; PEREIRA *et al.*, 2016), proporcionadora da construção de significados como resultado do acesso e da compreensão de diversas situações, assuntos e áreas do conhecimento.

É, pontualmente, nesse sentido que a presente dissertação elabora uma HQ, como parte de um módulo de ensino, e avalia – a partir de sua implementação na disciplina Evolução dos Conceitos da Física (ECF), que faz parte do currículo do curso de física, nas modalidades bacharelado e licenciatura, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – em que medida a mesma proporciona (ou não) discussões e debates sobre as possibilidades de se pensar a ciência, bem como outros campos do saber, sob novas perspectivas e de se refletir sobre o desenvolvimento de uma prática pedagógica e científica mais diversificada. À luz de tais argumentos, indaga-se: Que contribuições educacionais uma história em quadrinhos, frente a um módulo de ensino e a partir de um exercício particular de pensamento e argumentação entre certos aspectos da natureza da ciência (ndc) e algumas pinturas, pode propiciar ao contexto da formação de professores e de bacharéis em física?

É na tentativa de responder a tal questionamento que o objetivo geral da investigação se instaura: desenvolver e avaliar uma história em quadrinhos, como pertencente a um módulo de ensino, que explore determinados aspectos da natureza da ciência por meio de pinturas, em vista de desencadear, a partir de sua inserção em sala de aula, discussões e debates acerca das possibilidades de se pensar a ciência, bem como outros campos do saber, sob novas perspectivas. Do objetivo geral, então, desdobraram-se cinco objetivos específicos, a saber:

- (i) Promover, em licenciandos e bacharelados da área da física, uma aproximação entre as esferas da arte e da história e filosofia da ciência (HFC);
- (ii) Discutir, sob o viés epistemológico de Norwood Hanson e de Paul Feyerabend, questões histórico-filosóficas por meio de imagens;
- (iii) Viabilizar debates entre pinturas e certos aspectos da natureza da ciência (ndc), através do desenvolvimento de um módulo de ensino que comporte uma HQ e textos a ela relacionados;

- (iv) Elaborar, com referência nos trabalhos dos quadrinistas Will Eisner e Scott McCloud, uma HQ que verse sobre a não neutralidade da observação, bem como na produção do conhecimento, e o papel do experimento no empreendimento científico, mediante a subsequente análise de uma pintura de William Blake e duas de Joseph Wright;
- (v) Aplicar o módulo, que comporta a HQ, em uma situação de ensino que valorize discussões epistemológicas acerca da história da física, como a disciplina Evolução dos Conceitos da Física da Universidade Federal de Santa Catarina, e avaliá-lo quanto ao seu potencial educacional.

A dissertação está estruturada na forma de artigos (*Papers*). Conquanto não seja corrente o seu uso, é possível encontrar trabalhos desenvolvidos sob este formato em Programas de Pós-Graduação no Brasil, tais como; o PPG em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina (CORDEIRO, 2011; RAICIK, 2015; CORDEIRO, 2016; MACHADO, 2016; DAMASIO, 2017); o PPG em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PRIGOL, 2008; TAUCEDA, 2014); o PPG em Ensino, Filosofia e História das Ciências, da Universidade Federal da Bahia (FREITAS, 2007; TEIXEIRA, 2010), dentre outros.

Morris e Tipples (1998, p. 174) mencionam que escrever uma tese ou uma dissertação em formato de artigos é uma excelente experiência de aprendizagem por si só. Segundo Raicik (2015, p. 29), “[...] a produção de artigos contempla interação entre os participantes envolvidos e os pares que, de certa forma, analisam o trabalho”. Em síntese, é notória a série de vantagens – tanto para o escritor como para o leitor – intrínsecas à estruturação de uma tese ou de uma dissertação em forma de artigos. Do mesmo modo, há uma gama de desvantagens para aqueles que fazem uso de seu formato. Como exemplo, cita-se que um maior tempo é destinado à parte dissertativa, sendo que o aluno deve aprender a adaptar seu estilo de escrita se quiser realizar publicações em periódicos e revistas da área (MORRIS; TIPPLES, 1998, p. 174), uma vez que cada meio de divulgação possui *templates*, condições e especificações distintas. Outra desvantagem, desta vez para o leitor, é o potencial de repetição (MORRIS; TIPPLES, 1998, p. 175). Em contrapartida, Damasio (2017, p. 32) pondera que algumas informações,

por se fazerem indispensáveis, resultam repetidas para que cada artigo tenha consistência teórica e, concomitantemente, independência, para fins de publicação. Diante do exposto, ressalta-se, ainda, que se buscou minimizar o efeito repetitivo sobre a escrita dissertativa. As considerações finais, ademais, se não resolvem, contornam tal limitação, proporcionando uma visão geral da investigação e minimizando a decorrente “fragmentação” (DAMASIO, 2017).

A dissertação é composta por seis artigos. No primeiro artigo – *Rabiscando aspectos da ndc através de imagens relativas à história da ciência* – ilustram-se dois aspectos da natureza da ciência por meio de dois breves e seletivos episódios históricos da ciência retratados em imagens, com intuito de ressaltar que, tanto questões teóricas quanto técnicas exercem influência no modo de produção do conhecimento. Em um primeiro momento, enfatiza-se a não neutralidade da observação ao se evidenciar a influência que teorias e técnicas artísticas exerceram sob a maneira como Thomas Harriot, Galileo Galilei e Lodovico Cardi representaram a superfície lunar. Posteriormente, discute-se a ideia de que a experimentação é impregnada de pressupostos e convicções teóricas, ao se mencionar as diversas áreas pelas quais Otto von Guericke perpassou e que influenciaram no modo como ilustrou e desenvolveu o experimento dos “Hemisférios de Magdeburgo”.

No segundo artigo – *A concepção observativa-interpretativa de Norwood Hanson, o relativismo de Paul Feyerabend e as imagens: projeções para a formação docente e científica* – explora-se o potencial de imagens a partir de uma abordagem epistemológica, centrada em Norwood Hanson (1958, 1979) e em Paul Feyerabend (1977, 2010), com o objetivo de proporcionar um meio pelo qual professores e bacharéis de física em formação possam (re)pensar sobre os múltiplos processos que se fazem presentes em suas práticas; sejam elas pedagógicas ou científicas. Com este tipo de reflexão busca-se mostrar, nesse caso em específico, que é possível e viável se valer de outras abordagens didático-pedagógicas, bem como científicas, para se desenvolver um pensamento mais flexível e inventivo.

No terceiro artigo – *Do casamento entre arte e ciência aos enlaces da palavra e imagem nas histórias em quadrinhos* – busca-se fornecer discussões, embasadas nos trabalhos dos quadrinhistas Will Eisner (2001a-b, 2005) e Scott McCloud (1995, 2006, 2008), acerca do processo de elaboração de HQs a futuros professores e pesquisadores da área da física, com o intuito de que possam se conscientizar acerca dos elementos constitutivos desse recurso para a construção de materiais pedagógicos voltados às questões contemporâneas e educacionais.

No quarto artigo – *Desbravando os sete mares! Ops, ... Desbravando três pinturas através de uma história em quadrinhos: possíveis relações entre arte e história e filosofia da ciência* – desenvolve-se um módulo de ensino¹, com intuito de discutir os aspectos da ndc correspondentes a não neutralidade na observação, bem como na construção do conhecimento, e ao papel dos experimentos no empreendimento científico, à luz de Hanson, através das telas *Newton* (1795) de William Blake, e *A philosopher giving that lecture on the orrery* (1766) e *An experiment on a bird in the air pump* (1768) de Joseph Wright, as quais apresentam potencial para discussões histórico-filosóficas. A HQ, voltada ao estudante de física em formação, foi estruturada a partir dos princípios básicos da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1963, 1968) e dos conceitos para a arte sequencial de Will Eisner (2001a-b, 2005) e Scott McCloud (1995, 2006, 2008). Nos enredos relacionados à HQ debatem-se acerca das possíveis mensagens sobre ciência, dentre muitas, que as pinturas intentam comunicar ao contemplador.

No quinto artigo – *Agora é a vez “deles”! A fala de alunos de um curso de física acerca das relações entre arte e HFC por meio de uma história em quadrinhos* – avalia-se, preliminarmente, em que medida o módulo de ensino, a partir de sua implementação na disciplina Evolução dos Conceitos da Física (ECF), que faz parte do currículo do curso de Física, nas modalidades bacharelado e licenciatura, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), proporciona ou não discussões e debates sobre as possibilidades de se pensar a ciência, bem como outros campos do saber, sob novas perspectivas e de se refletir sobre o desenvolvimento de uma prática pedagógica e científica mais diversificada. Neste capítulo ainda são descritos a natureza metodológica da pesquisa (SÁNCHEZ GAMBOA, 1987, 2000, 2012) e os instrumentos de coleta (MICHAEL, 2009) e análise de dados (CHARMAZ, 2006, 2008). Da interpretação dos dados verifica-se que o módulo proporciona aos alunos, em parte, pensarem em uma prática pedagógica e científica mais diversificada e inventiva. Contudo,

¹ O módulo de ensino, inspirado em Raicik (2015), comporta uma HQ (“As pinceladas anti-newtonianas de William Blake” [parte 1] e “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*” [parte 2]) e textos a ela relacionados (“As pinceladas anti-newtonianas de William Blake” [texto 1] e “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*” [texto 2]).

também, observa-se a necessidade de melhorias e aprimoramentos tanto nos componentes constitutivos do módulo quanto em seus procedimentos metodológicos.

No sexto artigo – *Uma HQ e seus textos correlatos sobre arte e HFC: o que dizem os alunos de um curso de física acerca dessas intersecções?* – (re)estrutura-se o módulo de ensino mencionado no quinto artigo, mantendo a sua estrutura básica, o qual é constituído por uma HQ e por textos a ela relacionados, com intuito de discutir dois aspectos da natureza da ciência (ndc) através de pinturas. A partir da (re)implementação do módulo no âmbito da disciplina ECF, tendo como público alvo estudantes de um curso de física, objetiva-se analisar, com base na teoria fundamentada construtivista (TFC) de Kathy Charmaz (2006, 2008), se módulo fornece subsídios para que os alunos (re)pensem a prática pedagógica e científica de modo mais crítico e diversificado ao utilizar como subsídio as relações entre arte e HFC.

À vista da diversidade de saberes que engloba esta dissertação – fato que, também, possibilita a sua configuração com capítulos na forma de *papers* –, e do problema de pesquisa proposto, tece-se nas considerações finais algumas perspectivas acerca de como e em que medida o trabalho pode fornecer subsídios aos professores e pesquisadores de física em formação para que possam vir a desenvolver uma visão e uma postura mais plural e inventiva em sua *práxis*, na expectativa de que as levem aos seus futuros alunos ou para a vida. Neste espaço, ainda, discorrem-se sobre os limites revelados e as possibilidades vislumbradas desta dissertação no panorama geral da educação científica. Também se descreve a relevância que pesquisas de natureza empírica acerca da história e filosofia da ciência junto ao campo da arte, como o desenvolvido no presente estudo, possuem na formação dos sujeitos da pesquisa.

Referências

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; GARCIA-CARMONA, A. Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendências sobre la natureleza de la ciência em la educaci3n científica. **Revista Eureka sobre Ensenanza y Divulgaci3n de las Ciencias**, v. 31, n. 1, p.3-19, 2016.

AUSUBEL, D. P.; Novak, J. D.; Hanesian, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2a ed. New York: Holt, Rinehart and Winston. 1978.

_____. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana. 1980.

BARBOSA-LIMA, M.c.; QUEIROZ, G.; SANTIAGO, R. Ciência e arte: Vermeer, Huygens e Leeuwenhoek. **Física na Escola**, v. 8, n. 2, p.27-30, 2007.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes curriculares nacionais para a formação de professores da educação básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação Plena**. Parecer nº CNE/CP 009/2001, de 08 de Maio de 2001. Relator: Edla de Araújo Lira Soares, Éfrem de Aguiar Maranhão, Eunice Ribeiro Durham, Guiomar Namó de Mello, Nelio Marco Vincenzo Bizzo e Raquel Figueiredo Alessandri Teixeira.(Relatora), Silke Weber (Presidente). Brasília, DF, Seção 1, p. 1-31, 18 de jan. 2002.

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. 2ed, abr. 2016.

CACHAPUZ, A. F. Arte e ciência no ensino das ciências. **Interações**, v. 10, n. 31, p. 95-106, 2014. Disponível em: <<http://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/6372>>. Acesso em: 24 mai. 2017.

CHARMAZ, K. **Constructing grounded theory: a practical guide** Through Qualitative Analysis. London: Sage. 2006.

_____. **Constructionism and the grounded theory method**. In: J. A. Holstein & J. F. Gubrium (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (p. 397-412). New York: The Guilford Press. 2008.

CARUSO, F.; CARVALHO, M.; SILVEIRA, M. C. Uma proposta de ensino e divulgação de ciências através dos quadrinhos. **Ciência & Sociedade**, Rio de Janeiro, v. 8, 2002.

CORDEIRO, M.D. **Dos Curie a Rutherford: aspectos históricos e epistemológicos da radioatividade na formação científica**. 2011. 234 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

_____. **Ciência e valores na história da fissão nuclear:**

potencialidades para a educação científica. 2016. 228 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

DAMASIO, F. **História da ciência na educação científica:** uma abordagem epistemológica de Paul Feyerabend procurando promover a aprendizagem significativa crítica. 2017. 404 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

EISNER, W. **Comics & sequencial art.** Published Poorhouse Press. Florida. 21 ed. 2001a.

EISNER, W. **Quadrinhos e arte sequencial.** São Paulo: Martins Fontes, 2001b.

EISNER, W. **Narrativas gráficas.** São Paulo: Devir, 2005.

FERREIRA, F. R. Ciência e arte: investigações sobre identidades, diferenças e diálogos. **Instituto Oswaldo Cruz. Educação e Pesquisa,** São Paulo, v.36, n.1, p. 261-280. 2010.

FEYERABEND, P. K. **Contra o Método.** Trad. Octanny S. da Mata e Leonidas Hegenberg. Rio de Janeiro, RJ. 1977.

_____. **Adeus à razão.** São Paulo: Editora UNESP. 2010.

FREITAS, F. H. A. **Os estados relativos de Hugh Everett III:** uma análise histórica e conceitual. 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

HANSON, N. R. **Patterns of discovery:** an inquiry into the conceptual foundations of science. Cambridge, England: Cambridge University Press, 256 p. 1958.

_____. **Observação e interpretação.** In: MORGENBESSER, Sidney (Org.). *Filosofia da ciência.* 3.ed. São Paulo: Cultrix, p.127-138. 1979.

HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. **Science & Education**, v. 20, p. 293–316. 2010.

JESUS, S. N. de; SANTO, P. C. Arte e ciência: pontes para uma aproximação. **Omnia**, n. 2, p.5-11, abr. 2015. Disponível em: <[http://omnia.grei.pt/n02/\[1\] JESUS.pdf](http://omnia.grei.pt/n02/[1] JESUS.pdf)>. Acesso em: 26 maio 2017.

MACHADO, R. B. **Cartografia, saber, poder**: da emergência do desenho como disciplina escolar. 2016. 211 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

MANGUEL, A. **Lendo imagens**: uma história de amor e ódio. São Paulo. Companhia das Letras. 2001.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... . **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de Castro; ALMEIDA, C. Carta dos editores convidados: para que um diálogo entre ciência e arte? **História, Ciências, Saúde — Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 13 (suplemento), p. 7-10. 2006.

MCCLLOUD, S. **Desvendando os Quadrinhos**: história, criação, desenho, animação, roteiro. Trad. Helcio de Carvalho; Marisa do Nascimento Paro. São Paulo: Makron Books, 1995.

_____. **Reinventando os Quadrinhos**: como a imaginação e a tecnologia vêm revolucionando essa forma de arte. São Paulo: M.Books do Brasil Editora Ltda., 2006.

_____. **Desenhando Quadrinhos**: os segredos das narrativas de quadrinhos, mangás e graphic novels. São Paulo: M.Books do Brasil Editora Ltda., 2008.

MELLO, R. L. S.; ALMEIDA, T. Intersecções entre os campos da arte e da ciência. **Mouseion**, n. 25, p.39-51, 3 jan. 2017.

MICHAEL, A. **Etnografia e observação participante**. Tradução de José Fonseca. Artmed, 130 p. 2009.

MORRIS, H. M, RN, MN; TIPPLES, G. Research briefs: choosing to write the paper format thesis. **Journal Of Nursing Education**, v. 37, n. 4, p.173-175, abr. 1998.

MOURA, B. A. O que é natureza da ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**. Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46. 2014.

PEDUZZI, L. O. Q. **Força e movimento**: de Thales a Galileu. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015a, 209 p.

_____. **Da física e da cosmologia de Descartes à gravitação newtoniana**. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015b, 149 p.

_____. **Do átomo grego ao átomo de Bohr**. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015c, 214 p.

_____. **A relatividade Einsteniana**: uma abordagem conceitual e epistemológica. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015d, 271 p.

_____. **Do próton de Rutherford aos quarks de Gell-Mann, Nambu**. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2010, 112 p.

PEREIRA, M. L. D'almada A.; OLENKA, L.; OLIVEIRA, P. E. D. F. Física em ação através de tirinhas e histórias em quadrinhos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p.896-926, dez. 2016.

PRIGOL, S. **O saber popular como uma alternativa temática para a estruturação do ensino de ciências**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação em ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Por Alegre, 2008.

RAICIK, A.C. **Experimentos exploratórios**: os contextos da descoberta e justificativa nos trabalhos de Gray e Du Fay. 2015. 234 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M. Ciência e arte: relações improváveis? **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13, (suplemento), p. 71-87, outubro 2006.

SÁNCHEZ GAMBOA, S. A. **A dialética na pesquisa em educação**: elementos de contexto. In: FAZENDA, Ivani (Org.). Metodologia da pesquisa educacional. 6ª ed. São Paulo: Cortez, pp. 91- 115. 2000.

_____. **Epistemologia da Pesquisa em Educação**. Campinas, UNICAMP, Tese de Doutorado em Educação. 1987.

_____. **Pesquisa em educação**: métodos e epistemologias. 2ª ed. Chapecó: Argos. 2012

SOUSANIS, N. **Unflattening**. Cambridge, MA: Harvard University Press. 2015.

TAUCEDA, K. C. **O contexto escolar e as situações de ensino em ciências**: interações que se estabelecem na aprendizagem entre alunos e professores na perspectiva dos campos conceituais. 2014. 416 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Porto Alegre, 2014.

TEIXEIRA, E. S. **Argumentação e abordagem conceitual no ensino de física**. 2010. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

TESTONI, L. A.; SOUZA, P. H. de; NAKAMURA, E.; PAULA, S. M. de. **Histórias em quadrinhos nas aulas de física**: uma proposta de ensino baseada na enculturação científica. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013, p. 1-8. Disponível em: <<http://www.nutes.ufjf.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0893-1.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2017.

VERGUEIRO, W.; PIGOZZI, D. Histórias em quadrinhos como suporte pedagógico: o caso Watchmen. **Comunicação & Educação**, v. 18, n. 1, p.35-42, 30 jun. 2013. Universidade de Sao Paulo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBiUSP. <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9125.v18i1p35-42>. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/comueduc/article/view/69247/71708>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

ZANETIC, J. Física e arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-Posições**, v. 17, n. 1, p. 39-57, jan./abr. 2006.

Artigo 1

**RABISCANDO ASPECTOS DA NDC ATRAVÉS DE IMAGENS
RELATIVAS À HISTÓRIA DA CIÊNCIA**

Rabiscando aspectos da ndc através de imagens relativas à história da ciência²

RESUMO: Ilustram-se dois aspectos da natureza da ciência (ndc) por meio de dois episódios históricos da ciência retratados em imagens, com intuito de ressaltar que tanto questões teóricas quanto técnicas exercem influência no modo de produção do conhecimento. Em um primeiro momento, enfatiza-se a não neutralidade da observação ao se evidenciar a influência que teorias e técnicas artísticas exerceram sob a maneira como Thomas Harriot, Galileo Galilei e Lodovico Cardi representaram a superfície lunar. Posteriormente, discute-se a ideia de que a experimentação é impregnada de pressupostos e convicções teóricas, ao se mencionar as diversas áreas pelas quais Otto von Guericke perpassou e que influenciaram no modo como ilustrou e desenvolveu o experimento dos “Hemisférios de Magdeburgo”. Por fim, pondera-se que tais conteúdos podem ser apresentados como meio para se incrementar a educação científica, ao se destacar a importância das imagens na compreensão e na construção histórica dos conhecimentos.

Palavras-chave: Ilustração artística. Observação não neutra. Papel do experimento.

ABSTRACT: Two aspects of the nature of science (nos) are illustrated through two historical episodes of science depicted in images, in order to emphasize that both theoretical and technical questions exert influence on the mode of knowledge production. At first, the non-neutrality of the observation is emphasized as evidencing the influence that the theories and artistic techniques exerted under the way Thomas Harriot, Galileo Galilei and Lodovico Cardi represented the lunar surface. Subsequently, the idea that experimentation is impregnated with theoretical assumptions and convictions is highlighted, by emphasizing the various areas for which Otto von Guericke has passed and which have influenced the way in which he illustrated and developed the experiment of the “Magdeburg Hemispheres”. Finally, it is considered that such content can be presented as a means to increase scientific

²Parte desse artigo foi aceito para publicação na revista “Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia”. JORGE, L.; PEDUZZI, L. O. Q. *A exemplificação da não neutralidade da observação científica por meio dos desenhos lunares retratados no século XVII*. (no prelo).

education, by highlighting the importance of images in the understanding and historical construction of knowledge.

Keywords: Artistic illustration. Non-neutral observation. Experiment's role.

1.1 Introdução

Muito se tem discutido a respeito da natureza da ciência (ndc) como sendo uma componente importante da educação científica e de como as concepções sobre a construção do conhecimento científico, tanto por alunos quanto por professores (ABD-EL-KHALICK *et al.*, 2000; MOREIRA *et al.*, 2007; TEIXEIRA *et al.*, 2009; CHINELLI *et al.*, 2010; HÖTTECKE *et al.*, 2010; MASSONI *et al.*, 2014; MARTINS, 2015) e também pelo livro didático (PEDUZZI, 2005; FORATO *et al.*, 2011; RAICIK; PEDUZZI, 2013), estão influenciando as atividades educacionais (SILVA *et al.*, 2012; VILAS BOAS *et al.*, 2013; ACEVEDO DÍAZ *et al.*, 2016). Tais estudos reconhecem a importância de compreender a ndc como um corpo de conhecimentos historicamente construído, imerso no contexto cultural de cada época.

Mediante a um saber multifacetado e contextualizado historicamente, torna-se notória a existência de conceitos e definições que envolvem o termo natureza da ciência. Abd-El-Khalick e Lederman (2000, p. 667-668) descrevem, cronologicamente, que o conceito – ndc – sofreu diversas mudanças ao longo dos últimos 100 anos. Os autores relatam, ainda, que entre o período de 1900 e 1960, aproximadamente, a preocupação da ndc tinha como cerne as lógicas normativas para justificar as afirmações científicas e a compreensão “do método científico”. A partir de 1960 a 1970, concepções sociológicas, psicológicas e culturais foram invocadas nas tentativas de descrever o trabalho científico. De 1970 até 1980, a ênfase foi dada à conciliação entre as descrições da ciência com a prática científica. O conhecimento científico, neste período, foi caracterizado como provisório, coletivo, humanístico, histórico e empírico (entre outras características). Entre 1980 e 1990, têm-se indicativos do aparecimento de fatores psicológicos nas definições da natureza da ciência. A partir de 1990, a ndc passou a incorporar, principalmente, elementos gerais da filosofia, psicologia, sociologia e história das ciências, dentre outros.

Com base no exposto, torna-se compreensível que filósofos, historiadores e sociólogos da ciência apresentem desacordos quanto a definições específicas da ndc (COLAGRANDE, 2016). Acevedo Díaz e

Garcia-Carmona (2016, p. 3), por exemplo, demarcam a natureza da ciência como um meta-conhecimento sobre a ciência, que surge das reflexões interdisciplinares realizadas desde a filosofia, a história e a sociologia da ciência por especialistas nestas disciplinas e por alguns cientistas. Segundo Moura (2014, p. 37), uma possível definição seria a de que “[...] estudar ndc significa compreender como o homem constrói o conhecimento científico em cada contexto e em cada época, tendo como base suas concepções filosóficas, ideológicas e metodológicas”.

Desta forma, a partir de um panorama mais abrangente e próximo do presente contexto, pode-se conceber a ndc como “[...] um arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da ciência” (MOURA, 2014, p. 33). Esse agregado de saberes, ainda, comporta uma variedade de características que auxiliam na delimitação de princípios relacionados à construção, elaboração e organização do conhecimento científico. Dentre elas, evidenciam-se alguns aspectos da ndc, como, por exemplo, a não neutralidade na observação (científica); a discussão de que teorias científicas não são definitivas, irrevogáveis nem elaboradas unicamente a partir do experimento; a de que uma teoria não deixa de ser científica somente porque foi descartada; a de que a ciência é uma atividade humana influenciada pelo contexto sociocultural de cada época; que inexistem um único e hegemônico método universal (*o método científico*); que a disputa de teorias pela hegemonia do conhecimento envolve tanto aspectos de natureza interna – profundamente arraigados a convicções teóricas de cientistas – quanto externa à ciência; a de que o empreendimento científico é uma construção coletiva e que o conhecimento não brota do nada – abiogênese –, pois, o ato de conhecer se dá contra um conhecimento anterior (PEDUZZI; RAICIK, 2016).

Verifica-se, assim, que a natureza do conhecimento científico é multifacetada (COLAGRANDE *et al.*, 2015, p. 8) e que o saber *sobre* a ciência se estende para além do entendimento de conteúdos científicos, pois contempla pressupostos, voluptuosas fantasias, limites de validade, influências contextuais; possibilita, ainda, o exercício do senso de reflexão e criticidade.

Acredita-se [...] que seu estudo [o da ndc] promove uma abrangência no olhar sobre o desenvolvimento e funcionamento da ciência, desmistificando a ideia de que ela é infalível e linear, além de evidenciar todo o contexto histórico no qual vem sendo concebida. Esse fato pode colaborar efetivamente no preparo e

formação de futuros professores, no sentido de fornecer subsídios para promover tal situação. (COLAGRANDE, 2016, p. 30)

Para que concepções *de* e *sobre* ciência – precipuamente, as mantidas pelo professor e refletidas em sua *práxis* (GIL PÉREZ *et al.*, 2001; MOREIRA; MASSONI; OSTERMANN, 2007; BATISTA, 2016; VITAL; GUERRA, 2016) – tornem-se mais condizentes com as reflexões filosóficas contemporâneas, deve-se procurar criar espaços (BRASIL, 2002; 2016) para oportunizar discussões sobre o trabalho científico e sobre a natureza deste conhecimento. Dentre os diversos âmbitos e panoramas, evidencia-se que as relações entre arte e ciência podem auxiliar para a compreensão do processo de construção histórica do conhecimento científico (ZANETIC, 2006; ALCANTARA; JARDIM, 2014).

A partir desse cenário, utiliza-se da história e filosofia da ciência (HFC) como meio para se trabalhar dois aspectos referentes à natureza da ciência; a não neutralidade na observação e o papel dos experimentos no empreendimento científico – cuja escolha foi inspirada nas sete visões deformadas da ciência elencadas por Gil Pérez (2001, p. 129-143). Com efeito, há um número notável de pesquisas sobre os benefícios do uso da HFC no ensino, inclusive sobre ela propiciar melhores compreensões acerca da ndc (MEDINA; BRAGA, 2010; SENRA; BRAGA, 2013; GROTO; MARTINS, 2015; COLAGRANDE *et al.*, 2015; MARTINS, 2015; VITAL; GUERRA, 2016). Entretanto, existem poucos estudos que discutem a HFC, bem como a ndc, por meio da arte, especificamente, através de imagens artísticas (GALILI, 2013; ALCANTARA; JARDIM, 2014).

Colagrande *et al.* (2015, p. 9) ponderam que “o uso de imagens é uma prática que tem sido discutida e utilizada no ensino de diferentes áreas do conhecimento [...]”. Há relatos, notadamente, no ensino de ciências, “[...] que mostram o uso de imagens para ensinar conceitos [...] e não para resgatar concepções sobre ciência [...]”. Algo instigante, ao se verificar que tal discussão pode estreitar os laços entre a educação científica e a cultura (BURKE, 2008).

Sendo assim, neste artigo, propõe-se ilustrar a não neutralidade na observação e o papel dos experimentos no empreendimento científico, exemplificando-os e contra exemplificando-os, de maneira profícua, através de dois breves e seletivos episódios históricos da ciência retratados em imagens. Isto, com intuito de ressaltar que tanto questões teóricas (sejam elas relativas às ideias apriorísticas, aos pressupostos e às convicções teóricas; ou derivadas de ensinamentos, de estudos e etc.)

quanto técnicas (provenientes de práticas e procedimentos artísticos, científicos ou etc.) exercem influência no modo de produção do conhecimento.

Diante disso, e em um primeiro momento, por exemplo, enfatiza-se a não neutralidade da observação ao se evidenciar a influência que teorias e técnicas artísticas, relacionadas à perspectiva e ao *chiaroscuro*, exercem sob a maneira como se vê^{3, 4} a Lua, retratada pictoricamente no século XVII por Thomas Harriot, por Galileo Galilei e por Lodovico Cardi. Já em um segundo momento, discute-se a ideia de que a experimentação é impregnada de pressupostos e convicções teóricas, ao se destacar as diversas áreas pelas quais Otto von Guericke perpassou – tais como: arte, direito, matemática, física e engenharia de fortificação – e que influenciaram no modo como desenvolveu e ilustrou o experimento dos “Hemisférios de Magdeburgo”, realizado no século XVII. Por fim, na última seção, pondera-se que tais conteúdos, podem ser apresentados como meio para se incrementar a educação científica, enriquecida pelas suas relações com a arte, ao se destacar a importância das imagens na compreensão e na construção histórica de conhecimentos.

1.2 Harriot, Galileo, Cigoli e os desenhos lunares: ^{em} Uma contra exemplificação da visão de neutralidade da observação científica

Partindo de estudos históricos do desenvolvimento científico, sabe-se que os cientistas em seu trabalho são condicionados por influências exercidas por aspectos relacionados aos valores culturais, étnicos, sociais, econômicos, políticos, as subjetividades, especificidades, expectativas, aos interesses, ao contexto histórico no qual se encontram envolvidos, dentre tantos outros.

Na história da física, encontram-se episódios que demonstram, inequivocamente, tal realidade. A título de exemplo, pode-se citar o caso de Harriot, Galileo e Cigoli que ao observarem o mesmo objeto – a Lua – realizaram representações distintas, devido a não terem tido percepção da mesma coisa. O ato de observar e interpretar difere de observador para observador, pois a “[...] atenção detém-se, naturalmente, em objetos e acontecimentos que, em razão de [...] interesses seletivos, dominam o campo visual” (HANSON, 1979, p. 135).

³ Ao conceito “ver” é atribuído o significado de saber ver.

⁴ Cf. FLORES, 2007.

Pensar em uma ciência construída a partir do pressuposto de que há neutralidade na observação, sob uma “*concepção empírico-indutivista e ateorica*” (Gil Pérez *et al.*, 2001, p. 129), não influenciável por ideias apriorísticas, pressupõe o empreendimento científico como algo além da realidade humana, desvinculada de interesses e fatores externos e não condizente com reflexões filosóficas contemporâneas. Por conta disso, procura-se descrever brevemente um contra exemplo – centrado na observação e ilustração da Lua de Harriot, Galileo e Cigoli – deste tipo de visão de ciência.

Nos dois anos que antecederam o nascimento de Galileo (1564-1642), Giorgio Vasari (1511-1574), o “primeiro historiador de arte”, fundou a *Accademia del Disegno* (Academia de Desenho ou *Design*) em Florença. Tinha-se como intento criar uma organização ou um espaço onde pintores, escultores e arquitetos pudessem se reunir não como meros artesãos, mas como intelectuais, conversando sobre as tendências contemporâneas da filosofia, literatura e ciências. Vasari queria estabelecer um centro onde os artistas pudessem se manter atualizados sobre geometria e anatomia – as ciências que acreditava serem essenciais para a prática das artes visuais (EDGERTON, 2006, p. 163). Sob a geometria, ele enfatizou especialmente o estudo da perspectiva^{5, 6}, cuja técnica funciona como o efeito e o suporte para ver as imagens tridimensionais (FLORES, 2007), e do *chiaroscuro*^{7, 8} (claro-escuro), uma técnica artística que envolve luzes e sombras fortemente contrastantes na representação de objetos (PRETTE, 2008). Contudo, para que as pretensões de Vasari alcançassem maior êxito, seria necessário “contratar” um professor de geometria qualificado para poder ensinar tais conceitos, definições e técnicas a artistas-membros menos preparados.

Ao perpassar dos anos, e algum tempo após o falecimento de Giorgio Vasari, a *Accademia* passou a necessitar de outro docente cujo

⁵ Dada a extensividade, variabilidade e complexidade de informações que circunscrevem a temática, parte-se do pressuposto, debatido no trabalho de Flores (2007), de que a teoria e a técnica da perspectiva moldam o olhar.

⁶ Cf. FLORES, 2007.

⁷ A teoria e a técnica do *chiaroscuro*, bem como as da perspectiva, também são bastante abrangentes; por conta disso, suas discussões respaldam-se na hipótese, fundamentada por Baxandall (1997), de que o papel das sombras na representação que se tem das formas e os significados diversos que elas podem assumir influenciam a percepção.

⁸ Cf. BAXANDALL, 1997.

pré-requisito para sua admissão, ainda, envolvia ter um domínio considerável acerca da geometria.

Em 1588, Galileo, “[...] grande físico e astrônomo que tinha crescido em um ambiente mais humanístico e artístico do que científico” (PANOFSKY, 1954, p. 4) – dado que seu pai, Vincenzo Galilei, era professor de música –, aos 24 anos, considerou-se suficientemente apto na arte-ciência do *disegno* para se candidatar a posição de professor. Embora não haja registro de que lhe foi oferecido o cargo, talvez tenha sido durante este período, na *Accademia del Disegno*, que o jovem aspirante a docente iniciou a sua amizade, ao longo da vida, com o pintor Lodovico Cardi, também conhecido como Cigoli (1559-1613). Sênior de Galileo por cinco anos, Cigoli permaneceu devotado a ele durante toda a sua vida e escreveu-lhe inúmeras cartas (PANOFSKY, 1954, p. 5).

Em 1612, Cigoli se viu envolto em um daqueles intermináveis debates renascentistas sobre os quais se discutia acerca de qual das artes era superior, a pintura ou a escultura (EDGERTON, 2006, p. 163). Logo, não tardou a pedir apoio a seu inestimável amigo, para que lhe fornecesse possíveis argumentos contra aqueles que afirmavam que a escultura era superior à pintura. Em resposta a uma das cartas direcionadas à Cigoli, datada de 26 de junho de 1612, Galileo expõe considerações:

É tão falso que a escultura seja mais admirável que a pintura, pela razão daquela ter relevo e esta não [...]. Entende-se por pintura aquela capacidade de imitar a natureza com o claro e com o escuro [*chioscuro*]. Ora, as esculturas terão tanto relevo quanto sejam tingidas de claro em uma parte e numa outra de escuro [...]. Não tem a estátua relevo por ser larga, longa e profunda, mas por ser aqui clara e ali escura. E advirta-se, como prova disto, que, das três dimensões, só duas estão submetidas ao olho, isto é, comprimento e largura [...], porque, das coisas que aparecem e se veem, não se vê outra coisa senão a superfície, e a profundidade não pode ser abarcada pelo olho [...]. Não sendo pois a profundidade exposta à vista, não poderemos abarcar de uma estátua nada além do comprimento e da largura; donde ser manifesto que não vejamos dela senão a superfície, que outra coisa não é senão largura e comprimento, sem profundidade. [...] E tudo isto

está na pintura não menos que na escultura [...]; porém, o claro e o escuro são dados com propriedade à escultura pela natureza, e à pintura pela arte [...]. (NASCIMENTO, 1981, p. 75-77)

A preferência de Galileu pela pintura respalda-se no fundamento de que ela é uma arte de ilusão e, portanto, de habilidade; uma vez que, em dadas circunstâncias, é pensada sob as teorias e as técnicas da perspectiva e do *chiaroscuro*. A pintura, nesses casos, acaba exigindo uma capacidade de tradução de três dimensões para duas, enquanto a escultura passa a ser meramente literal. Ademais, para Galileu, não é o escultor que fornece tridimensionalidade à sua “criação”, mas o simples jogo de luz sobre a forma (WARWICK, 2014, p. 7-8).

No final do século XVI e início do XVII, o estudo da perspectiva e do *chiaroscuro*, em particular, teve grande repercussão. Diversos trabalhos sobre a temática foram impressos. Guidobaldo del Monte (1545-1607) deu um tratamento, essencialmente, geométrico à perspectiva em sua obra *Perspectivae libri sex*, publicada em 1600. Ele incorporou uma seção sobre sombras projetadas em objetos que, certamente, teria sido estudada por Galileu. Como perspectivista, Galileu deveria estar familiarizado com *La pratica della prospettiva* de Daniel Barbaro (1513 -1570), publicada em várias edições em Veneza no final da década de 1560, cuja obra era frequentemente consultada por membros da *Accademia*. Nesse livro, Barbaro oferece uma série difícil de exercícios relacionados a desenhos, como por exemplo: desenhar esferas com protuberâncias elevadas e acomodar luz e sombras sobre essas superfícies irregulares e curvas. Caso Galileu não tenha tomado consciência acerca deste último trabalho, algo pouco presumível, ele pode ter estudado *La pratica di prospettiva*, publicado em 1596 por Lorenzo Sirigatti (?-1596/7) – membro fundador da *Accademia* e *cavaliere* no tribunal de Grand Duque Ferdinand de Medici. *La pratica di prospettiva* incorporava duas seções: a primeira oferecia instruções padrão sobre como projetar sólidos multifacetados; a segunda ilustrava como utilizar a técnica *chiaroscuro* em tais objetos irregulares (EDGERTON, 2006, p. 164-166). Alguns desses tratados visavam, então, evidenciar “[...] a necessidade de aprender as leis da pintura a fim de percebê-las e [...] a eficácia da modelagem com luz e sombra nas pinturas” (BAXANDALL, 1997, p. 43).

Formado como desenhista e membro da *Accademia del Disegno* florentina, Galileu entendeu a orquestração da luz e da sombra para tornar a ilusão pintada como um ramo da ciência óptica (WARWICK, 2014, p. 7). Esta formação artística de Galileu, na geometria da projeção

de sombras (*chiaroscuro*), alicerçada à teoria e à técnica da perspectiva, teve um papel muito importante no registro das observações que ele fez da superfície lunar. Do mesmo modo, seu conhecimento científico, atrelado ao interesse de confrontar as concepções e as definições aristotélicas de mundo, o fez atribuir significado aquilo que viu através de sua “luneta”.

Em vista de atribuir-se um breve comparativo entre três diferentes observações, interpretações e esboços da Lua, procura-se, por ora, despedir-se de Florença e olhar para Londres durante o verão de 1609; local em que se encontrava o contemporâneo de Galileo, Thomas Harriot (1560-1621). “Isso para compreendermos que os modos de olhar são culturais e que interagem com os modos de representação” (FLORES, 2007, p. 33).

Na época, Harriot adquiriu um fascinante e novo instrumento, inventado no ano anterior na Holanda, o qual denominou “tubo de perspectiva”. Os inventores holandeses tinham pensado que o novo dispositivo seria mais útil para os marinheiros avistarem navios longínquos no mar ou para comandantes militares discernirem instalações e embarcações inimigas distantes. Harriot, entretanto, virou seu “tubo de perspectiva” para a Lua e realizou seu primeiro desenho⁹ (Fig. 1) lunar. Infelizmente, ele não acrescentou nenhuma explicação, salvo a data e hora de sua observação (calendário Juliano): “1609, 26 de julho, 9 p.m.” (EDGERTON, 2006, p. 166). Em qualquer caso – e a razão pela qual ele é dificilmente lembrado na história da astronomia – o esboço bruto de Harriot mostra tão somente um curioso conjunto de linhas; nada mais.

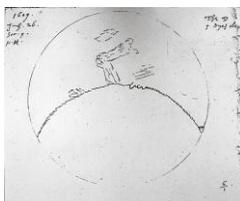


Figura 1 – Primeira ilustração da Lua feita por Harriot, datada de vinte e seis de Julho de 1609.

Por conta disso, os europeus coetâneos a Harriot não tinham razão para duvidar da definição de Aristóteles acerca da Lua como uma

⁹ A imagem encontra-se disponível em: http://galileo.rice.edu/sci/harriot_moon.html. Acesso em: 31 Jan. 2017.

esfera perfeita – quanto a sua forma esférica; mas imperfeita por este corpo celeste apresentar manchas, afinal ela se encontrava no marco divisório de duas regiões distintas: a sublunar e a supralunar (PEDUZZI, 2015a) –, prototípica de todos os planetas e estrelas no cosmos. Manchas a parte, “*Pura como a Lua*” tornou-se uma expressão comum da doutrina cristã, a qual atribuía à simbologia da Lua a Imaculada Conceição da Virgem, sugerindo que o universo, bem como ela, era incorruptível (EDGERTON, 2006, p. 166). Artistas renascentistas devotados a tal preceito, como Bartolomé Estabán Murillo (1617-1682), apoiavam a Maria sobre uma esfera com uma superfície perfeitamente polida e suave.

No entanto, Harriot, ao observar a Lua, desenhou a linha terminadora, isto é, a linha de demarcação entre a parte iluminada e sombreada da Lua, com traços curvos e irregulares, como se caísse sobre uma superfície áspera. Na metade superior da esfera, Harriot indicou “traços” do que hoje se conhece como os grandes “mares” lunares: *Maria Tranquillitatis*, *Crisium*, e *Serenitatis*. Entretanto, ele foi incapaz de reconhecer o significado dessas observações. A “mancha estranha” da Lua, como Harriot chamou o fenômeno, permaneceu tão misteriosa para ele como sempre fora (EDGERTON, 2006, p. 166-167).

Ao mais tardar do mesmo ano (1609), Galileo tomou conhecimento de que na Holanda havia sido desenvolvido um instrumento que possibilitava a uma pessoa enxergar mais de perto objetos distantes. Isto o fez construir um instrumento semelhante, [uma luneta] (GALILEI, 2010, p.153). Ao virar a suposta luneta para o céu noturno, Galileo começou a realizar notáveis descobertas no campo da astronomia e as descreveu em um pequeno livro denominado *Sidereus Nuncius* (O Mensageiro das Estrelas) (GALILEI, 1610), publicado em Veneza em quatro de Março de 1610. O resultado de seus achados causou um grande impacto em relação à propalada perfeição do mundo dos céus proclamada por Aristóteles e defendida pelos seus seguidores (PEDUZZI, 2015a).

Ao investigar a Lua com o seu novo instrumento, Galileo constatou que sua própria experiência em desenho – perspectiva e *chiaroscuro* – aliada a concepções contrárias à visão de mundo de Aristóteles, tornava viável considerar as manchas, vistas também por Harriot, como agregados de sombras lançadas pela cadeia proeminente de montanhas na superfície irregular da Lua. Era, também, possível inferir a existência de altas montanhas a partir dos pontos luminosos que salpicavam a região escura próxima à parte iluminada; citando caso análogo, como quando na Terra, em lugares montanhosos, os primeiros

raios solares atingem os picos mais altos enquanto permanecem à sombra as superfícies menos elevadas (PEDUZZI, 2015a). Ainda, acerca da geografia lunar, Galilei (2010, p.156-157), ponderou que:

Do seu exame [...] podemos discernir com certeza que a superfície da Lua não é perfeitamente polida, uniforme e exatamente esférica, mas é, pelo contrário, desigual, acidentada, constituída por cavidades e protuberâncias, como a face da própria Terra, que está marcada, aqui e acolá, por cadeias de montanhas e profundezas de vales.

Galileo, bem com Harriot, notou que o limite que separa a parte escura da iluminada, em fase crescente ou minguante, não se estende regularmente, seguindo uma linha oval, como aconteceria em um sólido perfeitamente esférico, mas traça uma linha notavelmente sinuosa (GALILEI, 2010, p.156-157).

Diante dessas ponderações, cabe perguntar: Por que Thomas Harriot não viu, no sentido de perceber, o que Galileo Galilei viu, tão precisamente, na Lua, embora a observação deste último tenha sido alguns meses posterior a dele, se ambos os estudiosos olharam para o mesmo objeto? Teria isto ocorrido, apenas, em função de que o “tubo de perspectiva” de Harriot era menos eficaz do que a luneta de Galileo?

À última pergunta, Edgerton (2006, p. 168-169) apresenta uma resposta negativa. Tanto a luneta de Galileo quanto o “tubo de perspectiva” de Harriot foram montados em decrépitos punhos caseiros. Nem o estudioso britânico nem o toscano poderiam ter visto a Lua tão distintamente que sua verdadeira topografia superficial seria instantaneamente auto evidenciada (EDGERTON, 2006, p 169-170).

Quanto à primeira indagação, Hanson (1979, p. 133) argumenta que dois observadores ao olharem para um mesmo objeto podem ter consciência visual da mesma coisa, porém, o *modo* como cada um tem essa consciência é distinto. Harriot e Galileo, ao observarem a Lua, acabam vendo imagens inteiramente diferentes, algo evidente a partir da comparação entre seus desenhos lunares, pois, aquilo que percebem depende de como as imagens que se formam em suas respectivas retinas são decodificadas pelo cérebro.

Ademais, pode-se dizer que “[...] para ver, faz-se necessário saber [...] a composição de uma imagem construída. Assim, é preciso saber ver” (FLORES, 2007, p. 170); como quando Galileo o fez, ao observar e representar a superfície lunar, a partir do uso das teorias e das técnicas da perspectiva e do *chiaroscuro*. “Nesse caso, os dispositivos de visão são os responsáveis pela formação desse olhar, e a técnica é considerada

como o elemento modificador, mas também criador de um modo de olhar” (FLORES, 2007, p. 33). A teoria e a técnica, nesse notório evento, influenciam a produção do conhecimento e tornam a observação não neutra; algo aceitável ao se considerar que a observação, também, é mediada por valores culturais, étnicos, sociais, econômicos, políticos, por subjetividades, especificidades, expectativas, por interesses e pelo contexto no qual se encontra envolvida. Estes e outros fatores condicionam, portanto, os estudiosos a uma determinada interpretação e representação daquilo que veem.

“Há maneiras numerosíssimas de ver uma constelação de linhas, formas e manchas” (HANSON, 1979, p. 135-136) e uma diversidade infinita de leituras e interpretações válidas para as mesmas (FEYERABEND, 2010), que em dadas circunstâncias se tornam relevantes apenas para aqueles que foram criados na tradição correspondente, mas que podem ser totalmente desinteressantes para os demais; este último, é caso dos desenhos lunares de Harriot frente à comunidade científica de seu tempo.

Muitos têm julgado os desenhos do estudioso como sendo inferiores aos de Galileo (PUMFREY, 2009, p. 1-5). Entretanto, seu primeiro esboço da superfície lunar é mais uma forma dentre muitas de interpretar (HANSON, 1958; 1979; FEYERABEND, 2010) a Lua; é uma ilustração única que não deve ser, meramente, menosprezada ou considerada uma execução pobre do programa topográfico de Galileo. Por outro lado, não se pode argumentar o mesmo em relação à produção dos novos desenhos da Lua de Harriot, realizados quase um ano depois de sua primeira observação, inspirados “[...] pelo conteúdo das observações descritas por Galileo no *Sidereus nuncius*” (PEDUZZI, 2015a, p. 133).

Quando se fala nos desenhos lunares do estudioso toscano infere-se que sejam os publicados no *Sidereus Nuncius* e não aqueles em aquarela com tons de sépia (Fig. 2), os quais são mais majestosos do que os divulgados, pois evocam toda a técnica artística, o *chiaroscuro* por exemplo, estudada e aprimorada por Galileo na *Accademia del Disegno*.

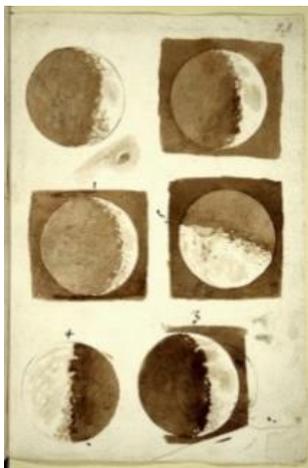


Figura 2 – Seis desenhos da Lua com suas distintas fases em aquarela produzidas por Galileo. Novembro-Dezembro de 1609. Fonte: Florence, Biblioteca Nazionale Centrale, Ms. Gal. 48, f. 28r.

Galileo, certamente, preparou essas aquarelas como modelos para o gravador que ilustraria o *Sidereus Nuncius*. Apenas cinco gravuras das fases da Lua foram impressas no livro, nenhuma reproduzindo exatamente os desenhos em aquarela. A figura 3 indica a sequência com que as ilustrações apareceram no livro de Galileo.



Figura 3 – Diversas imagens da Lua presentes no livro de Galileo Galilei. Fonte: GALILEI (1610).

É provável que Galileo tenha fornecido suas ilustrações, com tons de sépia, apenas como guias para que o gravador pudesse enfatizar as características mais espetaculares da superfície lunar. Galileo, ainda, pode ter permitido ao gravador certa licença artística para exagerar no tamanho da cratera, particularmente escura e profunda, que se situa logo abaixo do centro, ao longo da linha terminadora da figura 4b. Essa cratera seria a representação da *Albategnius*, visível na parte inferior da figura 4c. A partir dela, Galileo ensinava comparar seus lados íngremes com as altas montanhas terrestres que circundam a região da Boémia. Assim, pode, inclusive, ter requisitado ao gravador que a tornasse grande o suficiente para dramatizar que a Lua está coberta por

depressões tão ásperas como as existentes na Terra. Deve-se, também, considerar que o gravador, muito possivelmente, não teria motivos para ter olhado através da luneta de Galileo, ficando dependente única e exclusivamente dos desenhos do astrônomo e, sem dúvida, das descrições verbais um pouco explicitadas por ele (EDGERTON, 2006, p. 172).

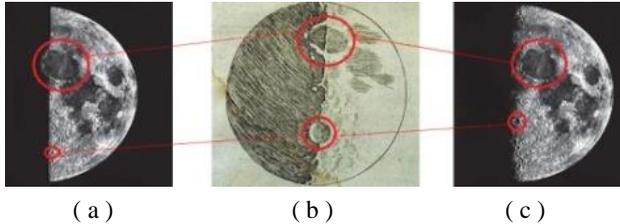


Figura 4 – Comparação das crateras inexistentes. (a): Destaque para a cratera pequena situada quase no extremo da fotografia da Lua. (b): Representação equivocada da cratera inferior e dramaticamente ampliada. (c): Cratera inferior possivelmente retratada pelo gravador na Fig. 4b a pedido de Galileo. Fonte: Elaborada pelos autores. Inspirado em NEVES; SILVA (2008, p. 11).

Os desenhos originais em aquarela de Galileo revelam uma superfície lunar muito mais artística do que as gravuras publicadas. Com as pinceladas hábeis de um praticante de aquarela, ele confere às suas imagens uma súpil e adequada luminescência. Na parte superior esquerda da folha (Fig. 2), reproduzida na figura 5a, verifica-se que ele coloca, em um pequeno trecho, sua prática de lavagens escuras e claras em torno de uma área branca, provavelmente, para ajudar seu gravador a perceber a configuração da cratera lunar ao se inserir a luz nela (Fig. 5b). Galileo indica a cavidade côncava com uma única pincelada escura, deixando uma tira clara, no papel, exposta para representar a borda brilhante da cratera (EDGERTON, 2006, p. 172-173).

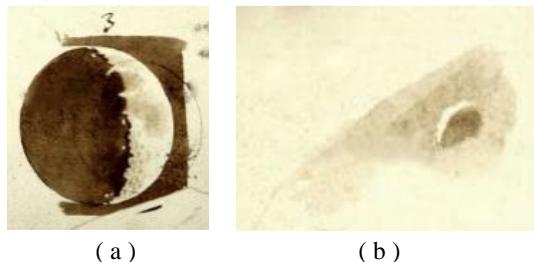


Figura 5 – (a): Desenho original em aquarela produzido por Galileo. (b): Destaque para a cratera ilustrada por Galileo. A cratera desenhada em (a) é menor do que a retratada no livro de Galileo pelo gravador (Fig. 4b) a seu pedido. Fonte: Florence, Biblioteca Nazionale Centrale, Ms. Gal. 48, f. 28r.

É notório que essas pinturas simplórias e minimalistas, porém, altamente profissionais, pertencem tanto à história da arte quanto à história da ciência. No espírito da *Accademia* Florentina, Galileo parece ter-se empenhado no desenho não por causa da auto expressão, mas sim para disciplinar seus olhos e mãos para a ciência.

Dito isto, e depois de ter se maravilhado com o incrível e pitoresco terreno lunar, Galileo retornou ao seu “eu” científico e fez duas outras descobertas surpreendentes relacionadas ao seu conhecimento sobre a perspectiva e sobre o *chiaroscuro*. A primeira foi quando ele percebeu que alguns dos picos lunares mostravam-se iluminados no lado escuro da Lua, mesmo quando o limite da linha terminadora estava muito distante. Ao mesmo tempo, ele foi capaz de converter esse fenômeno em um diagrama geométrico para resolver um problema de sombreamento, lembrando-se, certamente, do tratado de Guidobaldo del Monte (EDGERTON, 2006, p. 174).

Pode-se, a partir disto, inferir que as leituras realizadas por Galileo, seu conhecimento artístico e o contexto – da *Accademia* – no qual estava inserido exerceram influência sob a maneira com que ele via o disco lunar. Harriot, embora não tenha se encontrado sob as mesmas condições ou circunstâncias, também esteve condicionado a influências.

Quatro meses depois da publicação do *Sidereus Nuncius*, e quase um ano após sua primeira observação, Thomas Harriot viria a produzir uma leva de novos desenhos lunares, presumivelmente, inspirados no conteúdo das observações descritas por Galileo em seu livro. Este fato pode ter levado Harriot a refletir acerca de que seu esboço inicial da superfície lunar, realizado em vinte e seis de Julho de 1609, necessitava ser redesenhado e aprimorado. Portanto, as novas ilustrações de Harriot que se sucederam a partir do período de dezessete de Julho de 1610 (Fig. 6b), não necessariamente resultam em representações inferiores dos

desenhos lunares de Galileo presentes no *Sidereus Nuncius*; são, antes de tudo, ideias e variações da nova concepção de mundo de Harriot.

Tanto na ilustração de Galileo (Fig. 6a) quanto na de Harriot (Fig. 6b), há a representação de uma grande cratera arredondada que se supõe ser *Albategnius*. No desenho de Harriot, a cratera situa-se próxima ao centro e no de Galileo encontra-se deslocada para o lado, junto à linha que delimita as partes iluminada e escura do disco lunar (PEDUZZI, 2015a, p. 135).

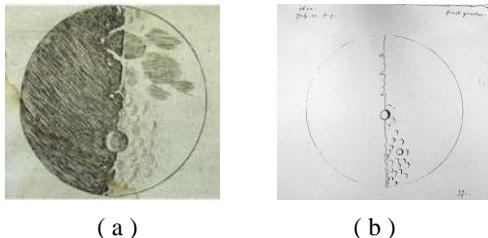


Figura 6 – Comparação entre os desenhos da Lua de (a) Galileo, publicado em seu livro em quatro de Março de 1610, e (b) de Harriot, em dezessete de Julho de 1610.

Uma crítica comum a Harriot é que, pelo menos até ele ler o livro de Galileo, ele não registrou adequadamente a existência de montanhas e de crateras na Lua, cujos padrões de mudança de luz e sombra eram sinais da rugosidade áspera da superfície lunar (PUMFREY, 2009, p. 1-2). Considera-se, então, que a razão pela qual o estudioso britânico não sinalizou explicitamente as características irregulares da Lua e não atribuiu significado as mesmas, pode ser decorrente, também, da carência de seu conhecimento artístico relativo às teorias e às técnicas da perspectiva e do *chiaroscuro*.

Todavia, não se pode saber se, e em que medida, os desenhos de Galileo influenciaram a elaboração dos vários desenhos feitos, posteriormente, por Harriot. O certo é que os tamanhos e as posições das duas grandes crateras em ambas as ilustrações são diferentes, decorrentes de percepções distintas e únicas. “Significa, por fim, perceber que [...] são convenções dadas segundo um regime de pensamento, de um conjunto de conhecimentos e de um modo de sentir e olhar o mundo” (FLORES, 2007, p. 32); portanto, algo não neutro.

Certamente, o que pode ser dito é que os desenhos lunares realizados por Harriot melhoraram desde o primeiro esboço em Julho de 1609 (Fig. 7) até a impressionante ilustração de 1610, reproduzida na figura 8.

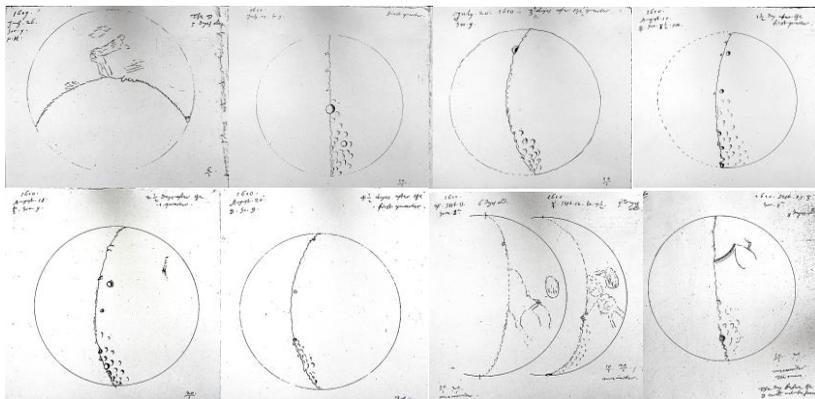


Figura 7 – Registros de uma série de observações sistemáticas do disco lunar feitas por Harriot entre 26 de Julho de 1609 e 15 de Setembro 1610.

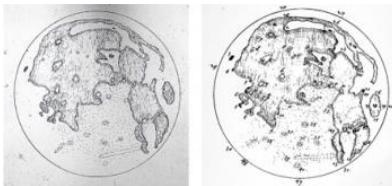


Figura 8 – Ilustração completa da superfície da Lua realizada por Harriot.

Não obstante, foram as ilustrações lunares de Galileo apresentadas no *Sidereus Nuncius* e em aquarelas, do convívio com o sábio italiano e do contexto artístico e científico providos pela *Accademia del Disegno* e pelo final do século XVI e início do XVII, que Cigoli – a partir de uma encomenda do papa Paulo V para retratar uma iconografia muito semelhante ao da Imaculada – pintou, no interior do teto da cúpula da Cappella Paolina Borghesiana, na Basílica de Santa Maria Maggiore, em Roma (Itália), em 1612, o afresco “A Assunção da Virgem Maria” (Fig. 9a).

No afresco da cúpula de Santa Maria Maggiore, a Lua encontra-se aos pés da Madonna [Virgem Maria], numa representação comum da iconografia cristã. Porém, o incomum aqui é esta figura imaculada apoiar-se numa Lua craterada e pós-copernicana e completamente diferente, pois, da Lua “perfeita”, lisa e esférica, que acreditavam os peripatéticos-tomistas. Tal diferenciação reporta-se à descrição da Lua rugosa e craterada de Galilei, [...] em sua obra “*Sidereus Nuncius*”. (SILVA; NEVES, 2014, p.60)

Ainda, ao fundo da pintura de Cigoli, notavelmente, atrás da Virgem Maria pode-se ver uma forma geométrica ovalada. Percebe-se que tal forma, de fortes tons alaranjados, trata-se do Sol. Não poderia ser diferente, pois, “[...] esta Madonna é aquela do livro do Apocalipse que fala de uma Virgem que tem o Sol atrás de si e a Lua sob seus pés [...]” (SILVA; NEVES, 2014, p. 65).

Acima da cabeça da Virgem, verifica-se, ainda, a existência de uma coroa de estrelas. Ao expandi-la para um espaço mais amplo pode-se inferir, dentre outras possíveis interpretações, que a Madonna é “[...] uma espectadora do grande universo heliocêntrico [Fig. 9b] do “De Revolutionibus”, de Nicolau Copérnico, amalgamado com as descobertas telescópicas [...] do “Sidereus Nuncius” [...]”, levadas adiante pela proposta galileiana de fazer a Igreja aceitar a nova ciência (SILVA; NEVES, 2014, p. 65).



(a)



(b)

Figura 9 – (a) : Destaque para a Lua aos pés da Madonna. Fonte: SILVA; NEVES (2014, p.65). (b) : Madonna com elementos deslocados (Sol e Lua) e ampliação da coroa estelar: Madonna heliocêntrica. Destaque para o Sol, quase ao centro do Universo; para a Virgem Maria, representando a Terra, e a Lua girando ao redor da mesma. Fonte: SILVA; NEVES (2014, p. 66).

Cigoli pode ter sido influenciado pelo ideal copernicano de Galileu, partilhando, assim, de sua percepção científica para quem se dispusesse a se aventurar pelo desvendamento do *códex* presente na sua versão da Virgem Maria.

Pode-se dizer, então, que a discussão em torno do modo pelo qual os desenhos lunares de Harriot, de Galileu e de Cigoli foram produzidos (Fig.10), sob diversas influências, pode fornecer indicativos evidentes de que não há neutralidade na observação.

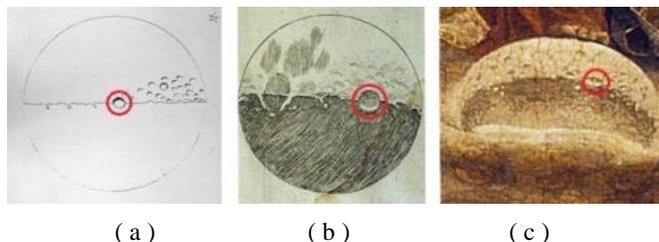


Figura 10 – Comparação entre as Luas e crateras de (a) Harriot, (b) Galileo e (c) Cigoli.

Nota-se, ainda, que a habilidade para ver e explicitar as tênues configurações da superfície lunar não depende apenas da acuidade observacional, mas que também é função da capacidade do observador em ajustar as vagas percepções a um referencial teórico; como nos casos de Galileo e de Cigoli, que fizeram uso das teorias e das técnicas da perspectiva e do *chiaroscuro* para representar a superfície da Lua, confrontando concepções aristotélicas. Por outro lado, verifica-se que o “[...] resultado de escolhas, opções, descartes [e] dificuldades mediante a constituição de saberes” (FLORES, 2007, p. 32), também moldaram o olhar de Harriot ao representar a sua versão da superfície lunar. Com isso, verifica-se, a partir do breve estudo envolvendo esses três estudiosos, que a observação é seletiva; ela exige um objeto, um ponto de vista, um interesse em específico, um problema e etc. (HANSON, 1958).

O mesmo torna-se válido quando se trata de experimentos; os quais dependem do contexto do estudo, da época em que são pensados e desenvolvidos, das condições da pesquisa e das intencionalidades e objetivos do pesquisador conexo aos seus pressupostos e suas convicções teóricas. Ao lado dessas considerações, subsistem questões que carecem ser mais bem exploradas na seção que se segue.

1.3 Otto von Guericke: ^{em} O papel do experimento dos Hemisférios de Magdeburgo

Torna-se relevante, e de extrema significância para uma formação histórico-filosófica mais adequada, que estudantes de qualquer nível de ensino percebam que todo experimento está localizado dentro de uma matriz teórica (que envolve desde ideias apriorísticas até as posteriormente construídas pelo investigador a partir de suas relações com o meio no qual se encontra inserido); de uma matriz procedimental (que inclui todo um conjunto de diferentes abordagens

(FEYERABEND, 1977) experimentais, sustentadas por teorias e convenções acerca de como conduzir, registrar e comunicar experimentos) e de uma matriz instrumental (que abrange diversas teorias de instrumentação). A experimentação (PINHO-ALVES, 2000), como uma atividade científica, exerce diferentes papéis na busca pelo entendimento da natureza, portanto, ela não se enquadra no estereótipo de um método rígido (FEYERABEND, 1977; HACKING, 2012).

Essa visão, a propósito, condiz com as atuais reflexões filosóficas e é contrária ao mito, predominante, de que cientistas podem resolver controvérsias e estabelecer “verdades”, conclusivamente, por meio de experimentos cruciais – que refutam uma de duas teorias, supostamente incomensuráveis, confirmando a outra. “Por que seria necessário possuir terminologia que nos permitisse dizer que é o mesmo o experimento confirmador de uma teoria e refutador da outra?” (FEYERABEND, 1977, p. 409). Os experimentos não detêm, meramente, o papel de corroborar ou de refutar teorias em sua “arte final”. Eles são “[...] parte integrante e essencial do processo de construção do conhecimento, que envolve o diálogo entre as expectativas e convicções teóricas do investigador e as observações que ele realiza” (PEDUZZI; RAICIK, 2016, p. 27).

Conquanto os experimentos, frequentemente, forneçam aos cientistas meios mais significativos para testar conhecimentos – como representado na figura 11 –, eles, *per se*, não são suficientes para prover conhecimentos teóricos, nem tampouco são sempre necessários (FEYERABEND, 1969). Desta maneira, uma visão holística e interativa da relação teoria-experimento, vinculada a história da ciência a partir de imagens, pode fornecer, aos futuros professores e pesquisadores, em particular, uma maneira frutífera para se pensar no desenvolvimento de conceitos e aspectos relacionados à construção do conhecimento científico para sua *práxis*, seja ela científica ou pedagógica.

Face a essa perspectiva, utiliza-se da imagem de Otto von Guericke que ilustra o experimento dos “Hemisférios de Magdeburgo” (Fig. 11) (presente em sua obra “*Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo spatio*”, de 1672) para se discutir a ideia de que os experimentos são impregnados de pressupostos teóricos. Isto, em vista de mostrar que questões teóricas, sejam ideias apriorísticas ou derivadas de ensinamentos e de estudos, dentre outros pontos, moldam o modo de olhar e de produzir o experimento.

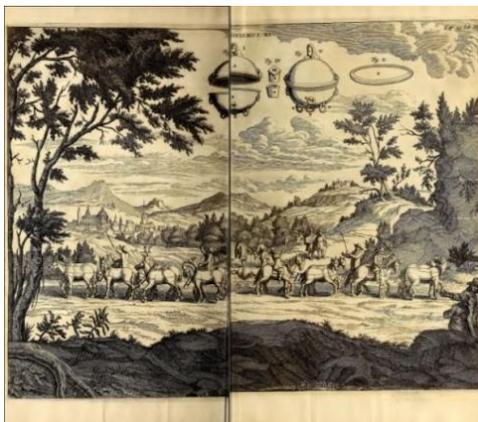


Figura 11 – Ilustração por Guericke representando seu experimento com os hemisférios para o imperador alemão, Kaiser Ferdinand III.

Fonte: GUERICKE (1672, p. 104-105).

No século XVII, uma vasta gama de sábios, eruditos e polímatas, que, fora do âmbito universitário, intercambiavam ideias e experimentos no campo científico, começavam a ganhar destaque especial. Dentre eles estava Otto von Guericke – famoso por suas atividades científicas envolvendo o vácuo (PORTELA, 2006, p. 59).

Otto von Guericke (1602-1686) nasceu em uma família rica em Magdeburgo, na Alemanha. Frequentou a Faculdade de Arte da Universidade de Leipzig, estudou Direito na Universidade de Jena e Matemática, Física e Engenharia de Fortificação na Universidade de Leiden. Durante o período de 1646 a 1676, permaneceu como prefeito da cidade de Magdeburgo, desempenhando, frequentemente, muitas atividades e funções públicas. Devido a isto, pouco de seu tempo era disponibilizado aos seus interesses relativos à ciência experimental do vácuo (HARSCH, 2007, p. 1075).

Guericke tinha como pretensão, reobter o vácuo torricelliano (SCHURMANN, 1945). Inicialmente, tentou produzir vácuo ao tirar a água de um barril de madeira, porém quando, com a ajuda de alguns homens, foi capaz de extrair a água de dentro do barril (Fig. 12), ouviu um ruído: o ar estava “escapando” por alguma abertura do tonel. O problema era que o suposto barril – de vinho, por exemplo – não era hermeticamente fechado, o que possibilitava a passagem desimpedida do ar por entre suas frestas. Isto, todavia, não o impediu de prosseguir.



Figura 12 - Experimento com um barril de madeira em uma tentativa de se produzir um vácuo. Fonte: GUERICKE (1672, p. 74).

Em um experimento posterior, Guericke utilizou uma grande esfera de cobre (Fig. 13) para exaurir o ar diretamente. Quando percebeu que todo o ar estava quase bombeado da esfera, a mesma, inusitadamente, esmagou-se produzindo um ruído alto. Guericke reconheceu a pressão atmosférica como a causa de tal fenômeno e atribuiu à esfera uma certa fragilidade (MADEY, 1984, 112). O problema foi resolvido com a confecção de uma nova e mais “perfeita” esfera.



Figura 13 – Experimento com uma esfera de cobre. Fonte: GUERICKE (1672, p. 74).

Guericke, então, passou a projetar e fabricar um instrumento especial de pistão para gerar o vazio: era a primeira bomba de vácuo, a qual lhe auxiliou na execução de seus experimentos. Deste modo, à Guericke foi creditado, em 1650, o título de inventor da primeira versão (Fig. 14) rudimentar de uma bomba de vácuo, que foi chamada de uma das quatro maiores invenções técnicas do século XVII, sendo as outras; o telescópio, o microscópio e o relógio de pêndulo (MADEY, 1984, p. 111-112).



Figure 14 - Bomba de vácuo de Guericke. Projeto para Friedrich Wilhelm, 1663. Fonte: GUERICKE (1672, p. 76).

Um longo período de experimentação se sucedeu (MADEY, 1984, p.112). A partir de experimentos extensivos e exaustivos relacionados ao vácuo, Guericke mostrou que não mais se poderia ouvir o tilintar de um guizo, que as chamas de uma vela não voltariam a queimar e que diferentes espécies de pássaros não poderiam viver em condições tão rarefeitas. Usando uma nova esfera muito mais resistente que a anterior e uma bomba de vácuo de sua própria construção, ele demonstrou que um vácuo parcial poderia ser criado ao se extrair o ar de dentro do receptáculo (HARSCH, 2007, p. 1075).

Em Maio de 1654, durante a *Diet de Regensburg*, Guericke realizou seu mais famoso experimento a vácuo diante do imperador Kaiser Ferdinand III (1608-1657) (LONGHINI, 2001, p. 259), quando demonstrou a magnitude da pressão atmosférica ao exaurir todo o ar de dentro de uma esfera oca de cobre com uma bomba de vácuo (Fig. 15). A esfera era composta por dois hemisférios – duas semiesferas –, os quais tinham suas bordas confeccionadas de tal modo a serem encaixadas hermeticamente uma na outra. Mantendo-os juntos e reduzindo o máximo possível à pressão em seu interior, Guericke mostrou que eles não poderiam ser separados nem mesmo por um conjunto de quatro pares de cavalos interligados a cada lado – pressionando-os em sentidos contrários –, devido à diferença de pressão externa e interna. Entretanto, uma vez que o ar fosse novamente readmitido no recipiente, os hemisférios poderiam ser facilmente separados. “Esse experimento ficou conhecido como os Hemisférios de Magdeburgo” (PORTELA, 2006, p. 60). Ele foi descrito três anos depois de sua execução, em 1657, pelo jesuíta Kaspar Schott (1608-1666), no seu livro “*Mechanica hydraulico-pneumatica*”, designado por “*Mirabilia Magdeburgica*”. Guericke somente publicou e ilustrou tal

feito, de maneira bastante alegórica, no ano de 1672, precisamente, em seu livro “*Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo spatio*”.



Figura 15 – Zoom in na figura 11. Destaque para os dois grupos de cavalos que tentam, sem êxito, separar as duas semiesferas ocas de cobre durante a demonstração, em Magdeburgo, para o Imperador Ferdinand III. Fonte: GUERICKE (1672, p.104-105).

Verifica-se, a partir de uma breve análise deste acontecimento, que o grande espetáculo pode ter sido criado, supostamente, com o objetivo primordial de utilizar o experimento como uma maneira de cativar a atenção do rei e do público presente, e porque não de persuadi-los, além de outros, para que pudessem despertar certo interesse pela ciência.

De qualquer forma, posteriormente, o jesuíta Kaspar Schott foi ordenado por Ferdinand III a prosseguir com as execuções do experimento de Guericke (Fig. 16).



Figura 16 – Ilustração do experimento “Hemisférios de Magdeburgo”, de Kaspar Schott, presente no livro “*Mechanica hydraulico-pneumatica*” de 1657. Fonte: <<http://www.imss.fi.it/vuoto/eesper4.html>>.

Em 1657 a demonstração de Guericke foi repetida na corte do imperador em Viena e, novamente, em Berlim em 1663. Na corte de Friedrich Wilhelm, o Grande, em Berlim, o estudioso alemão justapôs os dois hemisférios de bronze e extraiu o ar de seu interior com uma bomba de vácuo.

Ademais, ressalta-se que nesta última exposição descrita, assim como nas demais apresentações relativas ao experimento dos “Hemisférios de Magdeburgo”, utilizaram-se ganchos (Fig. 17)

fortemente incrustados em cada um dos hemisférios para se atrelar cordas e puxá-las em sentidos opostos por conjuntos de cavalos igualmente distribuídos. Porém, nem mesmo a força combinada desses cavalos, puxando em direções opostas, foi suficiente para separar as duas partes (HARSCH, 2007, p. 1076).

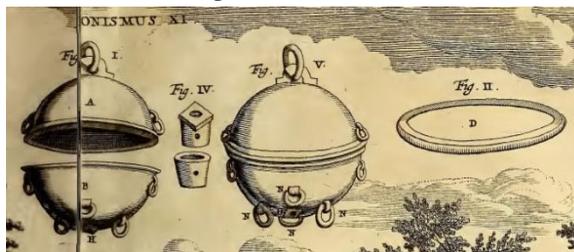


Figura 17 – Zoom in na figura 11. Detalhes, e um exemplo, da esfera oca utilizada no experimento “Hemisférios de Magdeburgo”. Fonte: GUERICKE (1672, p.104-105).

Acerca do exposto acima, questiona-se: Por que foi preciso dois conjuntos de cavalos, interligados a cada lado das semiesferas, se apenas um teria proporcionado o mesmo efeito? West (2013, p. 72) esclarece que, de fato, um conjunto de cavalos teria resultado na mesma força de tensão nos hemisférios se eles tivessem sido presos a uma estrutura sólida como, por exemplo, uma grande parede, embora a exibição talvez tivesse sido menos atraente. A “[...] dramática demonstração [com dois conjuntos de cavalos] provocou um interesse generalizado” (WEST, 2013, p.72), podendo ser considerada como uma forma de refinação de entretenimento por parte dos espectadores.

Guericke, que originalmente não queria publicar seus resultados, foi motivado a escrever sobre suas experiências devido ao crescente interesse público e científico pelo seu trabalho. Ele finalizou seu livro “*Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo spatio*” em 1663, contudo, levou mais uma década para publicá-lo. Suas “Novas experiências de Magdeburgo sobre o vácuo” foram finalmente publicadas em Amsterdã em 1672, aos 70 anos (HARSCH, 2007, p. 1076).

Conquanto Harsch (2007, p. 1075) tenha mencionado que com o experimento [Hemisférios de Magdeburgo] da bomba de vácuo, Guericke teria refutado a noção de longa data de que era impossível existir o vácuo; vale, acerca disso, contra argumentar que o experimento não refutou nem, tampouco, corroborou o “horror ao vácuo” – *horror vacui* – da natureza. Pode-se dizer que o estudioso alemão apenas demonstrou, a partir de uma hipótese, a existência do vácuo e da pressão

atmosférica sobre a matéria. Neste caso, as suas convicções teóricas foram de extrema relevância para o desenvolvimento da atividade experimental. Seus pressupostos interferiram sobre as observações que fez sobre a pressão atmosférica, por exemplo, e, até mesmo, sobre a forma como realizou ou executou o experimento dos “Hemisférios de Magdeburgo”. Com isso, Guericke pode pensar formas coerentes de interpretar, e melhor explorar, o seu experimento, o qual envolveu todo um trabalho de construção, correções – já que não existem “verdades” absolutas ou únicas (FEYERABEND, 2010) – e reconstruções dos fenômenos vivenciados.

Embora se saiba que Guericke frequentou a Faculdade de Arte da Universidade de Leipzig, não se encontrou, contudo, registros acerca de quais ensinamentos artísticos, por exemplo, lhe foram apresentados ou sobre quais conhecimentos foram construídos pelo mesmo nesse período. Não há como pontuar, como no caso de Galileu, em quais momentos Guericke pode ter feito uso de teorias e de técnicas artísticas para pensar a ilustração, a elaboração e a execução de seus experimentos relativos ao vácuo e à pressão atmosférica. O que pode ser dito, e ressaltado, é que tanto essa área do saber quanto as demais por ele trilhadas contribuíram (junto as ideias apriorísticas; aos erros e acertos dos procedimentos experimentais; a bagagem cultural; ao meio e ao contexto em que se estava inserido; a adaptação à situação e ao aperfeiçoamento dos aparatos experimentais) para que persistisse no desenvolvimento de seus estudos relacionados ao vácuo e na elaboração do experimento dos “Hemisférios de Magdeburgo”.

Em meio a isso, verifica-se que um experimento pode exercer diferentes papéis (HACKING, 2012) na construção do conhecimento, dependendo não só de sua inserção em múltiplos contextos históricos como, também, em um mesmo período histórico. Ele pode ser conduzido, meramente, pela curiosidade de se compreender o novo ou um fenômeno em específico, como no caso de Guericke e seu interesse no vácuo e na pressão atmosférica; pode levar à busca do entendimento da natureza, à procura de novas “descobertas” e etc.. O experimento, portanto, não se enquadra no estereótipo de um método rígido, e único, de produzir conhecimento.

Vale salientar, ainda, como já aludido anteriormente, que Guericke não foi o único a realizar experimentos sobre o vácuo. Ele é apenas um dos muitos atores envolvidos com esta temática. Antes dele, Evangelista Torricelli (1608-1647) e Blaise Pascal (1623-1662) contribuíram com experimentos que “demonstravam a existência da

pressão atmosférica e que o vazio poderia ser produzido experimentalmente” (PEDUZZI, 2015b, p. 26).

Sem embargo, muitos estudiosos ainda esboçavam aversão ao trabalho experimental e, obviamente, estavam ainda menos entusiasmados com a questão da bomba de vácuo de Guericke, a qual se encontrava circunscrita no velho debate do *horror vacui*. Havia, entretanto, exceções a essa atitude geral: Robert Boyle e Robert Hooke eram exemplos. Eles reconheceram a bomba de vácuo como uma ferramenta perfeita para investigar as propriedades do vazio e do ar. Posteriormente, desenvolveram vários experimentos com bombas pneumáticas.

De fato, como uma ferramenta de pesquisa a bomba de vácuo guerickeana tinha vantagens significativas sobre o tubo torricelliano, sendo de extrema relevância para a compreensão da natureza e para a construção do conhecimento científico.

1.4 Algumas considerações finais

É relevante considerar o desenvolvimento e a história da ciência, explorando a elaboração do conhecimento científico e o seu poder transformador. Uma maneira de se fazer isto é por meio da aproximação entre arte e ciência, cuja relação constitui um polo frutífero para externar alternativas para se discutir os valores culturais e disciplinares do conhecimento científico, enriquecendo sua significação.

Neste contexto, buscou-se apresentar uma forma de debater, precipuamente, dois aspectos da natureza da ciência através da utilização de episódios da história da ciência expressos em imagens. Os elementos da ndc e os respectivos eventos históricos selecionados caracterizaram-se pela discussão da não neutralidade da observação através dos desenhos lunares produzidos por Harriot, Galileo e Cigoli, contemporâneos do século XVII, e do papel do experimento dos “Hemisférios de Magdeburgo” do Otto von Guericke em meio aos debates envolvendo o vazio e a pressão atmosférica no século XVII.

O objetivo, ainda, envolveu ressaltar que, tanto questões teóricas (relativas às ideias apriorísticas ou às posteriormente construídas pelos sujeitos) quanto técnicas (provenientes de práticas artísticas e científicas desenvolvidas pelos mesmos) exerceram influência no modo de produção do conhecimento. Isto, aliás, foi defendido em dois momentos: (1) ao se discutir que as teorias e as técnicas artísticas da perspectiva e do *chiaroscuro* foram de extrema valia para que Galileo e Cigoli representassem e atribuíssem significado as irregularidades da superfície

lunar, ao passo que Harriot, por conta de um interesse artístico e científico pouco expressivo, fora incapaz de fazê-lo, pelo menos explicitamente. E (2) ao se mencionar que as ideias apriorísticas e as posteriormente construídas por Guericke, por meio de sua jornada acadêmica, dentre outros pontos, tornaram-se relevantes para o entendimento de conceitos e definições relativas a fenômenos físicos e para o desenvolvimento de seus aparatos e experimentos.

Com isso, procurou-se evidenciar que a história da ciência debatida a partir de imagens pode se tornar bastante rica para enfatizar que a construção do conhecimento é uma atividade criativa, subjetiva e “viva”. Esse tipo de estudo, como ferramenta para uma abordagem histórico-filosófica da ciência, pode implementar uma visão de contextualização sociocultural dos alunos, principalmente se utilizado no contexto da formação de professores e pesquisadores da área da física (pois esses últimos, inevitavelmente também exercerão a docência), visto que, suas concepções, por vezes, inadequadas *sobre* ciência, conscientemente ou não, vão acabar refletidas em sua *práxis* científica e pedagógica, podendo impactar negativamente sob a percepção de ciência de seus futuros alunos (GIL PÉREZ *et al.*, 2001; PEDUZZI, 2011; VITAL; GUERRA, 2016).

Nesse sentido, o uso de imagens, no âmbito da HFC, pode direcionar para compreensões mais ponderadas acerca dos aspectos epistemológicos da construção do conhecimento. Como expõem Fiuza *et al.* (2017, p. 8):

As imagens são um campo fértil para discussões histórico culturais que priorizam o contexto sociocultural e a construção do conhecimento científico [; elas] são propícias para reflexões sobre relações entre ciência, sociedade e cultura.

As possibilidades de incrementar a educação científica a partir do uso de imagens, em consonância com a HFC, podem ser diversas. Uma delas se estende até o campo da arte sequencial, isto é, das histórias em quadrinhos (HQs), cujo recurso vincula tanto texto quanto imagem; onde o enredo pode ser desenvolvido com intuito de discutir questões histórico-filosóficas por meio de pinturas, por exemplo.

Sob essa perspectiva, a interligação do texto à imagem pode ampliar a compreensão de conceitos, promover melhores discussões sobre determinadas definições e proporcionar um meio de se expressar pictoricamente concepções a respeito de um assunto. Há, assim, um universo a ser explorado, tanto na dimensão pedagógica destas relações,

quanto na dimensão acadêmica de pesquisa. Os caminhos são os mais variados e desafiadores.

1.5 Referências

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. Improving sciences teachers' conceptions of the nature of science: a critical review of the literature. **International Journal of science Education**, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000.

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; GARCIA-CARMONA, A. Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendências sobre la naturaleza de la ciência em la educación científica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 31, n. 1, p.3-19, 2016.

ALCANTARA, M. C. de; JARDIM, W. T. A utilização da HFC no ensino de física a partir de representações artísticas. In: III CONFERENCIA LATINOAMERICANA DEL INTERNATIONAL, HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE TEACHING GROUP IHPST- LA. Comunicação oral CO22 (**Anais...**). Santiago de Chile, 17-19 Nov. p. 164-172. 2014.

BATISTA, G. L. de F.; DRUMMOND, J. M. H. F.; FREITAS, D. B. de. Fontes primárias no ensino de física: considerações e exemplos de propostas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p.663-702, 23 out. 2015.

BAXANDALL, M. **Sombras e luzes**. São Paulo: EDUSP, 1997.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Para A Formação de Professores da Educação Básica, em Nível Superior, Curso de Licenciatura, de Graduação Plena**. Parecer nº CNE/CP 009/2001, de 08 de Maio de 2001. Relator: Edla de Araújo Lira Soares, Éfrem de Aguiar Maranhão, Eunice Ribeiro Durham, Guiomar Namó de Mello, Nelio Marco Vincenzo Bizzo e Raquel Figueiredo Alessandri Teixeira.(Relatora), Silke Weber (Presidente). Brasília, DF, Seção 1, p. 1-31, 18 de jan. 2002.

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. 2ed, abr. 2016.

BURKE, P. **O que é história cultural**. São Paulo: Jorge Zahar, 2008.

CHINELLI, M. V.; FERREIRA, M. V. da S.; AGUIAR, L. E. V. de. Epistemologia em sala de aula: a natureza da ciência e da atividade científica na prática profissional de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 1, p.17-35, 2010.

COLAGRANDE, E. A. **A natureza da ciência e a interpretação de situações científicas – um estudo com professores de ciências em formação**. 2016. 245f. Tese (Doutorado) – Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

COLAGRANDE, E. A.; MARTORANO, S. A. de A.; ARROIO, A. Reflections about teaching nature of Science mediated by images. **Natural Science Education**, v. 12, n.1, p. 7-19, 2015.

EDGERTON, S. Y. Brunelleschi's mirror, Alberti's window, and Galileo's 'perspective tube'. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13, (supplement), p. 151-79, October 2006.

FEYERABEND, P. K. Science Without Experience. **The Journal Of Philosophy**, v. 66, n. 22, p.791-794, 20 nov. 1969. Philosophy Documentation Center. <http://dx.doi.org/10.2307/2024369>.

_____. **Contra o método**. Trad. Octanny S. da Mata e Leonidas Hegenberg. Rio de Janeiro, RJ. 1977.

_____. **Adeus à razão**. São Paulo: Editora UNESP. 2010.

FIUZA, L.; MARQUES, M. A.; AMARAL, P. do. História da ciência contextualizada e imagens em trabalhos publicados nos ENPEC (2005-2015). In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. (Anais ...). 3 a 6 de julho de 2017.

FLORES, C. **Olhar, saber, representar**: sobre a representação em perspectiva. São Paulo: Musa Editora, v. 4, 2007.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLOA, M.; MARTINS, R. A.
 Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

GALILEI, G. **Siderevs nvnctivs**. Publisher Venetiis, Apud Thomam Baglionum, 1610, 74p. Disponível em:
 <<https://archive.org/details/sidereusnunciism00gali>>. Acesso em: 28 Dez. 2016.

_____. **Sidereus Nunciis - O Mensageiro das Estrelas**. Trad. Henrique Leitão. Fundação Calouste Gulbenkian. 3 ed. 2010.

GALILI, I. On the Power of Fine Arts Pictorial Imagery in Science Education. **Science & Education**. August 2013, v. 22, n. 8, p. 1911-1938. <http://dx.doi.org/10.1007/s11191-013-9593-6>. 2013.

GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n.2, p. 125-153. 2001.

GROTO, S. R.; MARTINS, A. F. P. A Literatura de Monteiro Lobato na discussão de questões acerca da natureza da ciência no ensino fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (belo Horizonte)**, v. 17, n. 2, p.390-413, ago. 2015.

GUERICKE, von O. **Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo spatio**. Amstelodami : Apud Joannem Janssonium à Waesberge, 1672. 292 p. Disponível em:
 <<https://archive.org/details/ottonisdeguerick00guer>>. Acesso em: 11 Fev. 2017.

HACKING, I. **Representar e intervir**: tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012.

HANSON, N. R. **Patterns of discovery**: an inquiry into the conceptual foundations of Science. Cambridge, England: Cambridge University Press, 256 p. 1958.

HANSON, N. R. **Observação e interpretação**. In: MORGENBESSER, Sidney (Org.). Filosofia da ciência. 3.ed. São Paulo: Cultrix, p.127-138. 1979.

HARSCH, V. Otto von Guericke (1602–1686) and His Pioneering Vacuum Experiments. **Aviation, Space, And Environmental Medicine**, v. 78, n. 11, p.1075-1077, 1 nov. 2007. Aerospace Medical Association. <http://dx.doi.org/10.3357/ asem.2159.2007>.

HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles. **Science & Education**, v. 20, n. 3-4, p.293-316, 9 ago. 2010. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s11191-010-9285-4>.

LONGHINI, M. D. **Aprender para ensinar: a reflexão na formação inicial de professores de física**. 2001. 290 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru. 2001.

MADEY, T. E. Early applications of vacuum, from Aristotle to Langmuir. **Journal Of Vacuum Science & Technology A: Vacuum, Surfaces, and Films**, v. 2, n. 2, p.110-117, abr. 1984. American Vacuum Society. <http://dx.doi.org/10.1116/1.572681>. Disponível em: <<http://avs.scitation.org/doi/abs/10.1116/1.572681>>. Acesso em: 18 maio 2017.

MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. Uma análise cruzada de três estudos de caso com professores de física: a influência de concepções sobre a natureza da ciência nas práticas didáticas. **Ciência & Educação (bauru)**, v. 20, n. 3, p.595-616, set. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000300006>.

MARTINS, A. F. P. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p.703-737, 12 maio 2015. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n3p703>.

MEDINA, M.; BRAGA, M. O Teatro como ferramenta de aprendizagem da física e de problematização da natureza da ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 27, n. 2, p.313-333, ago. 2010.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T.; OSTERMANN, F. “História e epistemologia da física” na licenciatura em física: uma disciplina que

busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p.127-134, 2007.

MOURA, B. A. O que é natureza da ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n.1, p.32-46, 2014.

NASCIMENTO, C. A. R. do. Carta de Galileu a Ludovico Cardini de Cigoli em Roma: tradução. **Trans/Form/Ação**, São Paulo, 4:75-79, 1981.

NEVES, M. C. D.; SILVA, J. A. P. da. Disturbing the Perspective: The Church against the New Perspective of Galileo and Cigoli. **Science & Democracy**. 2008. Disponível em: <http://www.dmi.unipg.it/mamone/sci-dem/nuocontri_1/danhoni_silva.pdf>. Acesso em: 30 Dez. 2016.

PANOFSKY, E. **Galileo as a critic of the arts**. Holland: Springer Science+business Media Dordrecht, Martinus Nijhoff, The Hague, 1954. 61 p. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-6203-8>.

PEDUZZI, L. O. Q.; RAICIK, A. C. **Sobre a natureza da ciência**: asserções comentadas para uma articulação com a história da física. Agosto, 2016, 41p. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br. Acesso em: 17 Jan. 2017.

PEDUZZI, L. O. Q. **Evolução dos conceitos da física**. 1.ed, Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2011. 130 p.

_____. **Força e movimento**: de Thales a Galileu. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015a. 209 p.

_____. **Da física e da cosmologia de Descartes à gravitação newtoniana**. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015b. 149 p.

PEDUZZI, L. O. Q. **Sobre a utilização didática da História da Ciência.** In: Pietrocola, M.(org.). Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005.

PINHO-ALVES, J. P. **Atividades Experimentais: Do Método á Prática Construtivista.** 2000.Tese (Doutorado), UFSC, Florianópolis, 2000.

PORTELA, S. I. C. **O uso de casos históricos no Ensino de Física: um exemplo em torno da temática do horror da natureza ao vácuo.** 2006. Dissertação (Mestrado) UnB. 2006. Disponível em: <http://bdtd.bce.unb.br/tedesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1502>. Acesso em: 08 Fev. 2017.

PRETTE, M. C. **Para entender a arte: história, linguagem, época, estilo.** Trad. Maria Margherita de Luca. São Paulo: Globo. 2008.

PUMFREY, S. Harriot's maps of the Moon: new interpretations. **Notes And Records Of The Royal Society**, v. 63, n. 2, p.163-168, 15 abr. 2009. The Royal Society. <http://dx.doi.org/10.1098/rsnr.2008.0062>.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma análise da terminologia descoberta e sua contextualização nos livros didáticos: os estudos de Gray e Du Fay. In: V Encontro Estadual de Ensino de Física - RS, Porto Alegre. (**Atas...**). 2013.

SCHURMANN, P. **Historia de la Física.** Buenos Aires: Nova, 2.ed, 1945. 379p.

SENRA, C. P.; BRAGA, M. A. B. Pensando a natureza da ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p.7-29, 25 nov. 2013. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n1p7>.

SILVA, J. A. P. da; NEVES, M. C. D. **Arte e Ciência no Renascimento: Galileo e Cigoli e as novas descobertas telescópicas.** In: IV JORNADA DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E ENSINO: PROPOSTAS, TENDÊNCIAS E CONSTRUÇÃO DE INTERFACES. São Paulo, Brasil. V. 9, 2014 – pp. 57-74.

SILVA, O. H. M. da; LABURÚ, C. E.; NARDI, R. Contribuições da reconstrução racional didática no desenvolvimento de concepções epistemologicamente mais aceitáveis sobre a natureza da ciência e do progresso científico. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 14, n. 1, p.65-80, 2012.

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JUNIOR, O.; EL-HANI, C. N. A Influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 3, p.529-556, 2009.

VITAL, A.; GUERRA, A. A natureza da ciência no ensino de física: estratégias didáticas elaboradas por professores egressos do mestrado profissional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, p.225-257, 14 mar. 2014. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n2p225>.

VITAL, A.; GUERRA, A. Textos para ensinar física: princípios historiográficos observados na inserção da história da ciência no ensino. **Ciência & Educação (bauru)**, v. 22, n. 2, p.351-370, jun. 2016.

VILAS BOAS, A.; SILVA, M. R.; PASSOA, M. M.; ARRUDA, S. M. História da ciência e natureza da ciência: debates e consensos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p.287-322, 27 jun. 2013. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 2013.

WARWICK, G. “The Story of the Man Who Whitened His Face”: Bernini, Galileo, and the Science of Relief. **The Seventeenth Century**, v. 29, n. 1, p.1-29, 2 jan. 2014. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/17496977.2013.879821>.

WEST, J. B. Torricelli and the Ocean of Air: The First Measurement of Barometric Pressure. **Physiology**, v. 28, n. 2, p.66-73, 1 mar. 2013. American Physiological Society. <http://dx.doi.org/10.1152/physiol.00053.2012>. Disponível em: <<http://physiologyonline.physiology.org/content/nips/28/2/66.full.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2017.

ZANETIC, J. Física e arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-Posições**, v. 17, n. 1, p. 39-57, jan./abr. 2006.

Artigo 2

**A CONCEPÇÃO OBSERVATIVA-INTERPRETATIVA DE
NORWOOD HANSON, O RELATIVISMO DE PAUL
FEYERABEND E AS IMAGENS: PROJEÇÕES PARA A
FORMAÇÃO DOCENTE E CIENTÍFICA**

A concepção observativa-interpretativa de Norwood Hanson, o relativismo de Paul Feyerabend e as imagens: projeções para a formação docente e científica¹⁰

RESUMO: A proposta do presente artigo envolve explorar o potencial de imagens a partir de uma abordagem epistemológica, centrada em Norwood Hanson e Paul Feyerabend, com o objetivo de proporcionar um meio pelo qual professores e bacharéis de física em formação possam (re)pensar sobre os múltiplos processos que se fazem presentes em suas práticas; sejam elas pedagógicas ou científicas. Com este tipo de reflexão busca-se mostrar, nesse caso em específico, que é possível e viável se valer de outras abordagens didático-pedagógicas, bem como científicas, para se desenvolver um pensamento mais flexível e inventivo.

Palavras-chave: Relativismo Feyerabendiano. Observação e interpretação Hansoniana. Formação docente por meio de imagens.

ABSTRACT: The purpose of this paper is to explore the potential of images from an epistemological approach, centered on Norwood Hanson and Paul Feyerabend, in order to provide a means by which teachers and undergraduate physicists can (re)thinking about the multiple processes that are present in their practices; whether pedagogical or scientific. With this type of reflection it is sought to show, in this specific case, that it is possible and feasible to use other didactic-pedagogical as well as scientific approaches to develop a more flexible and inventive thinking.

Keywords: Feyerabendian relativism. Hansonian observation and interpretation. Teacher training by images.

2.1 Introdução

¹⁰ Uma versão resumida deste artigo foi submetida e apresentada no XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XI ENPEC), no dia 04 de Julho de 2017, nas dependências da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, na cidade de Florianópolis. Resumo completo disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0621-1.pdf>>. Acesso em: 07 Nov. 2017.

Compreende-se que a educação científica pode e deve oferecer subsídios para que o aluno desenvolva uma cidadania mais consciente e atuante. A história e a filosofia da ciência (HFC) podem vir a contribuir para que esse processo ocorra, pois além de auxiliar para uma melhor compreensão sobre a natureza da ciência (ndc), podem favorecer um entendimento mais apropriado sobre a construção do conhecimento científico.

Contudo, a postura teórica do professor, em suas aulas, com frequência, não condiz com as reflexões filosóficas contemporâneas. Esse quadro torna-se preocupante para com o âmbito escolar, visto que, concepções inadequadas de ciência mantidas pelo professor, conscientemente ou não, se refletem em sua *práxis* e impacta negativamente sob a percepção de ciência de seus alunos (GIL PÉREZ *et al.*, 2001; MENDES; BATISTA, 2016; VITAL; GUERRA, 2016).

Tal cenário parece estar atrelado a uma inapropriada formação histórico-filosófica do professor (MATTHEWS, 1995; MARTINS, 2007; HÖTTECKE *et al.*, 2010; PEDUZZI, 2011; VITAL; GUERRA, 2016), que, por sua vez, desajuda e impossibilita que o mesmo possa permear por entre diversos caminhos epistemológicos e metodológicos. A apresentação e discussão de um pluralismo metodológico (FEYERABEND, 1977), em cursos de formação de professores e pesquisadores da área da física, pode contribuir para que futuros docentes considerem a produção e o desenvolvimento do conhecimento científico como algo plural, coletivo e criativo (SILVA; GOBARA, 2016), e que deva ser incorporado em sua prática científica e pedagógica de modo adequado.

Diante disso, surge a necessidade de inovar as práticas, buscando novas metodologias e estratégias que despertem no aluno competências específicas em física, levando-o a interagir com competências de outras áreas de forma a se apropriar de um aprendizado mais amplo e interdisciplinar. Além de instigá-lo a pensar a física de outras maneiras, procurando mantê-lo interessado na disciplina. (OLIVEIRA; GOMES, 2016, p. 945)

Abraçar, então, as relações entre a física e a arte pode permitir, por exemplo, um maior enriquecimento do significado do conhecimento científico, o qual pode ser compreendido como uma construção histórica, filosófica, cultural e mais humana.

Frente a isso, a proposta do presente artigo envolve explorar o potencial de imagens a partir de uma abordagem epistemológica, centrada nos trabalhos dos filósofos da ciência Norwood Hanson (1958, 1979) e Paul Feyerabend (1977, 2010), com o objetivo de fornecer um meio pelo qual professores e bacharéis de física em formação possam (re)pensar sobre os múltiplos processos que, por vezes, se fazem presentes, implícita e inventivamente, em suas práticas. Isto porque tanto a *práxis* pedagógica quanto a científica demandam maneiras plurais de reflexão e ação; o professor ao se deparar, cotidianamente, com modos de aprender diversos; e o cientista ao percorrer por caminhos que possam lhe auxiliar na compreensão e explicação de contratempos que despontam em suas investigações.

Desta forma, um pensamento inovador e criativo pode contribuir na busca de soluções para os problemas que se impõem sob as mais diversas faces e circunstâncias. Por conta disso, trazem-se as concepções do relativismo, proposto por Feyerabend (2010), e da observação e interpretação¹¹, colocado por Hanson (1958, 1979), veiculadas a imagens, como uma maneira de incrementar a formação de futuros professores, também de pesquisadores, a ponto de se propiciar o estabelecimento de novas formas de pensar mundos paralelos que coabitam e se alimentam reciprocamente.

Nessa perspectiva, o repensar e operacionalizar mudanças na formação inicial de professores e pesquisadores torna-se indispensável, pois é dessa formação que sairão os agentes que poderão promover as transformações necessárias na educação básica.

2.2 Por uma formação docente mais plural e criativa

Professores, por vezes, ao não terem sido apresentados à diversidade e a um pluralismo epistêmico e metodológico durante a sua formação inicial, veem-se, em reincidência, frente aos ritmos do cotidiano e às exigências impostas pelo sistema. São levados a perpetuar os mesmos saberes com as mesmas práticas, ao longo de anos, para os mais diversos grupos de sujeitos, cujo aprendizado expressa-se por diversas maneiras.

¹¹ Entende-se que o ato de observar e interpretar constitui-se por meio de informações construídas *a priori* pelo sujeito.

Diante disso, verifica-se que a metodologia pluralista¹² (anarquismo epistemológico), defendida por Feyerabend (1977) para o desenvolvimento científico, pode trazer contribuições relevantes para o ensino, em virtude da complexidade das variáveis envolvidas em uma sala de aula.

Laburú *et al.* (2003, p. 245) ponderam que:

O argumento pela diversidade procura defender a ideia de que acorrentar as concepções do professor a monolíticos estratagemas, propagados pelos programas pedagógicos, não é produtivo para sua praxe profissional criativa, assim como, limita, ou mesmo fossiliza a sua reflexão crítica, a sua imaginação, frente ao processo de ensino-aprendizagem.

Sob esse viés, discute-se que a imaginação, como condição subjetiva responsável por ligar as sensações e os dados sensíveis ao entendimento, torna-se essencial para o desenvolvimento cognitivo. Ela incita a mente humana a *insights*¹³ de ideias e soluções para os problemas que se impõem ao longo da vida e da natureza (MILLER, 1996). Nesse caso, Lebrun (1970, p. 396) salienta que “[...] a imaginação [...] pode se subtrair ao constrangimento do entendimento”. Em outras palavras, que a imaginação do sujeito deve se desprender e escapar dos regulamentos que regem o entendimento, a tal ponto de poder vagar livremente por onde as sensações ou faculdades a levarem.

Todavia, em um ensino tradicional e dogmático esse processo plural e criativo torna-se pouco valorizado, sendo alvo de críticas por Feyerabend (1977, p. 71):

Educadores progressistas têm sempre tentado desenvolver a individualidade de seus discípulos, para assegurar que frutifiquem os talentos e convicções particulares e, por vezes, únicos que uma criança possui. [...] Com efeito, não se faz

¹² O significado geral de pluralismo que se pretende empregar, neste artigo para uma educação científica, é mais o de oposição a um princípio único, absoluto e imutável de ordem, do que uma oposição a tudo e a qualquer organização (REGNER, 1996, p. 233-34).

¹³ Mesmo o que pode se apresentar como um *insight*, uma revelação súbita, é, na verdade, o resultado de um trabalho (o que já implica a ideia de tempo) nas resistências. Não é algo que se dá espontaneamente, pois há a necessidade do tempo para as perlaborações.

necessário preparar o jovem para a vida *como verdadeiramente ela é?* Não significa isso dever ele absorver um *particular conjunto de concepções*, com exclusão de tudo o mais? E, se um traço de imaginação nele permanecer, não encontrará adequada aplicação nas artes ou em um fluido reino de sonhos que pouco tenha a ver com o mundo em que vivemos? Ao final, não levará esse processo a um divórcio entre a realidade odiada e as deliciosas fantasias, entre a ciência e as artes, entre a descrição cautelosa e a irrestrita autoexpressão? Os argumentos em prol da pluralidade evidenciam que isso não precisa acontecer. É possível *conservar* o que mereceria o nome de liberdade de criação artística e *usá-la amplamente* não apenas como trilha de fuga, mas como elemento necessário para descobrir e, talvez, alterar os traços do mundo que nos rodeia.

Do contraste entre passado e presente, pondera-se, ainda, que:

No ensino, infelizmente e predominantemente, todo conhecimento é dito e repetido sem que se pense sobre ele, tampouco que a partir dele se crie. A isso se intitula “ensino tradicional”, embora essa denominação tenha uma descrição que vai muito além de uma prática negativa. O “ensino tradicional” não é um vilão, dentro dele muito se pode transformar, mas como dito, frente à resistência tradicionalista, o novo ensino, [...] terá de ser também bastante resistente, persistente, além de muito convincente. (OLIVEIRA; GOMES, 2016, p. 946)

Como afirma Feyerabend (1977, p. 337-338), “ ‘Professores’, recorrendo aos graus e ao temor da reprovação, moldam o cérebro dos jovens até que estes percam a última dose de imaginação que hajam possuído. A situação é desastrosa e de correção difícil”.

Frente ao ensino tradicional, com seu domínio e resistência, e [...] ao sistema educacional falido e fadado à descrença, fez-se a perguntar: por que não fazer diferente? Não apenas reproduzir, mas inventar, chamar os meninos [e as meninas] a pensar a física, a conhecê-la por meio de sua história e beleza? (OLIVEIRA; GOMES, 2016, p. 945)

Aqui, também, cabem outros questionamentos: como se distanciar de tal cenário? E como seria uma educação em consonância com as sugestões e críticas de Feyerabend? A esta última é pertinente à ponderação de Müller (2001, p. 46-47):

Uma que se apresente sob diversas formas: algo semelhante ao teatro de ideias de Piscator e Brecht, baseado na inovação das diferentes formas de representar, resultando na apresentação de aulas que poderão ser na forma de explicação científica, de teatro, de novela, de diálogo; [...] Ou seja, a educação deve se aproximar das artes.

Na expectativa de responder a primeira indagação, buscam-se sugestões (MÜLLER, 2001; LABURÚ, 2003; DAMASIO; PEDUZZI, 2014, 2015a-b; OLIVEIRA; GOMES, 2016) para se pensar práticas científicas e pedagógicas mais condizentes à luz das atuais reflexões filosóficas e culturais.

É, pontualmente, nesse sentido que o cerne deste estudo detém-se em explorar o potencial de imagens, na formação inicial de professores e pesquisadores, sob o viés epistemológico relativístico de Feyerabend (2010) e sob as concepções de observação e interpretação propostas por Hanson (1958, 1979), a fim de mostrar que a construção e a socialização do conhecimento científico permitem múltiplas intersecções com a produção e fruição das artes. Acima de tudo, quer-se destacar que tais “intersecções” podem se manifestar sob a forma de inúmeras abordagens, as quais podem auxiliar na configuração de práticas distintas e inventivas por parte dos futuros docentes e cientistas. Em suma, Feyerabend pondera: “[...] *a melhor educação consiste em imunizar as pessoas contra tentativas sistemáticas de educação*” (FEYERABEND, 2010, p. 375.).

2.3 A dialogicidade entre imagem e palavra

Convém, portanto, dizer em um primeiro momento que, sem ignorar uma multiplicidade de sentidos (AUMONT, 1993) – sendo que por si só a imagem é um vastíssimo e fecundo assunto tanto quanto discutir ciência –, aqui tão somente se defenderá a ideia de que a imagem se relaciona “[...] a enunciados ideológicos, culturais, em todo caso simbólicos [– construídos por sujeitos que se estabelecem historicamente –, sem os quais ela não tem sentido” (AUMONT, 1993, p. 248). E que, por conta disso, ela não só pode ser vista, como também lida, “[...] configurando uma linguagem feita de imagens traduzidas em

palavras e de palavras traduzidas em imagens [...]” (MANGUEL, 2001, p. 21).

A esse respeito, Feyerabend (1977, p. 389-90) argumenta que:

[...] o artista [...] trata a superfície sobre a qual pinta como o escritor trataria uma folha de papiro; [...] os traços que o artista deixa sobre a superfície são comparáveis às linhas de um diagrama ou às letras de uma palavra.

Conforme Hanson (1958, p. 25), imagens e palavras diferem em tipo lógico. O distanciamento entre linguagem visual e escrita consiste no fato de que a visão é essencialmente pictórica, enquanto o conhecimento é fundamentalmente linguístico. Ambas as linguagens são elementos indispensáveis para enxergar-se e estão intrincadas de modo complexo, dado que só se pode ver as coisas para as quais já se possui consciência ou conhecimento sobre (MANGUEL, 2001, p. 27), pois “nunca olhamos para uma coisa apenas; estamos sempre olhando para a relação entre as coisas e nós mesmos” (BERGER, 1999, p. 10-11).

Ver, então, torna-se um amálgama tanto de imagens quanto de palavras (HANSON, 1958, 1979), devido a englobar, no mínimo, os conceitos de sensação visual, os sinais de apreensão de sensações e de conhecimento, e os sinais da apreciação do significado.

Nem todos os elementos de uma manifestação escrita correspondem aos elementos de uma pictórica. Há um fator "linguístico" em ver – pois, primeiramente, requer-se uma espécie de aprendizado –, embora não haja nada linguístico sobre o que se forma no córtex cerebral. A menos que existisse esse elemento linguístico, nada do que se observa poderia ter relevância para o conhecimento. Não se poderia falar de observações significativas; e nada visto faria sentido. Qual o significado, então, de algo fazer sentido senão pela sua descrição composta de sentenças compreensíveis? (HANSON, 1958, p. 25). Não é isto, por exemplo, que fazem aqueles que se debruçam sobre uma tela? Que, posterior a um instante de deslumbramento perante a mesma, a descrevem na expectativa de atribuí-lhe significado e de poder compreendê-la? Tanto a imagem quanto a palavra são necessárias para que isso ocorra. O mesmo torna-se válido para o entendimento do mundo, que abrange a complexidade das experiências, da bagagem cultural, conceitual de quem o vê e dos desafios do contexto em que se estabelece essa comunicação.

Flores (2007, p. 28-29), a título de exemplo, pondera que:

[...] quando o artista opta por uma possibilidade de representação em detrimento de tantas outras está

revelando mais que seu estilo, sua relação particular com o mundo; um mundo que, por sua vez, está inserido numa cultura inerente a uma sociedade com seus próprios regimes de conhecimento, suas crenças e tradições. Inseridos, portanto, em sua própria maneira de conceber, ver e interpretar o mundo [...].

A isso se remete o caso da releitura da tela de Leonardo da Vinci – *Mona Lisa* (Fig. 1a)¹⁴ – realizada sob o olhar peculiar do pintor ucraniano Oleg Shuplyak na figura 1b¹⁵.



(a)



(b)

Figura 1 – (a) Tela “*Mona Lisa*” (A Gioconda) – Retrato de Lisa Gherardini, esposa de Francesco del Giocondo (1503–1504) por Leonardo di ser Piero da Vinci ou, preferencialmente, por *Io Leonardo*. (b) Tela “*Пейзаж в італійському стилі*” (2007) (Paisagem no estilo italiano) por Oleg Shuplyak.

Shuplyak nasceu em 23 de Setembro de 1967, na região de Ternopil, a oeste da Ucrânia e estudou arquitetura na Escola Politécnica da Universidade Nacional *Lviv Architecture*. É provável que nesse local tenha aprendido a compor imagens e, articuladamente, posicioná-las umas às outras, criando, então, o efeito artístico que parece distorcer a realidade, como visto na figura 1b.

As obras do pintor Salvador Dalí (1904-1989), precipuamente a tela “*Slave Market with the Disappearing Bust of Voltaire*” (1940)

¹⁴ Imagem disponível em: <<http://www.louvre.fr/en/oeuvre-notices/mona-lisa-portrait-lisa-gherardini-wife-francesco-del-giocondo>>. Acesso em: 15 Jul. 2016.

¹⁵ Imagem disponível em: <<http://arts.in.ua/artists/MrOlik/w/91999/>>. Acesso em: 15 Jul. 2016.

(Mercado de escravos com o busto de Voltaire desaparecendo), pode ter sido um marco inicial para que o artista ucraniano passasse a combinar elementos e planos diferentes de forma surrealista (KUSHNIR, 2016, p. 119).

Para alcançar o efeito almejado em suas imagens, Shuplyak estabelece algumas regras, como, por exemplo, o de que (1) os elementos da imagem devem estar ligados logicamente e (2) que se ela for representar o retrato de algum personagem, então o plano paralelo ao retrato deve ser o dos protagonistas ou o das características de suas obras. Isto, de fato, faz com que Shuplyak, em muitos de seus trabalhos, transforme cenas em retratos e chegue o mais próximo possível do estilo desse ou daquele autor (KUSHNIR, 2016, p. 119).

Assim, considera-se que as imagens geralmente copiam os originais, como no caso da tela de Shuplyak sobre a de Leonardo e a tela, deste, para com os originais – uma paisagem e uma mulher “reais”. Todos os elementos de uma cópia, no entanto, têm o mesmo tipo de função. As linhas representam elementos no original. A disposição dos elementos da cópia mostra a distribuição dos elementos no original. A cópia e o original são do mesmo tipo lógico. Da mesma forma, a linguagem pode copiar o que descreve (HANSON, 1958, p. 26-27). Tal argumento torna-se evidente a partir da discussão que envolve a figura 2.

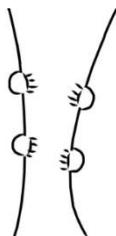


Figura 2 – Imagem “*O urso está na árvore*”. Fonte: HANSON (1958, p. 12).

A imagem (Fig. 2) contém um elemento-urso e um elemento-árvore. Se for verdadeiro à vida, então no original há um urso e uma árvore. A imagem combina os elementos a partir da representação da relação real entre o urso e a árvore. A sentença, que descreve a situação da imagem, conjuga “urso” e “árvore” no esquema: “*O_____ está na _____*” (HANSON, 1958, p. 27). Neste caso, entende-se a linguagem verbal, também, como uma correlação da existência entre o urso e a árvore. Tanto a imagem como a sentença podem ser consideradas como cópias “verdadeiras”, no sentido de que elas não se fazem presentes no

original – são representações singulares, nunca iguais entre si e o próprio original – e, este, não se encontra contido nelas.

Verifica-se, à vista disso, que os elementos da imagem configuram-se em representações dos elementos do original: como “urso” e “árvore”. A relação entre ambos componentes pode ser expressa simbolicamente por “uRa” (HANSON, 1958), onde “u” faz referência ao urso, “a” a árvore e “R” a relação que se estabelece entre “u” e “a”.

A partir do modo como são dispostos os componentes “u” e “a” na cópia, pode-se entender como ocorre a organização dos mesmos na situação original. Por exemplo, o conjunto “uRa” – “*O urso está na árvore*” – mostra o que se obtém com um urso e uma árvore em um cenário “real”, como realizado na figura 2. Enquanto que o arranjo “aRu” – “*A árvore está no urso*” – e um certo conjunto de linhas ininteligíveis, não revelam o que realmente se extrai da relação (R) “u” e “a”. Sem uma sentença organizada, a de que “*O urso está na árvore*” (uRa), não se compreenderia a existência de um urso ou de uma árvore na figura 2. A imagem somente diz algo se for traduzida, ou melhor, transformada em palavras. “Uma imagem diz mais que mil palavras”, se, e somente se, houver palavras para tal dizer.

Entretanto, um leitor, ao tomar consciência das circunstâncias descritas na figura 2 identifica, também, por meio de sua bagagem cultural, um urso ou outro animal, o qual parece esconder-se atrás do tronco de uma árvore na medida em que o abraça ou o escala. Isto se desenvolve devido às imagens, ao contrário das palavras, serem acessíveis a todos.

Na vertente entre imagem e linguagem, Hanson (1958, p. 27-28) menciona que se podem esboçar os dentes de um urso, mas não seu rosnado, como também não se poderia ver o rosnado do urso original. Leonardo pode ter desenhado o sorriso de *Mona Lisa*, mas não o seu riso. As palavras, no entanto, são mais versáteis. A linguagem verbal pode encapsular cenas e sons, dentes e rosnados, sorrisos e risos; uma imagem pode fazer uma ou outra, mas não ambas.

As diferenças entre representar e referenciar, entre arranjar e caracterizar são o que diferenciam as imagens da linguagem verbal. Um exemplo de que, também, há uma diferença considerável entre sequências verbais e pictóricas (imagens) pode ser mostrado na figura 3, na qual se imagina uma sucessão dinâmica de eventos presentes em uma história em quadrinhos (HQs); como estar ou sair de um local, pegar o carro, deslocar-se por meio do trânsito até chegar a um dado destino. Do mesmo modo, com a sequência inversa, é relativamente fácil imaginar

sair do local em que se chegou, pegar o carro, deslocar-se no trânsito e voltar ao ponto inicial. “Todavia é muito mais difícil dizer um provérbio familiar ao contrário, uma vez que não é fácil trabalhar a contramão da língua” (SADOSKI; PAIVIO, 2001, p. 57).



Figura 3 – Arte sequencial em uma história em quadrinhos. Fonte: McCloud (1995, p. 105).

Assim, ao se olhar para algo, na tentativa de ver esse algo, deve-se procurar “[...] não só transformar as palavras em sons e sentido, mas as imagens em sentido e histórias” (MANGUEL, 2001, p. 172).

2.4 A observação e a interpretação

Verifica-se, portanto, que para ver uma imagem requer-se uma espécie de aprendizado, pois é a partir do conhecimento prévio, das concepções intrínsecas ao apreciador e etc., que a imagem passa a ser “[...] traduzida nos termos da nossa própria experiência” (MANGUEL, 2001, p. 27).

Nenhuma dificuldade surge caso olhemos a pintura como um *catálogo visual* das partes de um acontecimento, em vez de contemplá-la como ilusória apresentação do próprio acontecimento. [...] Contudo, essa interpretação há de ser *aprendida*, não decorre diretamente do quadro [imagem]. (FEYERABEND, 1977, p. 359)

Hanson (1979, p. 130) já poetizava: “no ver existe algo mais do que aquilo que nos chega aos olhos”; em outras palavras, não basta que a imagem dê-se a ver, é preciso mostrar-se apto a vê-la.

Acredita-se, ainda, que as observações não podem ausentar-se das interpretações nem vice-versa, devido à possibilidade de perda de suas respectivas significações (HANSON, 1979, p. 127). Do mesmo modo, exemplifica-se que não se pode “[...] separar a tela da pintura, em um quadro, pois isso redundaria em destruí-lo” (ibidem, p. 138). Citando caso análogo, Hanson indaga:

Consideremos Johannes Kepler. Imagine-o numa colina observando o amanhecer. Junto a ele, está Tycho Brahe. Kepler considerava o Sol como fixo: era a terra que se movia. Mas, Tycho seguiu Ptolomeu e Aristóteles, pelo menos acerca da consideração de que a terra estava fixa [...]. *Kepler e Tycho veem a mesma coisa no leste ao amanhecer?*¹⁶.

Ao que o autor responde: “Sim e não. Sim – têm consciência visual do mesmo objeto; não – o *modo* como têm essa consciência é profundamente diverso” (HANSON, 1979, p. 133).

¹⁶ HANSON, 1958, p. 5.

Os processos físicos envolvidos quando Kepler e Tycho assistem ao amanhecer são dignos de nota. Para tanto, atribui-se aos dois astrônomos uma visão “normal”. Fótons idênticos, provenientes do Sol, propagam-se pelo espaço e pela atmosfera terrestre. A córnea é o primeiro meio transparente encontrado pelos fótons, que após refratarem-se nela, incidem no humor aquoso, um meio líquido. Posterior a isso, a íris, que responde pela coloração do olho, assume a função de controlar a variabilidade da intensidade de fótons (de luz) que perpassarão pela pupila. Os fótons, com direito a passagem, atingem o cristalino convergindo-se – na medida em que atravessam o corpo vítreo – na retina, uma espécie de anteparo onde as imagens são projetadas. Aos que lá chegam – fótons incidentes sobre a retina –, são convertidos em impulsos elétricos, pelos cones e bastonetes – células fotorreceptoras. Esses sinais são enviados, através dos nervos ópticos, até o cérebro, os quais são interpretados como sensações visuais daquilo que os olhos veem. Esta mesma configuração (MACHADO; HAERTEL 2006; MOORE, 2014) é gravada tanto na retina de Kepler como na de Tycho. Desta forma, pode-se dizer que ambos veem a mesma coisa (HANSON, 1958, 1979). Aparentemente, a imagem em si do amanhecer não se altera.

Entretanto, há a possibilidade, como de fato se verifica, de Kepler e Tycho verem imagens inteiramente diferentes, pois, aquilo que percebem no mundo depende de que informação é extraída pelas suas respectivas retinas e como é analisada e interpretada pelo resto do sistema nervoso central.

As percepções são vistas como uma resposta causal de nosso aparelho sensorial aos estímulos externos, fruto de nossa interação com o mundo ao nosso redor. Eventuais divergências aparecem alhures, a propósito de seu aspecto cognitivo. (GAVA, 2016, p. 154)

Dizer, então, que Kepler e Tycho veem a mesma coisa no amanhecer, só porque seus olhos são afetados de forma semelhante, é um erro elementar. Há uma diferença entre um estado físico e uma sensação visual (HANSON, 1958, p. 8). Assim, dois observadores ao olharem para o mesmo objeto não veem e não têm percepção da mesma coisa. O ato de observar e interpretar difere de observador para observador, pois a “[...] atenção detém-se, naturalmente, em objetos e acontecimentos que, em razão de [...] interesses seletivos, dominam o campo visual” (HANSON, 1979, p. 135). A relatividade da percepção

reside somente naquelas maneiras de ver que nos fornecem informação (DRETSKE, 1969).

Os valores culturais, étnicos, sociais, econômicos, políticos, as subjetividades, especificidades, expectativas, os interesses e o contexto no qual se encontra envolvido, condicionam, assim, o observador a uma determinada interpretação da imagem. Constrói-se, portanto, a partir de reverberações de outrem, a própria história (MANGUEL, 2001, p. 28).

Às pinturas, atribui-se um carácter temporal da narrativa. Amplia-se o que é circunscrito por uma moldura – como que capaz de prolongar sua existência, no que se refere ao contexto da tela –, na expectativa de narrar “[...] uma história cujo começo foi perdido pelo espectador e cujo final o artista não tem como conhecer” (MANGUEL, 2001, p. 291). Disso, confere-se, então, à inconvertível imagem, “[...] uma vida infinita e inesgotável” (MANGUEL, 2001, p. 27).

Assim, uma pintura passa a existir no espaço em que se encontra, independentemente do tempo que se reserva para contemplá-la. Ela:

[...] existe em algum local entre percepções: entre aquela que o pintor imaginou e aquela que o pintor pôs na tela; entre aquela que podemos nomear e aquela que os contemporâneos do pintor podiam nomear; entre aquilo que lembramos e aquilo que aprendemos; entre o vocabulário comum, adquirido, de um mundo social, e um vocabulário mais profundo, de símbolos ancestrais e secretos. Quando tentamos ler uma pintura, ela pode nos parecer perdida em um abismo de incompreensão ou, se preferirmos, em um vasto abismo que é uma terra de ninguém, feito de interpretações múltiplas. (MANGUEL, 2001, p. 29)

Com isso, como “[...] nada mais somos do que uma multiplicidade de espirais infinitesimais [...]” (MANGUEL, 2001, p. 316) – em “uma terra de ninguém”, o contemplador pode utilizar de sua bagagem conceitual, cultural e de seu pulsar criativo, impregnado por questões sociais, políticas, econômicas, étnicas, históricas, filosóficas e etc., para desvendar e decidir os rumos que a pintura seguirá. Embora, neste caso, uma análise acerca da vida do pintor e do período histórico presenciado pelo mesmo, possa fornecer melhores condições para uma interpretação mais adequada da mensagem que a pintura intenta passar a quem repousa o olhar sobre ela.

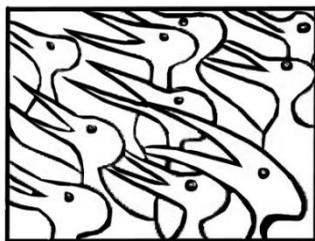
Entende-se, dessa forma, a necessidade e a relevância de apropriar-se do contexto que envolve uma imagem. Hanson (1958, p.

13) pondera que o contexto da figura 5a pode fornecer uma pista para a interpretação da figura 4, dado que, nesta última, algumas pessoas possam não ver um antílope. Poderiam, então, pessoas que nunca tenham visto um antílope, mas apenas pássaros, ver um na figura 4? A resposta, certamente, é não.



Figura 4 – Ilustração de um antílope. Fonte: HANSON (1958, p. 13).

O contexto auxilia para uma melhor abstração, interpretação e compreensão da imagem. Sentidos estão inseridos em contextos em que são produzidos. No contexto das figuras 5a – 5b, a imagem pode realmente se destacar como um antílope. Pode-se até insistir que a representação da Fig. 4 não tem semelhança com a das figuras 5a – 5b, embora as duas sejam congruentes (HANSON, 1958, p. 13).



(a)



(b)

Figuras 5 – (a) e (b) Imagens distintas de um bando de antílopes. Fonte: HANSON (1958, p. 13-14).

O aspecto apropriado da ilustração – a mensagem primordial da imagem – é trazido para fora pelo contexto verbal em que aparece. A imagem (Fig. 4) não representa algo determinado e inteligível, a não ser que apareça em algum contexto desse tipo (Fig. 5a – 5b). Desta forma, deve-se falar e gesticular em torno da figura 4 para que se possa ver o antílope quando apenas um pássaro tenha se revelado. Assim, necessita-

se fornecer um contexto, pois, ele é parte da própria ilustração (HANSON, 1958, p 14).

Algo não muito distante das posições de Hanson é afirmado por Manguel (2001, p. 52), quando ele traz uma indagação para junto às pinturas: “poderá um quadro ser visto, algum dia, em sua integridade contextual?”. Pode-se usar Feyerabend (1977, p. 362) para responder: “[...] não devemos pôr de parte a possibilidade de que um particular estilo *forneça explicação precisa do mundo, como visto pelo artista e por seus contemporâneos* [...]”. Isto é:

[...] todos os elementos da obra de arte são simbólicos, [...] constituem sintomas culturais relevando o espírito, a essência de uma época, de um estilo, de uma escola. [...] A interpretação da obra de arte, hoje, procura antes de tudo ler essa obra historicamente, relacionando-a do modo mais exato e mais verossímil possível com seu contexto filosófico, ideológico e também material e político. (AUMONT, 1993, p. 252)

Com efeito, pode-se dizer que nenhuma narrativa advinda de uma imagem é definitiva ou absoluta; bem como nenhuma prática ou método sistemático e linear também o é. É, pontualmente, sob tal perspectiva que se propõe, a seguir, explorar o uso de imagens como um modo de se pensar a *práxis* pedagógica e científica de maneira mais plural e inventiva.

2.5 A observação hansoniana, o relativismo feyerabendiano e o uso de imagens na formação inicial de professores e pesquisadores de física

Feyerabend define relativismo¹⁷ como a compreensão de que o ponto de vista que se defende e se tem mais carinho, pode se tornar apenas mais uma dentre as diversas maneiras de organizar a vida, relevante apenas para aqueles que foram criados na tradição

¹⁷ Vale ressaltar que, o relativismo discutido aqui – para que não (re)caia em um relativismo absoluto – é aquele político defendido por Feyerabend, no qual afirma que todas as tradições têm direitos iguais. Ele, ainda, o caracteriza como uma tentativa de dar sentido ao fenômeno da diversidade cultural. Porém, ele alerta que há apenas uma palavra, “relativismo”, mas uma variedade de pontos de vista – todos, porém, se afastam da ideia de arbitrariedade (FEYERABEND, 1993, 2010; GARGIULO, 2016).

correspondente, mas podendo ser totalmente desinteressante e mesmo um obstáculo para os demais (DAMASIO; PEDUZZI, 2017, p. 341).

Frente a tal perspectiva, o uso de imagens sob um viés epistemológico busca mostrar, nesse caso em específico, que é possível e viável se valer de outras abordagens didático-pedagógicas, bem como científicas, para se desenvolver um pensamento mais flexível e alcançar um dado objetivo. Portanto, essa parte da aprendizagem pode se tornar engrandecedora (FEYERABEND, 1977, p. 359) para o ensino.

Na figura 6, bem como nas 7 e 8, por exemplo, o pintor ucraniano Oleg Shuplyak utiliza uma linguagem – geral, do todo – de uma imagem para contar a história sobre outras duas; de modo que, quando se vê uma, a outra desaparece. Suas pinturas exploram os territórios de ambiguidade entre o que se sabe que se vê e o que se quer ver e, sabendo disso, Shuplyak é capaz de fornecer ao córtex cerebral do observador informações suficientes para fazer com que cada imagem se mostre a partir do aparecimento e desvanecimento da outra. O pintor, ainda, leva o espectador a ter sensações inquietantes de percepção visual e mostra o quão sensível é a representação. Isto, devido a que toda a arte, que se pretende figurativa, é uma representação através de uma ilusão. Sem bagagem cultural ou conhecimentos construídos por parte do observador, a obra não pode ser “vista”, isto é, compreendida.



Figura 6 – Tela “Дівчина, що читає Далі”¹⁸ (2011) (A menina continua a ler) por Oleg Shuplyak¹⁹.

Ao se aproximar da figura 6, evidencia-se uma garota sentada em uma *armchair* apreciando (ou não) uma leitura. Ao se afastar da mesma figura, identifica-se que o cenário, superficialmente, descrito há pouco, se entrelaça a ponto de formar um rosto masculino, o de Salvador Dalí. De fato, um rosto humano é algo que podemos reconhecer quase que imediatamente, pois “[...] uma representação que se dá a partir de uma experiência visual e regida por concepções filosóficas e epistemológicas, [...] [torna] presente aquilo que está ausente para os olhos” (FLORES, 2007, p 20). Ademais, tal como diagnostica Feyerabend (1977, p. 389-90): “A ilusão ocorre porque o espírito humano é suscetível de ser levado a experiências ilusórias quando adequadamente estimulado”.

Quanto à figura 7, nota-se um homem sentado sobre rochas, na extrema do que se supõe ser um campo de trigo, centeio ou grama. O homem parece observar uma mulher passar próximo a ele. Ao se distanciar desse cenário, o contemplador pode analisar que todo o

¹⁸ Essa pintura pode ser melhor visualizada no link que está disponível em: <<http://arts.in.ua/artists/MrOlik/w/168968/>>. Acesso em: 15 Jul. 2016.

¹⁹ *Web-Gallery* by Oleg Shuplyak. Disponível em: <http://art.ber.te.ua/index_2000-2014.html>. Acesso em: 15 Jul. 2016. Trabalhos de Oleg Shuplyak podem ser visualizados em: <<http://arts.in.ua/artists/MrOlik/f/9129/>>. Acesso em: 15 Jul. 2016.

conjunto – das partes – da obra compõe uma imagem única, o retrato de Vincent Van Gogh. “A necessidade de apresentar todas as partes essenciais de uma situação leva, com frequência, a uma separação de partes que estão realmente em contato” (FEYERABEND, 1977, p. 359).

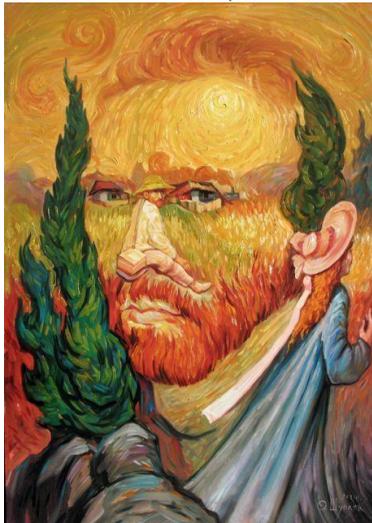


Figura 7 – Tela “Дви́нуй портрет Ван Гога”²⁰ (2011) (Retrato dobrado de Van Gogh) por Oleg Shuplyak.

Acerca da figura 7, ainda, torna-se válido ressaltar que Shuplyak, ao pintar o “Retrato dobrado de Van Gogh”, faz uso de sua regra (2) (KUSHNIR, 2016, p. 119) e aproxima-se, em muito, do estilo do pintor holandês. Flores (2007, p. 125) menciona que:

Uma pintura que dá este tipo de impressão, ilusionista, constitui uma arte da semelhança. [...] Isto significa que a pintura é realizada a partir de um pensamento que busca relações de similitude. Assim, realizada por esta forma, ela torna visível, exclusivamente, as coisas que o mundo oferece aos nossos olhos e, portanto, nesse modo de pensar, as coisas revelam apenas seu caráter de similitude.

Já na figura 8, destaca-se a existência de um vulto masculino, isolado e absorto em seus próprios pensamentos ou, em contrapartida,

²⁰ Essa pintura pode ser melhor visualizada no link que está disponível em: <<http://arts.in.ua/artists/MrOlik/w/217857/>>. Acesso em: 15 Jul. 2016.

simplesmente cômodo ao apreciar uma leitura aos “pés” de uma macieira. Ao distanciar-se da tela, o contemplador, ainda, pode verificar que a pintura engloba outra forma, notavelmente, uma face que, aparentemente, seria a de Isaac Newton aos olhos de alunos dos cursos de física; uma vez que se pressupõe estarem familiarizados não apenas com a feição do estudioso, mas com o significado da cena no âmbito dos estudos de Newton sobre a gravitação – o mito da queda da maçã (MARTINS, 2006). Esse parece ser um típico caso defendido por Hanson (1958), no qual se associa a imagem do homem a Newton – que na verdade, na melhor das hipóteses, tem apenas uma vaga semelhança com o sábio inglês –, precipuamente, por se considerar o contexto da famosa cena do famigerado evento. Todavia, outros, muito provavelmente, veriam rostos diversos, como o de um juiz ou o de Johann Sebastian Bach (1685-1750), por exemplo.

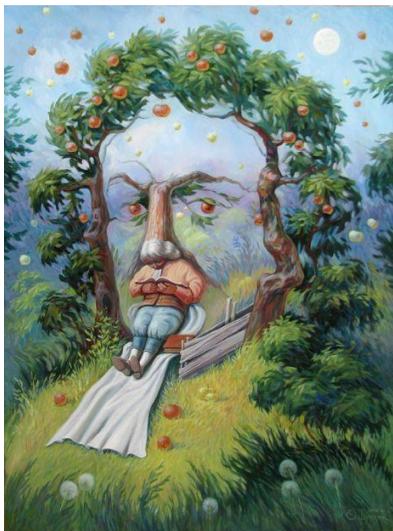


Figura 8 – Tela “Ньютон в Саду Идей”²¹ (2012) (Newton no jardim das ideias) por Oleg Shuplyak.

Dessa forma, percebe-se, então, uma revelação de características em imagens que permanecem inalteradas. E embora se tenha apresentado apenas duas variáveis de representações – as mais prováveis

²¹ Essa pintura pode ser melhor visualizada no link que está disponível em: <<http://arts.in.ua/artists/MrOlik/w/263172/>>. Acesso em: 06 Dez. 2016.

– para cada uma das figuras, principalmente para as figuras 6, 7 e 8, salienta-se que outras interpretações, além destas, podem ser construídas pelo contemplador.

Certamente, as interpretações de um quadro são múltiplas e mesmo contraditórias. Não será jamais a partir dele que poderemos simplificar todos os saberes, as concepções, as crenças, as bases filosóficas de um povo que, por sua vez, interage com a representação do real. (FLORES, 2007, p. 86)

Uma imagem, então, é pensada e desenhada para representar algum objeto ou para mostrar um modo de olhar as coisas. Esta representação se dá a partir de uma experiência visual que, por sua vez, é a resposta às questões colocadas por uma sociedade ou época.

A variedade cultural, [...] gera uma variedade de reações, desde o medo e a aversão até a curiosidade e o desejo de aprender, e uma variedade correspondente de doutrinas que vão desde formas extremamente xenofóbicas de dogmatismo até formas igualmente extremas de relativismo e oportunismo. (FEYERABEND, 2010, p. 83)

Assim, verifica-se que existem inúmeras maneiras de viver e de construir conhecimento. Feyerabend (2010, p. 95) reforça tal discussão ao alegar que “para cada afirmação, teoria, ponto de vista, que por bons motivos, acreditamos serem verdadeiros, *existem* argumentos mostrando uma alternativa conflitante que é pelo menos igualmente boa, ou até melhor”. Ademais, exemplifica-se:

As teorias científicas se ramificam em várias direções, usam conceitos diferentes e até incomensuráveis e avaliam eventos de maneiras diferentes. A evidência científica depende das atitudes e julgamento que mudam com o tempo. Ou seja, a defesa de Feyerabend do relativismo epistêmico não leva a um caos de opiniões, apenas procura alertar que visões opostas podem ser igualmente sólidas [FEYERABEND, 1999]. (DAMASIO; PEDUZZI, 2017, p. 342-343)

Alguns teóricos, dos dados sensíveis, enfatizam como as observações podem se mostrar equivocadas, como quando se chama aviões de “pássaros” durante o dia ou de estrelas à noite. A preocupação com esse problema obscurece outro, ou seja, o de descrever o que está

envolvido quando se está certo sobre o que se diz que se vê. “A preocupação com os erros leva o fenomenalista a retratar um mundo no qual, geralmente, somos enganados. Mas, o mundo da física não é assim” (HANSON, 1958, p. 22).

Cabe, então, a ressalva de que:

[...] embora a opinião silenciada seja um erro, ela pode conter, e muito comumente contém, uma parcela da verdade; e desde que a opinião geral ou predominante sobre algum tema raramente ou nunca é a verdade por inteiro, é apenas pelo choque ou colisão de opiniões adversas que uma porção da verdade tem alguma chance de ser produzida. (MILL, 2001, p. 50)

Portanto, o que está em jogo é a justiça da comunicação, e não a aceitação indiscriminada de todos os pontos de vista. Mas, em um contexto escolar, a primeira (a justiça da comunicação) não deveria levar à segunda (a aceitação indiscriminada de todos os pontos de vista)? De acordo com as concepções de Feyerabend (2010), adaptadas ao âmbito educacional, a resposta certamente beiraria o “sim”; contudo, em muitas salas de aula, isto pouco é levado em consideração. Nesse caso, seria preciso, então, relativizar o relativismo – “[...] no sentido de apontar indícios que nos permitam duvidar de certas “verdades” e colocar em xeque certas dúvidas [...]” (MENDONÇA; CAMARGO, 2011, p. 10).

De qualquer modo, e sob essa perspectiva, torna-se possível ver coisas conflitantes sobre a mesma situação ou objeto e ainda assim estar relativamente certo.

[...] os valores afetam não só a *aplicação* do conhecimento, mas são ingredientes essenciais do *próprio conhecimento*. Muito daquilo que sabemos sobre as pessoas, seus hábitos, idiosincrasias e preconceitos surge das interações (entre pessoas) que são moldadas por costumes sociais e preferências individuais; esse conhecimento é “subjetivo” e “relativo”. (FEYERABEND, 2010, p. 39)

Assim, “[...] o conhecimento de que precisamos para entender e fazer progredir as ciências não vem das teorias, ele vem da participação” (FEYERABEND, 2010, p. 337) e das divergências e aceitações entre culturas, valores, saberes, interesses, gostos e etc. E é frente a contextos como este, propícios, que “[...] podem-se formar indivíduos que compreendem que o conhecimento não é uma coisa fixa, mas um estágio

de desenvolvimento humano [...]” (DAMASIO; PEDUZZI, 2015a, p. 55).

É nesse sentido que parte da abordagem da epistemologia feyerabendiana e hansoniana, por meio de imagens, pode trazer contribuições significativas para a sala de aula. Ao reconhecer a limitação de toda e qualquer regra ou método; ao valorizar as circunstâncias e, primordialmente, todas as formas de conhecimento; e ao respeitar o que se vê, o que se fala e o que o se sente. Ademais, ao se conviver com divergências e distintos posicionamentos, pode-se criar um ambiente mais propício para a formação de cidadãos críticos, ativos, flexíveis, sujeitos a mudanças e em maior sintonia com questões científicas e culturais. Com este tipo de reflexão espera-se que os futuros professores e cientistas possam ter uma visão e uma postura mais plural e inventiva em sua *práxis*, e que as possam levar aos seus alunos.

Por fim, cabe ressaltar que o estudo das relações entre ciência com outras dimensões da cultura, deveria ser mais enfatizado, dado a sua relevância, nos cursos que formam bacharéis e licenciados em física, devido ao objetivo de ampliar sua formação e até, eventualmente, o seu próprio horizonte profissional (GOMES *et al.*, 2011, p. 4402-10).

2.6 Algumas considerações finais

O uso de imagens atrelado à epistemologia observativa-interpretativa hansoniana e à relativística feyerabendiana, pode contribuir para que futuros professores e pesquisadores, “[...] independente das eventuais diferenças de interesses individuais e das mais variadas motivações acadêmicas e/ou profissionais” (ZANETIC, 2006, p. 41), considerem a produção e o desenvolvimento do conhecimento científico como algo plural, coletivo e criativo; de modo com que possam estender e incorporar tais considerações em suas *práxis*. Quanto mais diversificadas forem as experiências, situações e vivências apreciadas, maiores serão as possibilidades de promover novas relações e incorporá-las a uma prática científica e pedagógica mais qualificada.

Desta forma, o uso de novos métodos – como o disposto aqui acerca das imagens – e o modo como podem ser explorados em sala, acabam criando novas dimensões entre o papel pedagógico e a promoção mais crítica do saber entre os alunos.

Assim, torna-se imprescindível desenvolver uma educação científica que se envolva na formação histórico-filosófica do cidadão contemporâneo; que não se limite ao ensino de conceitos, de equações

ou de métodos, mas, que vá além. Ao professor, cabe, então, a função de guiar os alunos por entre os diversos corredores da galeria do conhecimento, sem jamais se ocupar em ditar “verdades” únicas ou absolutas sobre quaisquer que sejam as informações.

Nesse cenário, evidencia-se que:

[...] as pinturas de arte em diversos períodos da história podem ser utilizadas como momento de reflexão mais aprofundado das relações entre “diferentes” áreas do conhecimento e seu significado. Essa discussão aponta para uma aproximação entre educação científica e cultura, externando alternativas para se discutir os valores culturais e disciplinares do conhecimento científico, enriquecendo o significado do mesmo. (ALCANTARA; JARDIM, 2014, p. 165-166)

Defende-se, que uma possível estratégia, a fim de contribuir para a formação de professores capazes de abordar a história da ciência de acordo com a historiografia atual e as exigências de um cidadão contemporâneo é a de fazer uso de imagens em sala de aula para viabilizar discussões em torno da ndc. Ao se apresentar, por exemplo, pinturas que remetam visualmente à ciência, como aquelas em que se destacam cientistas isolados (Fig. 8), representando a neutralidade e a individualidade no empreendimento científico, pode-se explorar o contexto histórico da criação da obra para compreender a mensagem primordial de ciência que o pintor intenta passar ao contemplador. A abordagem histórica pode, também, contribuir para a ampliação da percepção *de* e *sobre* ciência, daquilo que se tem entendido como o fazer científico, bem como, também, o artístico. Conforme Zanetic (2006, p. 48), “[...] toda e qualquer realização humana, está conectada com as condições históricas de sua concretização”.

Entende-se, também, que este artigo mostra a relevância de se pensar o funcionamento do texto e da imagem no âmbito escolar, principalmente na formação inicial de professores. Um exemplo passível de uso seria as histórias em quadrinhos. As HQs podem trabalhar conteúdos de maneira contextualizada e interdisciplinar, pois envolvem leitura, escrita e artes (BRAZ; FERNANDES, 2009, p. 2). Nesse contexto, a HQ se põe como “[...] um veículo de expressão criativa, [...] uma forma artística e literária que lida com a disposição de [...] imagens e palavras para narrar uma história ou dramatizar uma ideia” (EISNER, 2001, p. 5).

Essas e outras sugestões, ainda, favorecem uma aproximação do estudante ao modo como a ciência é produzida e socializada e, também, permitem oportunizar a aproximação do mesmo com a produção e fruição das artes.

O poeta faz das palavras o som, a visão e a imaginação de suas ideias e filosofia, assim como um músico que, de sete notas musicais, cria melodias que podem nos fazer vagar pelo devaneio e pela reflexão, ou ainda, um pintor, com suas pinceladas agressivas ou suaves, alegres ou tristes, em uma profusão de cores e formas, pode despertar em nós algo que nem mesmo sabemos ter... das pinceladas de uma vivência emergem então os estados de espírito... *Ora, tudo isso é arte!*

Pode-se dizer que arte é a manifestação de ideias e filosofias, a representação do mundo da forma como cada um o vê, utilizando um talento peculiar e individual. (GOMES *et al.*, 2011, p. 4402-3)

Entretanto, a fim de se levar adiante essas experiências interdisciplinares, para lhes conferir a possibilidade de “voarem” com segurança, há a necessidade de qualificar e sofisticar cada vez mais a formação de professores, pois é com eles que se pode ousar percorrer a ponte entre ciência e arte (ZANETIC, 2006, p. 55). “Professores que aceitarem tal desafio [...] devem fazer-se cientes dos riscos e das dificuldades [...]” (OLIVEIRA; GOMES, 2016, p. 958); mas também terem presente, no horizonte das expectativas, a recompensa do trabalho bem feito, que gratifica e realiza.

2.7 Referências

ALCANTARA, M. C. de; JARDIM, W. T. A utilização da HFC no ensino de física a partir de representações artísticas. In: III CONFERENCIA LATINOAMERICANA DEL INTERNATIONAL, HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE TEACHING GROUP IHPST- LA. Comunicação oral CO22 (*Anais...*). Santiago de Chile, 17-19 Nov. p. 164-172. 2014.

AUMONT, J. **A imagem**. Campinas: Papirus Editora. 1993.

BRAZ, K. M.; FERNANDES, S. A. **História em quadrinhos**: um recurso didático para as aulas de Física. In: XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA - SNEF. Vitória, ES. 2009.

BERGER, J. **Modos de ver**. Lisboa: Edições 70. 1999.

DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. Q. Coerência e complementariedade entre a epistemologia de Paul Feyerabend e a teoria da aprendizagem significativa crítica no ensino de história da ciência. In: 5º ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. (**Anais...**). Belém, PA, 01-05 Set. 2014.

_____. Ciência: a nova religião? – possíveis implicações do debate para a educação científica. In: VI ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA. (**Anais...**). Porto Alegre, RS. 2015a.

_____. Considerações sobre a alcunha atribuída a Paul Feyerabend de “pior inimigo da ciência” e suas implicações para o ensino de ciências. **Alexandria: R. Educ. Ci. Tec.**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 329-351, maio, 2017. <http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p329>.

DRETSKE, F. **Seeing and knowing**. London: Routledge & Kegan Paul. 1969.

EISNER, W. **Quadrinhos e arte sequencial**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

FEYERABEND, P. K. **Contra o método**. Trad. Octanny S. da Mata e Leonidas Hegenberg. Rio de Janeiro, RJ. 1977.

FEYERABEND, P. K. **Against method**. Postscript on Relativism. London: Verso. 279 p. 1993.

FEYERABEND, P. K. **Rationalism, relativism and scientific method..** Knowledge, Science and Relativism. Philosophical Papers. Volume 3. By Paul Karl Feyerabend. Ed. John Preston. Cambridge: Cambridge University Press. 200-211. 1999.

FEYERABEND, P. K. **Adeus à razão**. São Paulo: Editora UNESP. 2010.

FLORES, C. **Olhar, saber, representar**: sobre a representação em perspectiva. São Paulo: Musa Editora, v. 4, 2007.

GARGIULO, T. El relativismo de Paul Karl Feyerabend. **Ideas y Valores**, v. 65, n. 160, p.95-120, 31 mar. Universidad Nacional de Colombia. <http://dx.doi.org/10.15446/ideasyvalores.v65n160.42248>.

Disponível em: <

<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/idval/article/view/42248/html>>. Acesso em: 10 Dez. 2016.

GAVA, A. O empirismo construtivo, a distinção entre observar e observar que e a intencionalidade. **Trans/form/ação**, v. 39, n. 3, p.149-176, set. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31732016000300009>. 2016.

GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n.2, p. 125-153. 2001.

GOMES, T. C.; GIORGI, C. A. G. di; RABONI, P. C. de A. Física e pintura: dimensões de uma relação e suas potencialidades no ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 33, n. 4, p.4402/1-4402/10, dez. 2011.

HANSON, N. R. **Patterns of discovery**: an inquiry into the conceptual foundations of Science. Cambridge, England: Cambridge University Press, 256 p. 1958.

HANSON, N. R. Observação e interpretação. In: MORGENBESSER, Sidney (Org.). **Filosofia da ciência**. 3.ed. São Paulo: Cultrix, p.127-138. 1979.

HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. **Science & Education**, v. 20, p. 293–316. 2010.

KUSHNIR, A. Fenomen optychnykh iliuzii “ukrainskoho salvadora dali” - Oleha Shupliaka [Optical illusions phenomenon of «ukrainian salvador dali» Oleg Shuplyak]. Materials of IX Ukrainian student scientific-technical conference “**Natural and Human Sciences. Actual**

issues” (Tern., 20-21 April 2016), vol. 2, pp. 119 [in Ukrainian]. Disponível em: < <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/16460>>. Acesso em: 10 Nov. 2017

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. de M.; NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 247-260. 2003.

LEBRUN, G. **Kant et la fin de la métaphysique**: essai sur la critique de la faculté de juger. Edité par Librairie Armand Colin, Paris, 1^è édition. 1970.

MACHADO, A. B. M.; HAERTEL, L. M. **Neuroanatomia funcional**. 3 ed. São Paulo: Atheneu. 2006.

MANGUEL, A. **Lendo imagens**: uma história de amor e ódio. São Paulo. Companhia das Letras. 2001.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... (History and philosophy of science in teaching: There are several stones in the road...). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 24, 112–131. 2007.

MARTINS, R. de A. A maçã de Newton: história, lendas e tolices. p. 167-189, in: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). **Estudos de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 12, n. 03, p. 164-214. 1995.

MCCLLOUD, S. **Desvendando os quadrinhos**: história, criação, desenho, animação, roteiro. Trad. Helcio de Carvalho; Marisa do Nascimento Paro. São Paulo: Makron Books, 1995.

MENDES, G. H. G. I.; BATISTA, I. de L. Matematização e ensino de Física: uma discussão de noções docentes. **Ciência & Educação (bauru)**, v. 22, n. 3, p.757-771, set. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320160030013>. 2016.

MENDONÇA, A. L. de O.; CAMARGO JR, K. R. de. O complexo médico-industrial no contexto da comoditização da ciência: relativizando o relativismo. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociologia**, v.2, n.2, p.7-31, jul/dez 2011.

MILL, J. S. **On liberty**. Canada: Batoche Book. 2001. Disponível em: <<https://socialsciences.mcmaster.ca/econ/ugcm/3ll3/mill/liberty.pdf>>. Acesso em: 18 Nov. 2017.

MILLER, A. I. **Insights of genius: imagery and creativity in science and art**. Conclusion: The New Sciences. Published, Copernicus. New York, NY. 1996.

MOORE, K. L. **Anatomia orientada para a clínica**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2014.

MÜLLER, F. L. Educação em Feyerabend. **Educação e Filosofia**, v. 15, n. 30, Jul./dez. p.35-52. 2001.

OLIVEIRA, L. M.; GOMES, M. L. A. Einstein e a relatividade entram em cena: diálogos sobre o teatro na escola e um ensino de Física criativo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p.943-961, dez. 2016. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n3p943>. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p943/32997>>. Acesso em: 15 dez. 2016.

PEDUZZI, L. O. Q. **Evolução dos conceitos da física**. 1.ed, Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 130 p. 2011.

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

SILVA, R. C. da; GOBARA, S. T. **Levantamento bibliográfico sobre “Física e Arte”, de 2001 a 2016, em simpósios, encontros e revistas de Ensino de Física**. In: V SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, II SEMANA ACADÊMICA DA LICENCIATURA INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIAS NATURAIS. 24-26 de Nov. 2016.

SADOSKI, M.; PAIVIO, A. **Imagery and text**: a dual coding theory of reading and writing. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2001.

VITAL, A.; GUERRA, A. Textos para ensinar física: princípios historiográficos observados na inserção da história da ciência no ensino. **Ciência & Educação (bauru)**, v. 22, n. 2, p.351-370, jun. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320160020006>.

ZANETIC, J. Física e arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-Posições**, v. 17, n. 1, p. 39-57, jan./abr. 2006.

Artigo 3

DO CASAMENTO ENTRE ARTE E CIÊNCIA AOS ENLACES DA PALAVRA E IMAGEM NAS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS

Do casamento entre arte e ciência aos enlaces da palavra e imagem nas histórias em quadrinhos

RESUMO: A associação entre arte e ciência pode proporcionar a criação de estratégias pedagógicas que mobilizem pelo prazer e que valorizem a imaginação e a criatividade. Uma maneira de se alcançar isso é por meio das histórias em quadrinhos (HQs). Diante disso, busca-se fornecer discussões, embasadas nos trabalhos dos quadrinhistas Will Eisner e Scott McCloud, acerca do processo de elaboração de HQs a futuros professores e pesquisadores da área da física, com o intuito de que possam se conscientizar acerca dos elementos constitutivos desse recurso para a construção de materiais pedagógicos voltados às questões contemporâneas e educacionais.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade. Linguagem visual e verbal. Estruturação sequencial.

ABSTRACT: The association between art and science can provide the creation of pedagogical strategies that mobilize for pleasure and that value imagination and creativity. One way to achieve this is through graphic novels. In this way, we try to provide discussions, based on the works of Will Eisner and Scott McCloud, about the process of elaboration of comics to future professors and researchers of the area of the physics, with the intention that they can become aware on the constitutive elements of this resource for the construction of pedagogical materials focused on contemporary and educational issues.

Keywords: Interdisciplinarity. Visual and verbal language. Sequential structuring.

3.1 Introdução

As imagens da superfície lunar realizadas a olho nu entre 1505 e 1508 por Leonardo da Vinci (1452-1519), presentes em seu caderno *Codex Atlanticus* (REAVES; PEDRETTI, 1987), revelam seu interesse pela Lua e por outros tópicos astronômicos (JAMES, 2003), já apontados e registrados em outro de seus cadernos²²: o *Codex Leicester*.

²² Alguns cadernos do Leonardo da Vinci encontram-se disponíveis em: <<http://www.leonardodigitale.com>>. Acesso em: 24 Mai. 2017.

A composição do afresco *Last Judgment* (Juízo Final) de Michelangelo di Lodovico Buonarroti Simoni (1475-1564) pintada no período entre 1536 e 1541 na parede do altar da Capela Sistina reflete o cosmos heliocêntrico de Copérnico (SHRIMPLIN, 2009)²³, assim como *The Assumption of the Virgem* (A Assunção da Virgem Maria) (1612) de Lodovico Cardi (1559-1613) (SILVA; NEVES, 2014). A formação artística de Galileo Galilei (1564-1642), bem como os anos em que permaneceu na *Accademia del Disegno* (Academia do Desenho), mostra-se muito relevante para o registro das observações que faz da superfície lunar em 1609 e de como a ilustra. Essas manifestações exibem a relação entre arte e ciência, a qual subsiste desde o Renascimento.

As histórias da ciência e da arte estão íntima e intrinsecamente ligadas (WILSON, 2009). Assim, já não se faz mais pertinente cogitar a possibilidade da existência da relação entre essas duas áreas ou, como se referiria Snow (1961), “*two cultures*”.

²³ Essa relação foi apresentada por Valerie Shrimplin-Evangelidis em sua tese de doutorado (1991). Copérnico e Michelangelo eram contemporâneos e foram influenciados por várias ideologias do Renascimento. Copérnico apresenta um breve esboço da ideia do heliocentrismo, muito anteriormente, em um trabalho particular, o *Commentariolus*. A data de composição é desconhecida, mas numerosas cópias manuscritas do documento circulavam entre estudantes de astronomia em meados de 1514. Em 1533, Michelangelo recebe uma encomenda para o afresco do Papa Clemente VII, concededor do sistema copernicano – discutido, até então, na época entre filósofos do Vaticano e astrônomos. No ano seguinte, o Papa Clemente VII falece, sendo substituído pelo Papa Paulo III – para quem Copérnico dedica *De Revolutionibus*. Michelangelo inicia os primeiros esboços para o afresco no outono de 1535 e o finaliza em Novembro de 1541. A fonte do heliocentrismo, portanto, poderia ser somente o *Commentariolus*, e não o *De Revolutionibus*; já que este último vem a ser publicado somente em 1543. Embora a composição do Juízo Final de Michelangelo compreenda a tradicional simetria de direito-esquerdo, bom-mal e céu-inferno, esses dualismos são superados pelo motivo circular mais dominante; Jesus colocado no centro do afresco. Esta composição circular, atípica para o tema de Juízo Final, conforme Shrimplin, reflete a lealdade de Michelangelo ou a referência ao cosmos heliocêntrico. O que se considera como sendo a evidência mais convincente para a tese de Shrimplin-Evangelidis é a auréola formada por uma luz amarela-dourada que se apresenta atrás de Jesus e Maria, próximo ao centro dos círculos (TOPPER, 2007, p.34).

A contemporaneidade exige uma perspectiva de articulação de diferentes saberes. Embora a integração de conhecimentos científicos e tecnológicos aos conhecimentos artísticos e culturais (REIS; GUERRA; BRAGA, 2006; ZANETIC, 2006; BARBOSA-LIMA; QUEIROZ; SANTIAGO, 2007; CACHAPUZ, 2014; JESUS; SANTO, 2015; MELLO; ALMEIDA, 2017) tenha se estendido a espaços escolares, acadêmicos e culturais, ainda é pouco sua valorização na educação. Daí a relevância de tais questões fazerem-se presentes em alguns documentos oficiais, como a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017).

Há a necessidade de trazer arte e ciência para todos os níveis de ensino, desde o fundamental até o de pós-graduação – para a formação de docentes (BRASIL, 2002) e cientistas com orientação holística. Tanto a arte como a ciência são necessárias para o entendimento da natureza e de seus efeitos sobre a atividade humana. “Cada uma delas é criadora” (DELEUZE, 1990, p. 168) e configura-se como uma forma distinta de expressão. Massarani *et al.* (2006, p. 10) expõem que “o fazer artístico e o científico constituem duas faces da ação e do pensamento humanos, [...] que podem gerar o novo, o aprimoramento mútuo e a afirmação humanística”

Considera-se, então, que a união entre arte e ciência pode auxiliar na criação de estratégias pedagógicas:

[...] que mobilizem pelo prazer, pela emoção e que valorizem a imaginação, a intuição e a criatividade. Que criem mecanismos de conexão dos alunos com o seu próprio desejo, fazendo-os perceber – que tanto o trabalho artístico quanto o científico são formas de expressar a criatividade, de inventar novas possibilidades, de ampliar a percepção da realidade e de conceber novas leituras do mundo. (FERREIRA, 2010, p. 277)

Uma maneira de se alcançar isso é por meio das histórias em quadrinhos (HQs) (CARUSO; CARVALHO; SILVEIRA, 2002; CARUSO; FREITAS, 2009; VERGUEIRO; PIGOZZI, 2013; TESTONI *et al.*, 2013; SOUZA; VIANNA, 2014; PEREIRA; OLENKA; OLIVEIRA, 2016), que apesar dos entraves que se puseram ao longo da trajetória de sua aceitação como ferramenta pedagógica no Brasil, hoje, contam com o aval e incentivo dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (BRASIL, 1999) e de outros documentos oficiais (SANTOS; VERGUEIRO, 2012, p. 82-83).

Ademais, segundo Barbosa (2004, p. 131):

Todos os principais conceitos das artes plásticas estão embutidos nas páginas de uma história em quadrinhos. Assim, para o educador, as HQs podem vir a ser uma poderosa ferramenta pedagógica, capaz de explicar e mostrar aos alunos, de forma divertida e prazerosa, a aplicação prática de recursos artísticos sofisticados, tais como perspectiva, anatomia, luz e sombra [*chiaroscuro*] [...].

“Os quadrinhos também propiciam a divulgação científica e a abordagem de questões inerentes à ciência [...]” (SANTOS; VERGUEIRO, 2012, p. 91), algo extremamente pertinente, caso o assunto seja adequadamente discutido, já que, em dadas circunstâncias, “os conceitos, o formalismo matemático e a história da ciência acabam sendo trabalhados de forma desvinculada e sem significado” (BRAZ; FERNANDES, 2009, p. 2) no ensino.

Nota-se, então, que as HQs podem trabalhar conteúdos de maneira contextualizada e interdisciplinar, pois envolvem leitura, escrita e artes (BRAZ; FERNANDES, 2009, p. 2). Nesse contexto, a HQ se põe como “[...] um veículo de expressão criativa, [...] uma forma artística e literária que lida com a disposição de figuras ou imagens e palavras para narrar uma história ou dramatizar uma ideia” (EISNER, 2001b, p. 5).

A arte sequencial, como uma maneira de expressão, já existia desde as pinturas ou desenhos realizados pelo homem pré-histórico, que representavam, em uma sequência narrativa (OGLIARI, 2015, p. 87), imagens de animais caçados ou abatidos por ele. Essa perspectiva se reflete na comparação com a ação paralela adotada pelas HQs na atualidade.

As primeiras obras cunhadas na forma de HQs ocorreram no final do século XIX, porém, só se efetivaram no Brasil no início do século seguinte, a partir de 1905, ao serem publicadas pela revista em quadrinhos “O Tico-Tico”. Já a identificação das HQs com a educação científica iniciou-se a partir de 1950, com o lançamento das revistas “Ciência em quadrinhos”²⁴ e “Enciclopédia de quadrinhos”²⁵. Em 1990,

²⁴ Galeria de capas de cada edição. Disponível em: <<http://www.guiadosquadrinhos.com/capas/ciencia-em-quadrinhos/ci001100>>. Acesso em: 30 mai. 2017.

²⁵ Galeria de capas de cada edição. Disponível em: <<http://www.guiadosquadrinhos.com/capas/enciclopedia-em-quadrinhos/en002100>>. Acesso em: 30 mai. 2017.

o lançamento de “Proteus: a aventura da ciência em quadrinhos” – uma minissérie em cinco edições com aventuras de ficção científica em quadrinhos, envolvendo perguntas e respostas sobre os temas abordados –, pela editora Abril, correspondeu a um momento histórico da disciplina de Ciências que, nessa época, buscava no aluno o desenvolvimento do futuro cientista, bem como a valorização do pensamento científico e da ciência (TAVARES JÚNIOR, 2015, p. 441).

A ressonância de tais discussões, ao se falar *sobre e de* ciência – atrelada a uma visão empírico-indutivista, neutra, individualista, ahistórica e etc. – e de seus tópicos por meio da linguagem dos quadrinhos, acaba, por outro lado, trazendo preocupações para com o âmbito didático-pedagógico em que se inserem (SOARES NETO, 2012; FIORAVANTI *et al.*, 2016, p. 1193).

Por conta disso, diversos autores têm proposto a criação de histórias em quadrinhos e tirinhas, sejam elas de própria autoria (SOUZA; VIANNA, 2014; CORRÊA *et al.*, 2016) ou produzidas por alunos (CARUSO; SILVEIRA, 2009; CARUSO; FREITAS, 2009), para se trabalhar questões *sobre e de* ciência. Vale ressaltar, ainda, que o desenvolvimento do conjunto de tirinhas ou HQs, nessas pesquisas, levou em consideração perspectivas da “*teoria de quadrinhos*” (SOUZA; VIANNA, 2014), propostas por Will Eisner e Scott McCloud, indispensáveis para a compreensão e estruturação de uma história, precipuamente, voltada a educação científica.

À vista disso, objetiva-se, então, no presente artigo fornecer discussões, embasadas nos trabalhos de Eisner (2001a, 2001b) e de McCloud (1995, 2006, 2008), acerca do processo de elaboração de histórias em quadrinhos a futuros professores e pesquisadores da área da física; interessados, talvez, em debater arte e ciência ou quaisquer outros assuntos no âmbito educacional, por exemplo. Isto, com o intuito de que possam se conscientizar acerca dos elementos constitutivos desse recurso para a construção de um material pedagógico mais adequado e condizente ao seu objeto de ensino.

Sendo assim, a seguir, versa-se sucintamente acerca do processo de elaboração de HQs e dos elementos intrínsecos a esse formato. Também são sugeridas, segundo Eisner (2001a, 2001b) e McCloud (1995), algumas etapas para se aventurar no desenvolvimento de quadrinhos. Por fim, tecem-se subsídios para o trabalho de professores em práticas pedagógicas.

3.2 Breve apropriação do referencial teórico para a estruturação sequencial de uma história em quadrinhos

Ao se tratar das HQs, Will Eisner (2001a, 2001b), estimado como um dos maiores – se não o maior dos – revolucionários do universo dos quadrinhos, as considera como uma forma de leitura, admitindo-as como uma atividade de percepção. Essa leitura ocorre a partir da associação entre palavras e imagens que, junto aos painéis, balões e outros elementos, formam a estrutura complexa que compõe o vocabulário da linguagem chamada HQ.

As HQs apresentam como principal propriedade a superposição de características específicas da arte gráfica (como pinceladas, simetrias, noções de perspectiva, entre outras) e de aspectos da literatura (como o enredo, gramática, sintaxe e etc.). Desta forma, a leitura de HQs passa, então, a se constituir em uma convergência entre um ato de percepção visual e um ato de reforço intelectual. Para Eisner (2001a, p. 8), quando essa união de aspectos gráficos e literários é usada, consecutivamente, para narrar ou expressar ideias, o que se constitui em uma forma literária da linguagem dos quadrinhos, e, junto a isso, é acompanhada de sua aplicação disciplinada, tem-se como resultado o que ele denominou de “gramática da arte sequencial”.

Eisner (2001a, p. 8) traz como exemplo de arte sequencial, na figura 1, a narrativa de Gerhard Shnobble, um personagem de sua obra *Spirit*. A história retrata a morte de Gerhard que, justamente quando está determinado a revelar ao mundo a sua habilidade de voar, é atingido por uma bala perdida, “o segredo sendo encerrado para sempre por sua morte absurda”.



E ENTÃO... SEM VIDA ...
GERHARD SHNOBBLE DESCEU
AO CHÃO.

MAS NÃO CHORE
POR SHNOBBLE...

ANTES, DERRAME UMA LÁGRIMA
POR TODA A HUMANIDADE...

POIS, NINGUÉM, EM TODA A
MULTIDÃO QUE VIU
O CORPO SER REMOVIDO... SOUBE,
OU SEQUER SUSPEITOU, QUE
NESSE DIA GERHARD SHNOBBLE
TINHA **VOADO**.



Figura 1 – A morte de Gerhard Shnobble. Fonte: Eisner (2001b, p. 9).

Ademais, Eisner (2001b, p. 10) pondera que:

A transição final [da figura 1] exige que o leitor rompa com a convecção da sequência de esquerda para direita. O olho segue a corrente de ar para baixo passando por um fundo vago, até o corpo sólido no chão; e então salta de novo para cima, para ver a nuvem pontilhada na qual Gerhard é ressuscitado. Esse salto é exclusivo da narrativa visual. O leitor tem de fazer uso implícito de um

conhecimento de leis físicas (isto é, gravidade, gases) para “ler” essa passagem.

Verifica-se, ainda, que o texto que acompanha a figura 1 acrescenta alguns pensamentos, não ilustrados, em letras desenhadas a mão em um estilo que se harmoniza com o sentimento expresso pela sua mensagem. O tratamento visual das palavras como formas de arte gráficas é parte do vocabulário (EISNER, 2001b, p. 10).

O letramento (Fig. 2), tratado “graficamente” e a serviço da história, funciona como uma extensão da imagem. Nesse contexto, ele fornece um clima emocional para a cena, tornando-se, também, uma ponte entre a narrativa e a sugestão de som (EISNER, 2001b, p. 10).



Figura 2 – (a): Aqui o letramento é empregado para servir de apoio ao “clima”.

(b): O efeito de terror, a sugestão de violência (sangue) e ódio provocam o envolvimento direto do texto com a ilustração do cenário. Fonte: Eisner (2001b, p. 11-12).

Assim, as HQs lidam tanto com palavras quanto com imagens. As palavras são feitas de letras que, por sua vez, são símbolos elaborados a partir de imagens que têm origem em formas comuns, objetos, posturas e outros fenômenos reconhecíveis (EISNER, 2001b, p. 14). Apesar da existência deste e de outros discursos, como o apresentado por McCloud (1995, p. 47) na figura 3, ainda perdura o pensamento de que a linguagem verbal e a visual são mais antagônicas do que complementares.



Figura 3 – A relação entre palavras e imagens nas histórias em quadrinhos.

Fonte: McCloud (1995, p. 47).

Entretanto, ao passo da leitura de uma HQ (Fig. 4), constata-se a configuração de “[...] uma linguagem feita de imagens traduzidas em palavras e de palavras traduzidas em imagens [...]” (MANGUEL, 2001, p. 21).



Figura 4 – A leitura de palavras e imagens em uma HQ. Fonte: McCloud (1995, p. 49).

A partir da figura 4, verifica-se que histórias demasiadamente voltadas na direção de visuais rebuscados tendem a apresentar enredos mais simples. Enredos mais sofisticados, aliados ao que o autor chama de “pirotecnia visual” (EISNER, 2005, p. 30), se, por um lado, despertam a atenção do leitor, podem mesmo vir a se tornar um empecilho à retenção do controle sobre o receptor (EISNER, 2005, p. 55.). McCloud demonstra tal argumento por meio da figura 5.

Com auxílio do diagrama piramidal de McCloud, podem-se analisar quais as maneiras adequadas de atribuir ora destaque a linguagem escrita, ora à visual. O autor, acerca disso, ainda, exemplifica na figura 6 o porquê de ter-se auto desenhado, em seu livro “Desvendando os quadrinhos”, de maneira mais icônica.



Figura 6 – Autorretrato de Scott McCloud em seu livro – redigido em formato de uma HQ – “Desvendando os quadrinhos”. Fonte: McCloud (1995, p. 36).

Assim, a leitura de uma história em quadrinhos difere da de um texto dissertativo. Em HQs não há somente a busca por uma informação, mas a soma do conteúdo com a forma, a maneira como a realidade sofre a interferência do autor e de seu estilo na medida em que é lida por um agente externo. Nesse ponto, a experiência prévia do leitor torna-se, portanto, determinante na composição de uma prática de interação com a linguagem visual e verbal. Isso a partir do fato de que se estão “[...] evocando imagens armazenadas nas mentes de ambas as partes” (EISNER, 2001b, p. 13), ou seja, tanto na estrutura cognitiva do autor quanto na do leitor. Nesse sentido, e para ilustrar, a figura 7 reproduz uma expressão, de modo progressivo, de uma imagem caligráfica antiga que permite que se observe como a imagem é utilizada pelas HQs.



Figura 7 – Efeito do estilo caligráfico relacionado ao símbolo da devoção nas HQs. Fonte: Eisner (2001a, p.15).

Embora o texto seja um dos componentes vitais para as HQs, é inegável que a maior dependência fica a cargo das imagens, um formato com a capacidade de ser compreendido universalmente (EISNER, 2005). Essa constatação, porém, deve ter presente o fato de que a história denota ser o componente crítico em uma história em quadrinhos, realidade que se torna um desafio para o artista que deve dominar técnicas que permitam que a estrutura textual seja trazida à tona por meio de imagens.

Como “[...] as histórias em quadrinhos são, tradicionalmente, produto de um único indivíduo” (EISNER, 2001b, p. 123), ou seja, de um escritor que também é artista e vice-versa, cabe a este procurar estabelecer uma relação sólida entre imagens e palavras. Nos dizeres de McCloud (2008, p. 153), essa união seria equivalente a um “casamento” (Fig. 8) arranjado pelo quadrinhista.

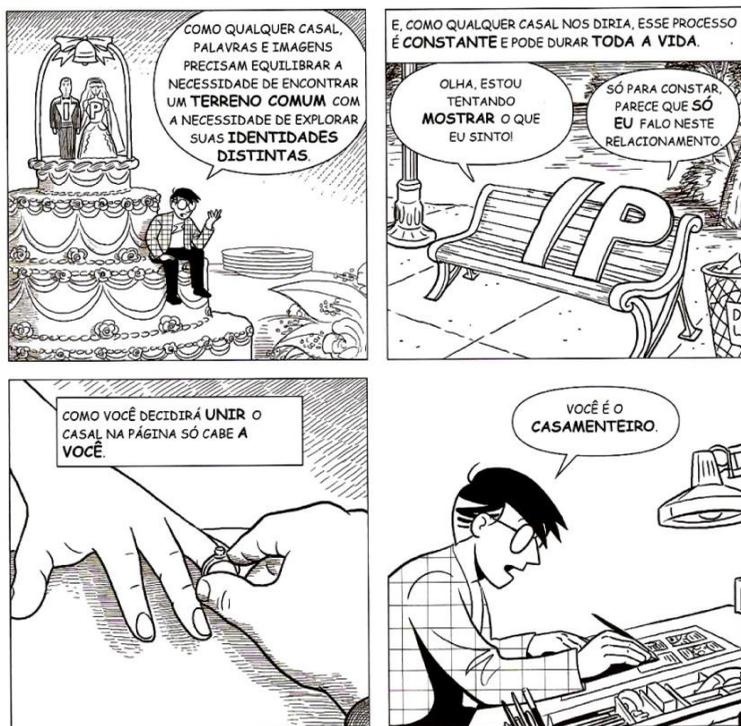


Figura 8 – Relação entre imagem e palavra em uma HQ, segundo a visão de Scott McCloud em seu livro “Desenhando quadrinhos”. Fonte: McCloud (2008, p. 153).

Essa façanha torna as HQs, concomitante, “uma forma de arte e de literatura” (EISNER, 2005, p. 6). Contudo, a imagem utilizada como linguagem apresenta algumas desvantagens em função de ter se tornado o elemento das HQs, formato que além de apresentar resistência à aceitação como uma leitura séria, também, é acusado de inibir a imaginação (EISNER, 2005) – visto que nas histórias em quadrinhos é o quadrinhista que imagina pelo leitor (EISNER, 2001b, p. 122).

Advogando a favor dos quadrinhos carece considerar que a sequência de uma HQ não exhibe a quantidade necessária de quadros (ou painéis) da mesma forma com que o cinema o faz através de filmes, por exemplo; ela deixa lacunas entre uma cena e a seguinte que devem ser preenchidas pelo leitor e por sua, conseqüente, imaginação (EISNER, 2005).

O espaço entre os painéis (quadros) dimensiona a passagem do tempo na narrativa e é chamado de calha. As calhas são essenciais para o desenvolvimento da história, funcionam como recortes, saltos, picotes na realidade narrativa obrigando um posicionamento ativo por parte do leitor. Caso ele queira entender o que se passa, terá de completar, ele próprio, a história (D’OLIVEIRA, 2009, p. 98).

É singular que existam diversas e suntuosas formas de contar histórias e desenvolver ideias. Essa variedade ocorre por meio da criatividade dos quadrinhistas e, também, por intermédio de metodologias empregadas para a elaboração de HQs. Eisner (2001a-b) e McCloud (1995), neste caso, tornam-se ótimos exemplos. Em seus estudos, sistematizam e propõem várias formas e métodos de desenvolver e de se utilizar as histórias em quadrinhos e de como as mesmas podem oferecer um norte propositivo para o uso da linguagem visual e verbal.

Face a isso, observa-se que para o entendimento da arte sequencial, torna-se preciso compreender algumas estruturas básicas inerentes aos quadrinhos (McCLOUD, 1995; EISNER, 2001a-b, 2005). Como por exemplo, deve-se avaliar de que modo se intercala o tempo e o espaço – o “*timing*” – na medida em que a narrativa se desenrola; como se inserem os balões de fala, de pensamento, os letreiros e etc.; e quais os modos de se capturar ou encapsular o movimento de certas imagens (como pessoas e coisas) em segmentos – os chamados “painéis” – mais qualificados. O conhecimento destes e de outros aspectos pode possibilitar a eficácia da HQ na propagação de sua mensagem primordial.

Nas histórias em quadrinhos há duas possibilidades narrativas (Fig. 9): a sequência longa e a sequência curta. A sequência longa

pressupõe uma ação do vetor tempo em média ou grande proporção, fazendo com que a narrativa se desenvolva em saltos (tempo), enquanto na sequência curta o encadeamento de cenas flui em um espaço relativamente curto de tempo (*timing*).

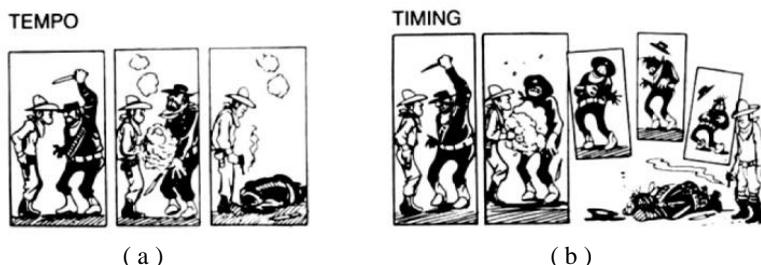


Figura 9 – (a): Uma ação simples, cujo resultado é imediato, ocorre em segundos. (b): Uma ação simples em que o resultado (apenas) é prolongado para realçar a emoção. Fonte: Eisner (2001b, p. 25).

Para definir o uso do tempo em uma narrativa de quadrinhos, Eisner (2001a-b) utiliza o termo inglês *timing* que define como uma situação dramática específica será percebida pelo leitor. O recurso pode tanto distender uma ação que, fora da representação, aconteceria em poucos segundos (Fig. 9a), quanto comprimir uma ação longa em um único quadro.

Nas HQs, o recurso fundamental para a transmissão do *timing* é o quadro (ou painel), o qual lida com a captura ou encapsulamento de eventos no fluxo da narrativa que, por sua vez, deve ser decomposta em segmentos sequenciados (EISNER, 2001b, p. 38).

As linhas desenhadas em torno da representação de uma cena – que compõem o chamado requadro ou o formato do painel (Fig. 10) – tem a função principal de moldura.



Figura 10 – Diversos tipos de requadros para os painéis. Os requadros podem aparecer sob as mais diversas aparências ou, até mesmo, podem nem existir.

Fonte: McCloud (1995, p. 99).

Por outro lado, “a ausência de requadro expressa espaço ilimitado. Tem o efeito de abranger o que não está visível, mas que tem existência reconhecida” (EISNER, 2001b, p. 45). O formato (ou ausência) do requadro pode se tornar parte da história em si. Ele pode expressar algo sobre a dimensão do som e do clima emocional em que ocorre a ação, assim como contribuir para a atmosfera da página como um todo. O propósito do requadro não é tanto estabelecer um palco, mas antes aumentar o envolvimento do leitor com a narrativa. Enquanto o requadro convencional, de contenção, mantém o leitor distanciado – ou fora do quadrinho, por assim dizer –, o requadro, tal como é usado na figura 11, convida o leitor a entrar na ação ou permite que a ação “irrompa” na direção do leitor. Além de acrescentar a narrativa um nível intelectual secundário, o requadro procura lidar com outras dimensões sensoriais (EISNER, 2001b, p. 46).

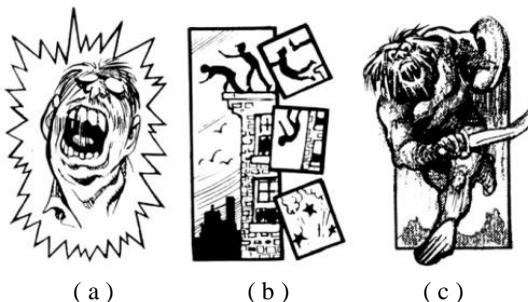


Figura 11 – (a) O traçado denteado sugere uma ação emocionalmente explosiva. Expressa um estado de tensão e está relacionado com a sonoridade áspera. (b) : O painel comprido reforça a ilusão de altura. A posição dos vários painéis pequenos imita um movimento de queda. (c) : Fazendo-se com que o personagem rompa os limites do painel, transmite-se a ilusão de força e ameaça. Como se pressupõe que o requadro de um painel é inviolável, isso aumenta a sensação de ação desenfreada. Fonte: Eisner (2001b, p. 46).

Tal como no uso de painéis para expressar a passagem do tempo, o enquadramento de imagens que se movem através do espaço (Fig. 12) realiza a contenção de pensamentos, ideias, ações, lugar ou localização. Com isso, o painel tenta lidar com os elementos mais amplos do diálogo: a capacidade decodificadora cognitiva e perceptiva, assim como o visual (EINSER, 2001b, p. 38).

Albert Einstein, na sua Teoria Especial (Relatividade), diz que o tempo não é absoluto, mas relativo à posição do observador. Em essência, o painel faz desse postulado uma realidade. O ato de enquadrar ou emoldurar a ação não só define seu perímetro, mas estabelece a posição do leitor em relação à cena e indica a duração do evento. Na verdade, ele “comunica” o tempo. A magnitude do tempo transcorrido não é expressa pelo painel *per se*, como logo revela o exame de uma série de painéis em branco. A imposição das imagens dentro do requadro dos painéis atua como catalizador. (EISNER, 2001b, p. 28)



Figura 12 – O painel como divisor do tempo-espaço. Fonte: McCloud (1995, p. 99).

Com isso, McCloud (1995, p. 99) salienta que “a duração do tempo e as dimensões do espaço são definidas mais pelo conteúdo do quadro do que pelo quadro em si”.

Outro dispositivo de contenção usado para encerrar a representação da fala e do som, como os balões, também são úteis no delineamento do tempo. O balão tenta captar e tornar visível um elemento etéreo: o som. A disposição dos balões que cercam a fala – a sua posição em relação um ao outro, ou em relação à ação, ou a sua posição em relação ao emissor – contribui para a medição do tempo. Eles são disciplinares, na medida em que requerem a cooperação do leitor. Uma exigência fundamental é que sejam lidos numa sequência determinada para que se saiba quem fala primeiro. Eles se dirigem à nossa compreensão subliminar da duração da fala (EISNER, 2001b, p. 26). McCloud (1995, p. 134) também expõe considerações acerca desse processo na figura 13.



Figura 13 – A representação da fala e de sons. Destaque para balões de fala, de pensamento, para a sonoridade, para onomatopeias etc.. Fonte: McCloud (1995, p. 134).

Desta forma, verifica-se que todo traço, estilo, elemento, ferramenta e etc. pode apresentar-se como válida aos quadrinhos, isto, porque “[...] em criatividade não existe “certo” e “errado” ” (EISNER, 2001b, p. 125). Logo, não se tem um jeito “único e correto” de quadrinhos; simplesmente, há modos – cada qual a serviço de um dado objetivo.

3.3 Okay! Mas, afinal, como “se dá à luz” a uma HQ?

Não há limites para o que se pode pôr em uma página em branco. Sendo assim, a criação de uma história e a sua narração podem surgir por meio de diversos processos, dentre eles mencionam-se três: (1) o quadrinhista pode realizar, primeiramente, os desenhos da HQ e, ao término dos mesmos, inserir diálogos condizentes ao exposto pelas ilustrações (Fig. 14); (2) ele pode começar pela escrita de um roteiro e, com base nele, desenvolver as ilustrações para a HQ (Fig. 15); (3) e, ainda, criar um único quadrinho, cuja pretensão não seja a de se dar continuidade a história; entretanto, essa premissa pode ser rompida com a criação de um novo quadrinho – construído com a mesma intenção – que dará sequência a história do anterior (Fig. 16).



Figura 14 – Processo (1) apontado por Scott McCloud para a criação de uma HQ. Fonte: McCloud (2008, p. 38).



Figura 15 – Processo (2) referido por Scott McCloud para a criação de uma HQ. Fonte: McCloud (2008, p. 38).



Figura 16 – Processo (3) mencionado por Scott McCloud para a criação de uma HQ. Fonte: McCloud (2008, p. 38).

Para os fins do presente estudo, importa tecer algumas considerações acerca do processo (2), o qual pode possibilitar, à primeira vista, a futuros professores e pesquisadores um entendimento mais explícito, prático e coeso acerca da relação entre imagem e palavra e das etapas envolvidas na criação de quadrinhos.

Considera-se, então, que “a arte sequencial lida com imagens reconhecíveis” (EISNER, 2001b, p. 145), as quais não necessariamente precisam ser “bem” desenhadas para que se identifiquem um corpo ou um rosto na figura 17; meros riscos já trazem a lembrança, na estrutura cognitiva, da configuração desses exemplos. “Mesmo ao trabalhar num estilo mínimo, como o mestre dos pauzinhos Matt Feazell, [...] [os]

desenhos ainda podem incorporar uma variedade de detalhes do mundo real” (McCLOUD, 2008, p. 27).



Figura 17 – Exemplos de traços simples e significativos. Fonte: McCloud (2008, p. 61).

O aprimoramento do traçado das ilustrações presentes na HQ, bem como o entendimento acerca da arte, das técnicas de desenhos clássicos, como anatomia e perspectiva²⁶ (Fig. 18), por exemplo, podem auxiliar para uma representação convincente das formas do mundo (EISNER, 2001b, p. 145; McCLOUD, 2008, p. 28).

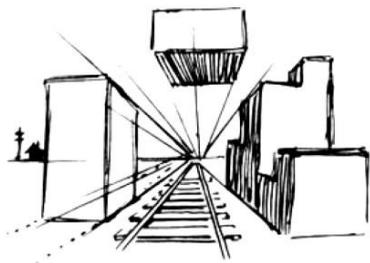


Figura 18 – Exemplo do uso de perspectiva. A distância, a relação entre as formas, a configuração e o tamanho são mostrados através do uso de linhas que convergem num ponto no horizonte – o chamado “ponto de fuga”. Fonte: Eisner (2001b, p. 146).

Além disso, “a leitura regular, particularmente de contos, é essencial para as habilidades de criação de enredo e narrativas” (EISNER, 2001b, p. 145). Eisner (2001b, p. 129) demonstra, por meio de um modelo, o desenvolvimento de um segmento de uma história em

²⁶ Cf. FLORES, 2007.

quadrinhos pelo qual inicia com a escrita do roteiro. Ele faz uso de cinco painéis ou quadros para compor uma página da HQ. Em cada painel há de se inserir narrativa, quando necessário, falas dos personagens e descrição da cena ou contexto que abarca a parte verbal, como demonstrado na figura 19.

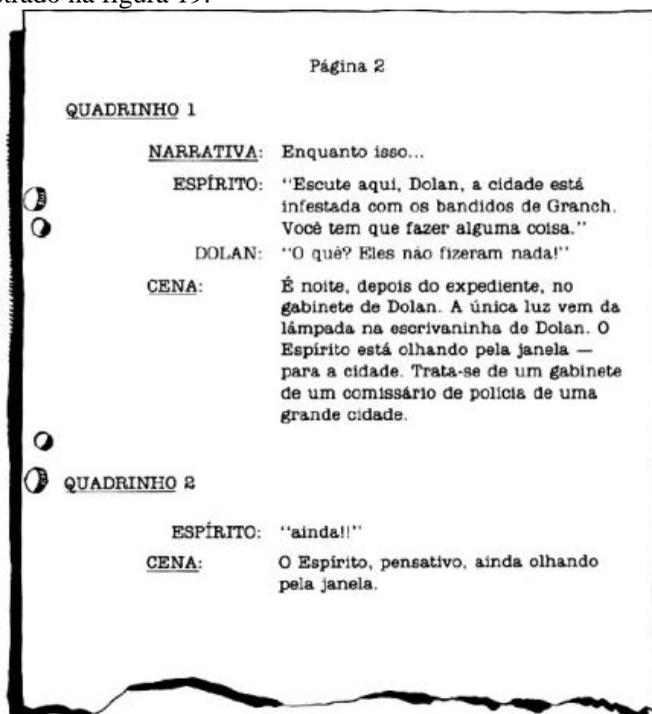


Figura 19 – Exemplo de uma parte de um roteiro médio. Fonte: Eisner (2001b, p. 129-130).

Após o término da escrita do roteiro, e de posse dos elementos nele descritos, desenvolve-se um esboço geral do mesmo, de modo a impulsionar a visualização acerca de qual seria a melhor maneira de dispor os painéis (quadros) ao longo da página, desde a verificação do *time* da narrativa até o deslumbramento do formato dos painéis (os requadros). Em sequência, debruça-se sobre a parte mais complexa e que demanda – junto à arte-final (etapa em que se colorem e pintam as ilustrações, os personagens, os cenários e etc.) – maior tempo de execução desse processo: a ilustração (Fig. 20). Daqui, como já aludido, surgem diversos estilos e maneiras de expor o que é de pretensão por parte do quadrinhista ao leitor.

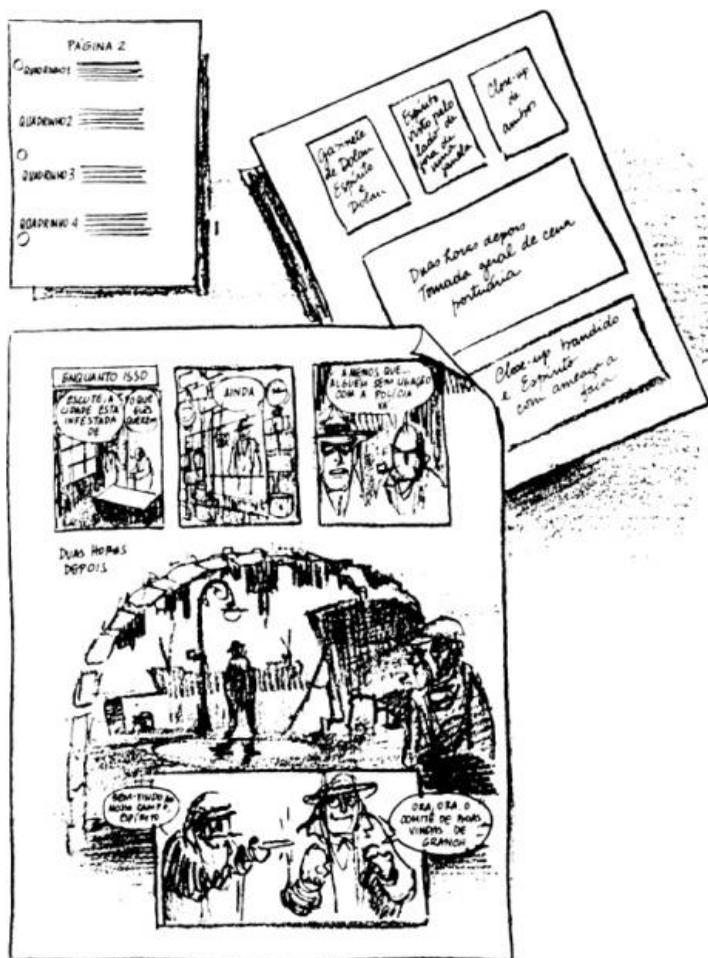


Figura 20 – Este diagrama mostra os passos do desenvolvimento do roteiro desde uma página isolada (mostrada em detalhe na página precedente) até o estágio do desenho a lápis, pronto para a arte final (aplicação de tinta). Fonte: Eisner (2001b, p. 131).

Para fins esclarecedores, McCloud (2008, p. 5) adverte: “Eu não vou dizer qual a maneira “certa” de escrever ou desenhar porque tal coisa não existe. Todo estilo, toda abordagem, toda ferramenta pode dar certo nos quadrinhos, desde que sirva para você”. Em outras palavras, todos os processos, etapas, passos, métodos e etc. para a estruturação de quadrinhos devem ser igualmente tomados como válidos. Essa perspectiva vai ao encontro do que Feyerabend (2010) entende por

relativismo, isto é, a compreensão de que o ponto de vista que alguma pessoa tenha mais “carinho” pode ser apenas mais um entre tantos outros. Todavia, deve-se ter cautela para que as HQs não fiquem atreladas a um relativismo absoluto. Embora se tenha advogado a favor de sua versatilidade e flexibilidade, elas devem ser consideradas dentro de questionamentos – Por quê? Para quê? E para quem? – e não se deve exaurir o contexto e objetivo de seu uso.

Para HQs voltadas ao ensino a atenção deve ser redobrada. O entendimento a respeito do funcionamento das estruturas integradas à arte sequencial para futuros professores e pesquisadores, brevemente aludidas acima, deve ser aprofundado de modo mais qualificado, na expectativa de potencializar discussões em torno do trabalho e evitar possíveis compreensões errôneas dos conceitos abordados por meio da linguagem.

3.4 Algumas considerações finais

Apesar de se atribuir diversas terminologias aos quadrinhos (no Japão, *mangá*; na Coreia, *manhwa*; na China, *manhua*; na França, *bande dessinée*; em Portugal, *banda desenhada*; na Espanha, *tebeo*; na Itália, *fumetti*; nos Estados Unidos, *comics*; na América Latina, *histórias em quadrinhos ou historietas* e etc.), todas partem de um mesmo pressuposto; apresentam uma combinação de empregos visuais (perspectiva, simetria, estilo), literários (gramática, enredo, sintaxe), científicos (conhecimento de leis físicas: gravidade, luz, tempo-espaço), dentre outros, que ao serem estruturados em forma de sequência ganham vida.

É notória, assim, a diversidade de saberes envolvidos no desenvolvimento e apreciação de uma história em quadrinhos. Eisner (2001b, p. 144), em seu livro “Quadrinhos e arte sequencial”, defende que: “Vale a pena correr o risco da simplificação excessiva e tentar fazer um diagrama dessas disciplinas para reforçar essa afirmação”. Na figura 21 poder-se-ia, ainda, acrescentar ao esquema de Eisner a técnica artística “*chiaroscuro*” (o jogo entre luz e sombras) e o conceito físico de tempo-espaço.

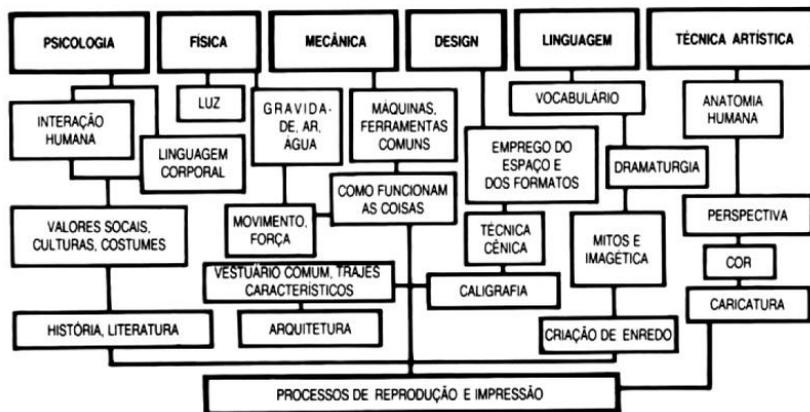


Figura 21 – Diversidades de disciplinas envolvidas na realização de uma história em quadrinhos, segundo Will Eisner. Fonte: Eisner (2001b, p. 144).

Mediante o observado na figura 21, verifica-se que as aplicações das histórias em quadrinhos no processo de aprendizado não se restringem às adaptações literárias. Elas podem e devem permear outras áreas do ensino, como artes, história, filosofia, sociologia, física, química, biologia e etc..

Por meio da interação entre essas esferas do saber, e de muitas outras existentes, pode-se fornecer, inclusive, subsídios para o trabalho de professores em práticas pedagógicas, já que no campo das pesquisas em educação científica os quadrinhos, com certo acanhamento, vêm ganhando, cada vez mais, destaque.

Para que as HQs possam colaborar para o ensino, faz-se indispensável que o professor disponha dos conhecimentos sobre esse recurso, para que não haja prejuízos na sua ação. Por outro lado, se o professor objetivar que seus alunos sejam os criadores ou quadrinhistas de suas próprias histórias em quadrinhos, será necessário que o mesmo faça, primeiramente, exposições acerca dos elementos constitutivos de tal recurso; para que só depois proponha alguma atividade relacionada. Esse processo de orientação sobre HQs mostrará aos alunos que alguns cuidados sevem ser tomados para que se alcance um dado objetivo.

Outra questão que deve ser levada em consideração é o fato de que as histórias em quadrinhos, evidentemente, não substituem todo e qualquer material didático ou aula; elas apenas os complementam e tornam os momentos de ensino e aprendizagem mais lúdicos. Portanto, deve-se procurar acompanhá-las a outros recursos, ferramentas e

estratégias, como inseri-las dentro de um módulo de ensino, por exemplo. Além disso, o professor deve levar em consideração a adequação da narrativa e o contexto de utilização da HQ.

Assim, e em vista de que haja aprendizagem significativa, condições propícias devem ser articuladas. Para Moreira (2012, p. 24) existem duas fundamentais; a (1) primeira está relacionada ao material didático apresentado pelo professor aos indivíduos que aprendem e a (2) segunda encontra-se vinculada ao interesse dos sujeitos em aprender. Desse modo, as histórias em quadrinhos elaboradas e apresentadas por professores aos seus alunos devem ser potencialmente significativas; mas o significado relativo a esse processo será atribuído pelos indivíduos que interagem (professor-estudante e/ou estudante-estudante), isto é, o significado está nas pessoas, não nas coisas.

Então, não há, por exemplo, livro significativo ou aula significativa; no entanto, livros, aulas, materiais instrucionais de um modo geral, podem ser potencialmente significativos e para isso devem ter significado lógico (ter estrutura, organização, exemplos, linguagem adequada, enfim, serem aprendíveis) e os sujeitos devem ter conhecimentos prévios adequados para dar significado aos conhecimentos veiculados por esses materiais. (MOREIRA, 2011, p. 51)

Pode-se argumentar, também, que a linguagem viabiliza negociação de significados entre os novos conhecimentos e conhecimentos previamente existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, mas se o indivíduo que aprende não estiver disposto a atribuir significados ao processo que o permeia, não haverá aprendizagem significativa (MOREIRA, 2003, p. 14).

Fundamental é que o professor, conscientizando-se das possibilidades e limitações dessa mediação, repense a sua *práxis* e passe a fazer uso de outras linguagens e métodos que não sejam, somente, os tradicionalmente aceitos no âmbito escolar. As histórias em quadrinhos “[...] são vitais para diversificar nossas percepções do mundo” (McCLOUD, 2006, p. 19).

3.5 Referências

BARBOSA, A. Os quadrinhos no ensino de Artes. In: RAMA, Angela; VERGUEIRO, Waldomiro (Org.). **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. São Paulo: Contexto, 2004. p. 131-149.

BARBOSA-LIMA, M.c.; QUEIROZ, G.; SANTIAGO, R.. Ciência e arte: Vermeer, Huygens e Leeuwenhoek. **Física na Escola**, v. 8, n. 2, p.27-30, 2007.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Para A Formação de Professores da Educação Básica, em Nível Superior, Curso de Licenciatura, de Graduação Plena**. Parecer nº CNE/CP 009/2001, de 08 de Maio de 2001. Relator: Edla de Araújo Lira Soares, Éfrem de Aguiar Maranhão, Eunice Ribeiro Durham, Guiomar Namó de Mello, Nelio Marco Vincenzo Bizzo e Raquel Figueiredo Alessandri Teixeira.(Relatora), Silke Weber (Presidente). Brasília, DF, Seção 1, p. 1-31, 18 de jan. 2002.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC, 1999. 364 p.

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Terceira versão. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf> . Acesso em: 24 mai. 2017.

BRAZ, K. M.; FERNANDES, S. A. **História em quadrinhos: um recurso didático para as aulas de Física**. In: XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA - SNEF. Vitória, ES. 2009.

CARUSO, F.; CARVALHO, M.; SILVEIRA, M. C. Uma proposta de ensino e divulgação de ciências através dos quadrinhos. **Ciência & Sociedade**, Rio de Janeiro, v. 8, 2002.

CARUSO, F.; FREITAS, N. Física moderna no ensino médio: o espaço-tempo de Einstein em tirinhas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, p. 355-366, 2009.

CARUSO, F.; SILVEIRA, C. Quadrinhos para a cidadania. **História Ciências Saúde – Manguinhos**. v. 16, n. 1, p. 217-236, jan.-mar. 2009.
 CACHAPUZ, A. F. Arte e ciência no ensino das ciências. **Interacções**, v. 10, n. 31, p. 95-106, 2014. Disponível em:
 <<http://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/6372>>. Acesso em: 24 maio 2017.

CORRÊA, A. D.; RÔÇAS, G; LOPES, R. M.; ALVES, L. A. A utilização de uma história em quadrinhos como estratégia de ensino sobre o uso racional de medicamentos. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.9, n.1, p.83-102, maio 2016.
<http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2016v9n1p83>.

DELEUZE, G. **Les Intersseurs**. In: Gilles Deleuze, Pourparlers 1972-1990. Paris: Minuit. p. 165-184. [1985] 1990.

D'OLIVEIRA, G. F. **Saberes Enquadrados: (Re)construções identitárias nas histórias em quadrinhos**. Tese (Doutorado). Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 2009.

EISNER, W. **Comics & Sequential Art**. Published Poorhouse Press. Florida. 21 ed. 2001a.

EISNER, W. **Quadrinhos e arte sequencial**. São Paulo: Martins Fontes, 2001b.

EISNER, W. **Narrativas gráficas**. São Paulo: Devir, 2005.

FERREIRA, F. R. Ciência e arte: investigações sobre identidades, diferenças e diálogos. Instituto Oswaldo Cruz. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.36, n.1, p. 261-280. 2010.

FEYERABEND, P. K. **Contra o Método**. Trad. Octanny S. da Mata e Leonidas Hegenberg. Rio de Janeiro, RJ. 1977.

_____. **Adeus à razão**. São Paulo: Editora UNESP. 2010.

FIORAVANTI, C. H.; ANDRADE, R. de O.; MARQUES, I. da C. Os cientistas em quadrinhos: humanizando as ciências. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v.23, n.4, p. 1191-1208. 2016.

FLORES, C. **Olhar, saber, representar**: sobre a representação em perspectiva. São Paulo: Musa Editora, v. 4, 2007.

JAMES, B. Leonardo da Vinci: master of time and motion. In: WERTZ JUNIOR, William F.; KRONBERG, Kenneth; HENDERSON, Denise; NOTHEY, Katherine. **Fidelio: Journal of Poetry, Science, and Statecraft**, v. 12, n. 2. Washington: Schiller Institute, 2003. p. 77-80. (ISSN 1059-9126). Disponível em: <http://schillerinstitute.org/fidelio_archive/2003/fidv12n02-2003Su/fidv12n02-2003Su.pdf>. Acesso em: 24 maio 2017.

JESUS, S. N. de; SANTO, P. C. Arte e ciência: pontes para uma aproximação. **Omnia**, n. 2, p.5-11, abr. 2015. Disponível em: <[http://omnia.grei.pt/n02/\[1\] JESUS.pdf](http://omnia.grei.pt/n02/[1] JESUS.pdf)>. Acesso em: 26 maio 2017.

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C.; ALMEIDA, C. Carta dos editores convidados: para que um diálogo entre ciência e arte? **História, Ciências, Saúde — Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 13 (suplemento), p. 7-10. 2006.

MCCLLOUD, S. **Desvendando os quadrinhos**: história, criação, desenho, animação, roteiro. Trad. Helcio de Carvalho; Marisa do Nascimento Paro. São Paulo: Makron Books, 1995.

_____. **Reinventando os quadrinhos**: como a imaginação e a tecnologia vêm revolucionando essa forma de arte. São Paulo: M.Books do Brasil Editora Ltda., 2006.

_____. **Desenhando quadrinhos**: os segredos das narrativas de quadrinhos, mangás e graphic novels. São Paulo: M.Books do Brasil Editora Ltda., 2008.

MELLO, R. L. S.; ALMEIDA, T. Intersecções entre os campos da arte e da ciência. **Mouseion**, n. 25, p.39-51, 3 jan. 2017. Centro Universitario La Salle - UNILASALLE. <http://dx.doi.org/10.18316/1981-7207.16.37>.

MOREIRA, M. A. **Linguagem e aprendizagem significativa**, 2003. In: IV ENCONTRO NACIONAL SOBRE A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. Maragogi, AL. 2003.

MOREIRA, M. A. O que é a aprendizagem significativa? In: MOREIRA, M. A (Org.) **Aprendizagem Significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Ed. Livraria da Física, p.13-55. 2012.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas–UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista/**Meaningful Learning Review**. v.1 (2), p. 43-63, 2011.

OGLIARI, C. L. **Letramento e o mundo comics**. 2015. 129 p. Dissertação (mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

PEREIRA, M. L. D'almada A.; OLENKA, L.; OLIVEIRA, P. E. D. F. Física em ação através de tirinhas e histórias em quadrinhos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p.896-926, dez. 2016.

REAVES, G.; PEDRETTI, C. Leonardo Da-Vinci drawings of the surface features of the moon. **Journal For The History Of Astronomy**, v. 18, n. 1, p.55-58, fev. 1987. Disponível em: <<http://articles.adsabs.harvard.edu//full/1987JHA....18...55R/0000058.000.html>>. Acesso em: 24 maio 2017.

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M.: Ciência e arte: relações improváveis? **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13, (suplemento), p. 71-87, outubro 2006.

SANTOS, R. E.; VERGUEIRO, W. Histórias em quadrinhos no processo de aprendizado: da teoria à prática. **EccoS**, São Paulo, n. 27, p. 81-95. jan./abr. 2012.

SILVA, J. A. P. da; NEVES, M. C. D. **Arte e ciência no renascimento**: Galileo e Cigoli e as novas descobertas telescópicas. In: IV JORNADA DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E ENSINO: PROPOSTAS, TENDÊNCIAS E CONSTRUÇÃO DE INTERFACES. São Paulo, Brasil. V. 9, p. 57-74. 2014.

SOARES NETO, F. F. **A linguagem das histórias em quadrinhos e o ensino de Física:** limites e possibilidades para um processo de textualização de saberes, Florianópolis, SC, 2012. 172 p. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas. 2012.

SOUZA, E. O. R. de; VIANNA, D. M. Usando física em quadrinhos para discutir a diferença entre inversão e reversão da imagem em um espelho plano. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p.601-613, 14 maio 2014. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n3p601>.

SHRIMPLIN, V. Michelangelo, Copernicus and the Sistine chapel. **Proceedings Of The International Astronomical Union**, v. 5, n. 260, p.333-339, jan. 2009. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s1743921311002493>.

SNOW, C. P. **The two cultures and the scientific revolution**. 7. ed. New York: Cambridge University Press, 1961. 58 p. Disponível em: <http://sciencepolicy.colorado.edu/students/envs_5110/snow_1959.pdf> . Acesso em: 26 maio 2017.

TAVARES JÚNIOR, M. J. As histórias em quadrinhos (HQ's) na formação dos professores de Ciências e Biologia. **Educação (ufsm)**, v. 40, n. 2, p.439-449, 29 maio 2015. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1984644414164>.

TESTONI, L. A.; SOUZA, P. H. de; NAKAMURA, E.; PAULA, S. M. de. **Histórias em quadrinhos nas aulas de Física:** uma proposta de ensino baseada na enculturação científica. Atas do IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – IX ENPEC Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013, p. 1-8. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0893-1.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2017.

TOPPER, D. R. **Quirky sides of scientists:** true tales of ingenuity and error from physics and astronomy. University of Winnipeg, Manitoba, Canada. 2007.

VERGUEIRO, W.; PIGOZZI, D. Histórias em quadrinhos como suporte pedagógico: o caso Watchmen. **Comunicação & Educação**, v. 18, n. 1, p.35-42, 30 jun. 2013. Universidade de Sao Paulo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBiUSP. <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9125.v18i1p35-42>. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/comueduc/article/view/69247/71708>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

WILSON, S. Ciência e arte: olhando para trás/olhando para frente. In: DOMINGUES, D. (Org.) **Arte, ciência e tecnologia: passado, presente e desafios**. São Paulo: Unesp, p. 489-498. 2009.

ZANETIC, J. Física e arte: uma ponte entre duas culturas. **Proposições**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 39-58, 2006.

Artigo 4

**DESBRAVANDO OS SETE MARES! OPS, ...
DESBRAVANDO TRÊS PINTURAS ATRAVÉS DE UMA
HISTÓRIA EM QUADRINHOS: POSSÍVEIS
RELAÇÕES ENTRE ARTE E HISTÓRIA E
FILOSOFIA DA CIÊNCIA**

Desbravando os sete mares! Ops, ... Desbravando três pinturas através de uma história em quadrinhos: possíveis relações entre arte e história e filosofia da ciência

RESUMO: Desenvolve-se uma história em quadrinhos (HQ), no âmbito de um módulo de ensino, com intuito de discutir os aspectos da natureza da ciência (ndc) correspondentes a não neutralidade na observação, bem como na construção do conhecimento, e ao papel dos experimentos no empreendimento científico, à luz de Hanson, através das telas *Newton* (1795) de William Blake, *A philosopher giving that lecture on the orrery* (1766) e *An experiment on a bird in the air pump* (1768) de Joseph Wright, as quais apresentam potencial para discussões histórico-filosóficas. A HQ, voltada ao estudante de física em formação, foi estruturada a partir dos princípios básicos da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e dos conceitos para a arte sequencial de Will Eisner e Scott McCloud. Nos enredos relacionados à HQ debatem-se acerca das possíveis mensagens sobre ciência que as pinturas intentam comunicar ao contemplador. Espera-se, a partir da temática envolvida, contribuir para a disseminação de uma educação em consonância com reflexões filosóficas contemporâneas e trazer possibilidades para se pensar a ciência e a arte a partir de novas perspectivas.

Palavras-chave: Arte sequencial. Experimento científico. Observação científica.

ABSTRACT: A graphic novel is developed, within a teaching module, to discuss the aspects of the nature of science (nos) corresponding to a non-neutrality observation, as well as in the construction of knowledge, and the role of experiments in scientific endeavor, to light of Hanson, through William Blake's painting *Newton* (1795) and Joseph Wright's *A philosopher giving that lecture on the orrery* (1766) and *An Experiment on a Bird in the the air pump* (1768), which have potential for historical-philosophical discussions. The graphic novel, aimed at the physics in training students, was structured based on the basic principles of the meaningful learning of David Ausubel and in the concepts for the sequential art of Will Eisner and Scott McCloud. In the plots, related to the graphic novel, the debates are associated with the possible messages about science that the paintings try to express. It is expected, based on the theme involved, to contribute to the dissemination of an education in

harmony with contemporary philosophical reflections and to bring possibilities to think about science and art from new perspectives.

Keywords: Sequential art. Scientific experimente. Scientific observation.

4.1 Introdução

Um interesse crescente, embora em número ainda reduzido, de pesquisadores e educadores por estudos que abordam a história e filosofia da ciência (HFC), bem como a natureza da ciência (ndc), a partir de imagens para a educação científica tem sido constatado em vários trabalhos (GALILI, 2013; ALCANTARA; JARDIM, 2014; COLAGRANDE *et al.*, 2015). Sendo assim, e visando contribuir para o incremento de novos estudos nessa área de investigação, utilizam-se três obras do século XVIII para se discutir certas características relacionadas à construção do conhecimento científico através da aproximação entre arte e ciência.

Sob tal perspectiva, o presente artigo tem como objetivo elaborar um módulo de ensino, intitulado “Desbravando os sete mares! Ops, ... Desbravando três pinturas através de uma história em quadrinhos: possíveis relações entre arte e história e filosofia da ciência”, com intuito de se debater, a partir das obras *Newton* (1795) de William Blake; *A philosopher giving that lecture on the orrery in which a lamp is put in place of the sun* (Um filósofo dando uma aula no planetário na qual uma lâmpada é posta no lugar do Sol – 1766) e *An experiment on a bird in the air pump* (Um experimento com um pássaro na bomba de ar – 1768) de Joseph Wright, a não neutralidade na observação, bem como na construção do conhecimento, e o papel do experimento no empreendimento científico à luz das concepções do filósofo da ciência Norwood Hanson (1979).

O módulo, voltado a alunos de cursos de física, comporta uma história em quadrinhos (HQ), constituída de duas partes – “As pinceladas anti-newtonianas de William Blake” [parte 1] e “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*” [parte 2] –, e dois textos a ela relacionados (“As pinceladas anti-newtonianas de William Blake” [texto 1] e “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*” [texto 2]), os quais fornecem informações fundamentadas e argumentadas aos alunos sobre a construção e o desenrolar da história.

O pretexto de se usar uma HQ [parte 1 e 2], no contexto de seu módulo, na formação de professores e de pesquisadores é o de lhes mostrar que existem formas distintas de se discutir arte e HFC e de se exaltar seus enlazes na sala de aula.

A inclusão dos quadrinhos no PNBE (Programa Nacional Biblioteca da Escola e as referências nos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) representa um avanço na educação, pois são um incentivo a mais para que os docentes aproveitem o potencial desse recurso didático facilitador de interdisciplinaridade, contextualização e leituras ricas em significados. (PEREIRA; OLENKA; OLIVEIRA, 2016, p. 897-898)

Assim, pode-se utilizar a HQ [parte 1 e 2] como recurso complementar ao processo de aprendizagem (CARUSO *et al.*, 2009; RAICIK; PEDUZZI, 2014; TESTONI *et al.*, 2013; GONZAGA *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2014⁷; CORRÊA *et al.*, 2016; FIORAVANTI *et al.*, 2016) de futuros docentes e cientistas.

Neste contexto, trabalha-se, então, o enredo da HQ [parte 1 e 2] a partir de um diálogo fictício que contrasta o discurso de um guia turístico, acerca da mensagem do pintor, com o repertório epistemológico-conceitual de uma estudante de física e de um professor universitário – com interesses pela arte e pela ciência – sobre as observações que fazem a respeito da pintura de William Blake e das de Joseph Wright. As discussões, ainda, desenrolam-se por conta do exame de como fatores externos, relacionados ao contexto da ciência vigente no período da criação das pinturas, influenciaram a produção dos pintores no ato da elaboração de suas obras e que possíveis mensagens de ciência, dentre muitas outras, as pinturas intentam passar.

Contudo, e para tanto, resulta relevante compreender, brevemente, a estruturação conceitual da HQ e os enredos a ela relacionados. De posse dessas informações fornece-se um cenário mais propício para a discussão da primeira e da segunda parte da história em quadrinhos. Ainda, argumenta-se sobre as possibilidades de sua utilização “[...] no panorama de um ensino que valorize debates histórico-filosóficos” (RAICIK e PEDUZZI, 2014, p. 2).

4.2 Nos rabiscos, a existência de fundamentos: os caminhos trilhados para a elaboração e estruturação da história em quadrinhos

“As pinceladas anti-newtonianas de William Blake”²⁷ [parte 1] e “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e *The air pump*”²⁸ [parte 2] fazem parte de um conjunto de histórias independentes, sobre arte e ciência, incorporadas à HQ “*Imaginarium*”²⁹ (JORGE; PEDUZZI, 2016, p. 3).

Para a criação da HQ [parte 1 e 2] foram utilizadas as teorias, conceitos e técnicas apresentadas nas obras de Scott McCloud (1995, 2006, 2008) e de Will Eisner (2001a, 2001b, 2005). Além disso, tomou-se como inspiração e motivação o trabalho de Nick Sousanis (2015), cuja tese de doutorado – *Unflattening* – foi redigida em formato de uma história em quadrinhos³⁰.

De modo a facilitar a organização e a apresentação do conteúdo-tema (roteiro/enredo) da HQ empregou-se princípios básicos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1963, 1968) (PEREIRA *et al.*, 2016).

A aprendizagem significativa, proposta por Ausubel (1963,1968), é um processo por meio do qual um novo conhecimento se relaciona de maneira “não arbitrária” e “substantiva” (não-litera) à estrutura cognitiva do sujeito. É no curso da aprendizagem significativa que o sentido lógico do material de aprendizagem se transforma em conceito psicológico para o sujeito. Em situações como esta, emergem os

²⁷ A parte 1 da HQ “As pinceladas anti-newtonianas de William Blake” pode ser encontrada em: <<https://pt.calameo.com/read/00464858667c504b19258>>. Acesso em: 19 Ago. 2016.

²⁸ A parte 2 da HQ “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*” pode ser visualizada completa em: <<https://pt.calameo.com/read/0046485864c82a0b38360>>. Acesso em: 25 Abr. 2017.

²⁹ Primeira história independente desenvolvida que acabou dando origem ao nome da série da história em quadrinhos. Disponível em: <<http://pt.calameo.com/read/0046485865d52fadcabcd>>. Acesso em: 01 Mar. 2017.

³⁰ Mais informações disponíveis em: <<http://spinweaveandcut.com/>>. Acesso em: 30 Jul. 2016.

significados dos materiais potencialmente significativos e o conhecimento prévio se modifica pela construção de novos significados.

Ausubel (1968, p. 147), ainda, expõe que a composição de atributos relevantes da estrutura cognitiva, para fins pedagógicos, acontece de duas maneiras: “substantivamente”, com propósitos organizacionais e integrativos, usando os conceitos e proposições unificadores do conteúdo da matéria de ensino que têm maior poder explanatório, inclusividade, generalidade e relacionabilidade nesse conteúdo; e “programaticamente”, empregando princípios programáticos para ordenar sequencialmente a matéria de ensino, respeitando sua organização e lógica internas e planejando a realização de atividades práticas. Quanto ao último modo, Ausubel (1968, p. 152) propõe quatro princípios programáticos do conteúdo, a citar: diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização sequencial e consolidação.

A “diferenciação progressiva” visa, no início da instrução, à apresentação de ideias e conceitos mais gerais e inclusivos do conteúdo da matéria a ser ensinada, para que, posterior a isso, possam ser, progressivamente, diferenciados em termos de detalhe e especificidade (AUSUBEL, 1978). Por outro lado, a programação do conteúdo deve não só proporcionar a “diferenciação progressiva”, mas também explorar, explicitamente, relações entre conceitos e proposições, despertar a atenção para diferenças e similaridades relevantes e reconciliar inconsistências reais ou aparentes. Isso deve ser feito para se atingir o que Ausubel chama de “reconciliação integrativa”, uma rede de conceitos interligados e necessários à instrução.

Quanto à “organização sequencial”, atribui-se, a ela, a função de sequenciar os tópicos, ou unidades de estudo, de maneira tão coerente quanto possível (observados os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa) com as relações de dependência naturalmente existentes na matéria de ensino.

O princípio da “consolidação”, por sua vez, é aquele segundo o qual se insistindo no domínio do que está sendo estudado, antes que novos materiais sejam introduzidos, assegura-se contínua prontidão na matéria de ensino e alta probabilidade de êxito na aprendizagem sequencialmente organizada. O fato de Ausubel chamar atenção para a consolidação é coerente com sua premissa básica de que o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é o conhecimento existente na estrutura cognitiva do sujeito, ou seja, o que ele já sabe. Contudo, é preciso levar em conta que a aprendizagem significativa é progressiva.

Em síntese, é indispensável uma análise prévia daquilo que se vai ensinar. Nem tudo que está nos programas, nos livros e em outros materiais educativos do currículo é unicamente relevante. Além disso, a ordem em que os principais conceitos e ideias da matéria de ensino aparecem nos materiais educativos e nos programas muitas vezes não é a mais adequada para facilitar a interação com o conhecimento prévio do aluno. A análise crítica da matéria de ensino deve ser feita pensando no sujeito. De nada adianta o conteúdo ter boa organização lógica, cronológica ou epistemológica, e não ser psicologicamente aprendível. É, pontualmente, neste sentido que se busca por incorporar os princípios programáticos do conteúdo, a partir da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, aos enredos da história em quadrinhos. Sendo assim, apresentam-se e descrevem-se as partes 1 e 2 da HQ, respectivamente, a seguir.

4.3 As pinceladas anti-newtonianas de William Blake³¹

4.3.1 Esboçando sucintamente o enredo da parte 1 da história em quadrinhos

Em “As pinceladas anti-newtonianas de William Blake” (ANEXO A) evidencia-se a história de uma garota que, ao fazer uso de um aplicativo sobre “Viagem no tempo”, inesperadamente, é levada para algum lugar, talvez, inexistente da história. A razão desse acontecimento foi devido a um erro ou defeito na configuração do aplicativo (Fig. 1). O fato de se prover pouca informação sobre o ocorrido no presente enredo e de se gerar, a partir dele, questionamentos (Como? E por quê?), é proposital e remonta a justificativa de que as “[...] invenções [são] criadas deliberadamente para produzir suspense ou provocar o espectador” (McCLOUD, 1995, p. 63).

³¹ Essa seção resultou na publicação e apresentação de um trabalho no 15º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia (SNHCT), nos dias 16, 17 e 18 de novembro de 2016, nas dependências da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, na cidade de Florianópolis. Disponível em: <http://www.15snhct.sbhc.org.br/trabalho/view?ID_TRABALHO=2035>. Acesso em: 09 Jun. 2017.



Figura 1 – Painéis presentes na primeira página da parte 1 da história em quadrinhos – “As pinceladas anti-newtonianas de William Blake”.

Diante disso, conduzida por uma figura erudita e excêntrica (Fig. 2) – uma espécie de guia turístico, ancorado ao aplicativo, destinado a prestar toda e qualquer informação³² –, a personagem principal, que se

³² A personagem principal desta história não foi a primeira “pessoa” a viajar no tempo e a ser instruída pelo guia turístico. Antes dela, vieram incontáveis outros, havendo muitas trocas de conhecimento em diversas áreas do saber, razão pela qual o guia acabou tornando-se extremamente erudito. Ele sempre esteve lá! Era o responsável por conduzir todos a quaisquer que fossem os lugares, sempre com um sorriso colossal, orelhas de gato e usando um chapéu maluco. A personagem principal da HQ sente reconhecer algumas características do guia, tendo a sensação de já lhe ter “visto” em algum momento. O guia, com seu desmedido sorriso, responde a garota que, certa vez, recebeu a visita de um viajante que, ao lhe achar tão peculiar, escreveu algo a respeito. Ah! Sim! O tal viajante era Lewis Carroll e foi por meio dessa viagem que ele teve a inspiração para sua obra *Alice's Adventures in Wonderland* publicada em 1865. Mas, claro que Carroll não viajou da mesma forma como a que fora realizada pela personagem principal. Naquele tempo as viagens eram

encontra diante da tela “*Newton*” (1795) de William Blake, procura analisar uma possível mensagem sobre ciência, dentre muitas, que o pintor intenta passar.



Figura 2 – Painéis presentes na segunda página da parte 1 da HQ. Momento em que a viajante encontra com o guia do aplicativo.

No entanto, o guia turístico – que faz o papel de professor –, ao estabelecer diálogo com a garota – que toma o lugar de aluno –, destaca que, para um aprofundamento mais condizente e adequado da análise, torna-se útil compreender brevemente como se desenvolveu a vida e o período vivido por William Blake.

4.3.2 Um breve desenho da vida de William Blake

William Blake, o segundo dos cinco filhos de Catherine e James Blake, nasceu em vinte e oito de Novembro de 1757, em Londres – onde viveu praticamente quase toda a sua vida. Desde a infância Blake demonstrou habilidade artística, sendo encorajado pelo pai. Aos dez anos (1768), passou a frequentar uma escola de desenhos – *Henry Pars's Drawing School* –, por quatro anos, onde aprendeu a esboçar a figura humana a partir de réplicas de estátuas antigas. A influência de sua exposição precoce às esculturas gregas e romanas pode ser percebida em seus trabalhos posteriores (VULTEE *et al.*, 2016a), em

feitas através da escrita da sentença “viagem no tempo”; hoje, são feitas pelo aplicativo.

que se vê, por exemplo, na obra “*Newton*” um belíssimo resultado de seu trabalho anatômico.

Em 1772, aos catorze anos, Blake tornou-se aprendiz do famoso gravador James Basire, com quem aprendeu a produzir gravuras para serem utilizadas na ilustração de livros, revistas e outras publicações comerciais, e assim permaneceu por sete anos. No final deste período, com a idade de vinte e um anos, tornou-se gravador (VULTEE *et al.*, 2016a).

William Blake começou a trabalhar como ilustrador, de forma independente, para vários livreiros em Londres. Ao mesmo tempo em que produzia suas gravuras comerciais, Blake tentava preparar-se para uma carreira como pintor, desejo este que manifestou desde criança, porém, devido às limitações econômicas de sua família viu, além da ausência de uma educação formal, a realização retardada.

Apesar de tudo, no ano de 1779, Blake ingressou como aluno na *Royal Academy of Art's Schools of Design* e lá teve a oportunidade de expor seus primeiros trabalhos (VULTEE *et al.*, 2016b).

Ao tardar dos anos, William Blake conheceu Catherine Boucher (1762-1831), com quem se casou em 1782. A partir de 1784, Blake começou a publicar vários poemas e livros, todos, gravados e impressos por ele com auxílio da esposa. Concomitantemente a esta atividade de escrita e publicação, Blake também produziu diversos desenhos impressos a cores e mais de seis centenas de ilustrações com aquarela a pedido de diversas personalidades. Ele, ainda, exibiu dezesseis pinturas em 1809, as quais, acompanhadas por um catálogo descritivo, defendiam sua teoria e prática (VULTEE *et al.*, 2016b).

Em 1824, Blake começou as ilustrações para a *Divina Comédia* de Dante Alighieri e para *O Peregrino* de John Bunyan. Contudo, no dia doze de Agosto de 1827, William Blake falece, deixando incompleta a série de gravuras que ilustraria a *Divina Comédia*. Sua esposa vem a óbito quatro anos após sua morte (VULTEE *et al.*, 2016b).

4.3.3 Um breve retrato do contexto histórico vivido por Blake

William Blake viveu em um período significativo da história, marcado pelo Iluminismo e pela Revolução Industrial na Inglaterra. Vivendo em uma época em que o mundo ocidental estava sofrendo alterações em sua organização e industrializando-se, Blake experimentou a principal característica distintiva da ciência moderna: sua ligação com a tecnologia e seu esforço para transformar o mundo em termos materiais e mecanicista. Por conta disso, Blake dedicou-se a

criticar a nascente tradição científica, tecnológica e racional que imperava no final do século XVIII.

A produção artística de Blake, nesse período, estava profundamente atrelada ao Romantismo. Os românticos foram os primeiros poetas a confrontar a ciência no sentido total da palavra moderna, tornando-se famosos por reagir aos desenvolvimentos científicos e racionais com hostilidade. Porém, há de se convir que, como poetas da natureza, hão de terem se mostrado atordoados com a forma com que as resfolegantes paisagens, particularmente as da Inglaterra, foram transformadas em algo horrendo pelas cicatrizes da industrialização. Observa-se isso no prefácio do poema de William Blake em “*Milton*”:

Tais pés andaram em um tempo antigo,
na verde relva dos montes ingleses:
[...]
E aqui erguida foi Jerusalém,
em meio a estas Satânicas Usinas?³³

Blake pode ter tido a percepção de que as transformações materiais, provocadas pelo novo sistema de indústrias que se desenvolvia na Inglaterra, estavam em desacordo com antigos impulsos espirituais de sua compreensão acerca da ciência moderna e com a valorização da palavra poética como recurso para a construção de um mundo cujo conteúdo é o imaginário. Isto evidencia que Blake “[...]” foi claramente relutante ao aceitar o papel que a ciência estava começando a desempenhar na sociedade [...]” (NOEL, 2015, p. 8). Ele não acreditava na ciência, porque ela se provia unicamente da razão e estabelecia limites para o processo do pensamento, enquanto que a imaginação era ilimitada.

Em “*Mock on Mock on Voltaire Rousseau*”, um poema atacando o espírito do Iluminismo francês, Blake contrasta as tendências reducionistas da ciência moderna com a visão do mundo mítico e poético:

³³ *And did those feet in ancient time, / Walk upon Englands mountains green: / [...] And was Jerusalem builded here, / Among these dark Satanic Mills?* BLAKE, William. I. The works in illuminated printing – Milton a Poem in 2 Books: Preface. In: ERDMAN, David V. (ed.). *The Complete Poetry and Prose of William Blake*. Londres. p. 95. In: VULTEE, Denise; EAVES, Morris; ESSICK, Robert N.; VISCOMI, Joseph (Org.). *The William Blake Archive*. Disponível em: <<http://www.blakearchive.org/>>. Acesso em: 27 Jul. 2016a.

Tanto os átomos de Demócrito
 Quanto as partículas de luz de Newton
 São areias onde, junto ao Mar Vermelho,
 Fulgem as tendas de Israel com tal clarão³⁴

Nessa passagem, Blake parece considerar a teoria atômica como uma tendência mais geral da ciência emblemática que reduz coisas para as suas partes componentes e no processo perde de vista a sua integridade, seu significado humano e, acima de tudo, o espiritual. Em uma carta enviada a Thomas Butts, em vinte e dois de Novembro de 1802, Blake escreveu um poema no qual dizia:

Agora enxergo os quatro quadrantes
 Foi-me concedida a visão universal
 Esta visão universal é o meu deleite
 E também sonho, de dia ou de noite
 E nunca deixo de olhar a Natureza. E que Deus nos defenda
 Da visão única e do sono de Newton³⁵

Acerca disso, Carl Sagan (1997, p. 253) argumenta que:

Com a expressão “sono de Newton”, o poeta, pintor e revolucionário William Blake parece ter querido se referir à visão extremamente estreita da perspectiva da física de Newton, bem como ao próprio rompimento (incompleto) deste com o misticismo. Blake achava divertida a ideia de átomos e partículas de luz, e julgava “satânica” a influência de Newton sobre a nossa espécie. Uma

³⁴ *The Atoms of Democritus / And Newton's Particles of light / Are sands upon the Red sea shore / Where Israel's tents do shine so bright.* BLAKE, William. V. [Songs and Ballads] – “Mock on Mock on Voltaire Rousseau”. In: ERDMAN, David V. (ed.). *The Complete Poetry and Prose of William Blake.* Londres. p. 478. In: VULTEE, Denise; EAVES, Morris; ESSICK, Robert N.; VISCOMI, Joseph (Org.). The William Blake Archive. Disponível em: <<http://www.blakearchive.org/>>. Acesso em: 27 Jul. 2016b.

³⁵ *Now I a fourfold vision see / And a fourfold vision is given to me / Tis fourfold in my supreme delight / And three fold in soft Beulahs night / And twofold Always. May God us keep / From Single vision & Newtons sleep.* BLAKE, William. XV. [The Letters] – 23 [To Thomas Butts, 22 November 1802]. In: ERDMAN, David V. (ed.). *The Complete Poetry and Prose of William Blake.* p. 722. In: VULTEE, Denise; EAVES, Morris; ESSICK, Robert N.; VISCOMI, Joseph (Org.). The William Blake Archive. Disponível em: <<http://www.blakearchive.org/>>. Acesso em: 26 Jul. 2016c.

crítica comum à ciência é o fato de ela ser tão estreita. Por causa de nossas bem comprovadas falibilidades, ela coloca fora de consideração, fora do alcance de qualquer raciocínio sério, uma ampla gama de imagens inspiradoras, noções travessas, misticismo convicto e maravilhas assombrosas. Sem a evidência física, a ciência não admite espíritos, almas, anjos, diabos, os darmas do Buda. Nem visitantes alienígenas.

Desse modo, verifica-se que Blake abominava os excessos da razão iluminista, pois pode ter pensado que isso poderia reduzir o homem a uma mera engrenagem na máquina universal. Blake queria uma imaginação desenfreada, livre de restrições do mundo, incluindo as leis da física e do homem.

Por conta disso, William Blake parece representar as afirmações de seus versos em sua famosa ilustração de “*Newton*” – seu representante da ciência –, na qual se verifica alguns dos elementos da crítica blakeana ao pensamento racional-científico.

4.3.4 Quem é esse tal de Newton?

Isaac Newton, personagem por demais conhecido na história da ciência, nasceu em Woolsthorpe, na Inglaterra, no Natal de 1642 – ano em que morria Galileo Galilei em Arcetri, aos oitenta anos de idade – ou em quatro de janeiro de 1643, devido a defasagem de dez dias do calendário juliano inglês em relação ao gregoriano do continente europeu (WESTFALL, 1995, p. 23). De qualquer forma, e inevitavelmente, oitenta e cinco anos mais tarde, Newton viria a óbito.

O estudioso britânico foi protagonista de revoluções na matemática e na física. Isto, entretanto, não deve ser aclamado como um feito ou *insight* de um “gênio”. Newton dedicou uma significativa parte de sua vida na devoção da compreensão desses campos do saber. Ademais, não fora o único. Muitos pesquisadores, direta ou indiretamente, exerceram influências sobre ele próprio e, consequentemente, sobre seus trabalhos.

A extensão das obras “*Geometria*”, de René Descartes (1596-1650), e da “*Aritmética dos infinitos*”, de John Wallis (1616-1703), proporcionou a Newton, na matemática, o desenvolvimento do cálculo diferencial e integral – também objeto de estudo de Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716). A contribuição de Newton à física, que emergiu em uma ciência na qual a matematização do conhecimento físico era,

ainda, incipiente, não se restringiu à mecânica; se estendeu a óptica. Neste caso, a “Dióptrica” de René Descartes e a “Micrographia” de Robert Hooke (1635-1703) exerceram forte influência sobre o cientista britânico; um exemplo disso remete-se ao fato de Newton ter construído, mas não inventado, um novo tipo de telescópio – o refletor – que eliminava a aberração cromática (PEDUZZI, 2015, p. 20-23), o que acarretava em uma nova forma de olhar o céu e o mundo.

Essas sucintas menções ao trabalho newtoniano revelam indicativos evidentes de que inexistiu neutralidade na construção do conhecimento científico.

Newton, em contrapartida, não se ateve somente a questões relacionadas à ciência. Ele se dedicou, intensamente, à interpretação das sagradas escrituras, às profecias bíblicas, à teologia, à alquimia e etc. (WESTFALL, 1995). Saberes, esses, com pouco ou nenhum prestígio “científico” e sem estigma, mas que segundo Feyerabend (1977, 2010) deveriam ser respeitados e levados em consideração (FEYERABEND, 2010). Contudo, “do ponto de vista dos cânones da ciência, o que parece relevante é o produto concreto do trabalho científico” – símbolo de um iluminismo estreitamente racional – : “uma nova matemática, uma nova mecânica e uma nova óptica” (PEDUZZI, 2015, p. 4). Os sonhos, as motivações, as neuroses, os devaneios, os interesses pessoais, que se situam “[...] no contexto da descoberta, não fazem parte do relato científico. Efetivamente, em uma ciência que valoriza o contexto da justificativa, não importam os caminhos extra científicos trilhados por Newton” (PEDUZZI, 2015, p. 4).

Supõe-se, então, que essa possa ser a visão que tenha prevalecido a William Blake no que tange a imagem do cientista. Blake pode tê-lo imaginado moldando seus pensamentos à luz de uma razão fria e objetiva, inexequível de subjetividades. Entretanto, ao se analisar a história verifica-se – acerca de Newton – justamente o oposto.

4.3.5 Das pinceladas de Blake inseridas na parte 1 da HQ

A obra “*Newton*” de William Blake foi completada pela primeira vez em 1795, sendo reformulada e reeditada em 1805. Em sua pintura, Blake alegoriza o racionalismo imperante na época, na mão de “*Newton*”, através de um compasso, símbolo científico, que conduz a ideia de uma natureza mensurável e limitada. Nesse caso, o pintor convida o apreciador a expandir sua imaginação para que possa fazer as conexões que ele faz e ver o que ele vê.

Contudo, ocorrem discrepâncias quanto ao que se é visto, uma vez que, “no ver^{36, 37} existe algo mais do que aquilo que nos chega aos olhos” (HANSON, 1979, p. 130).

Há maneiras numerosíssimas de ver uma constelação de linhas, formas e manchas. Esclarecer *por que* um quadro visual é visto diferentemente por pessoas diversas é um problema da Psicologia experimental. Mas que ele [o quadro] possa ser visto de maneiras diversas é importante para qualquer exame dos conceitos de *observação e interpretação*. (HANSON, 1979, p. 135-136)

Nesse caso, Hanson (1979, p. 127) sustenta que as observações não podem se ausentar das interpretações nem vice-versa, devido à possibilidade de perda de suas respectivas significações. Do mesmo modo, exemplifica que não se pode separar a “[...] a urdidura do tecido num produto manufaturado [...]” (HANSON, 1979, p. 127) nem “[...] separar a tela da pintura, em um quadro, pois isso redundaria em destruí-lo[s]” (HANSON, 1979, p. 138). “Assim também, separar os sinais de apreensão de sensações da apreciação do significado desses sinais destruiria o que entendemos por *observação científica*” (HANSON, 1979, p. 128).

Destarte, verifica-se que o ato de observar torna-se intrínseco ao de interpretar e, além de pautar-se em valores culturais, étnicos, sociais, econômicos, políticos, em subjetividades, especificidades e expectativas, difere de observador para observador.

Citando caso análogo, questiona-se: O apreciador A e o apreciador B observam a mesma coisa, quando olham para a pintura de Blake intitulada “*Newton*”³⁸ (Fig. 3)? Hanson responde (1979, p. 133) “Sim e não. Sim – têm consciência visual do mesmo objeto; não – o *modo* como têm essa consciência é profundamente diverso. Ver não é apenas ter uma experiência visual; é também o modo como se tem essa experiência [...]”, pois dois observadores ao olharem para o mesmo objeto não veem a mesma coisa. A “[...] atenção detém-se, naturalmente, em objetos e acontecimentos que, em razão de nossos interesses seletivos, dominam o campo visual” (HANSON, 1979, p. 135).

³⁶ Ao conceito “ver” é atribuído o significado de saber ver.

³⁷ Cf. FLORES, 2007.

³⁸ Fonte da pintura disponível em: <<http://www.tate.org.uk/art/artworks/blake-newton-n05058>>. Acesso em: 01 Ago. 2016.

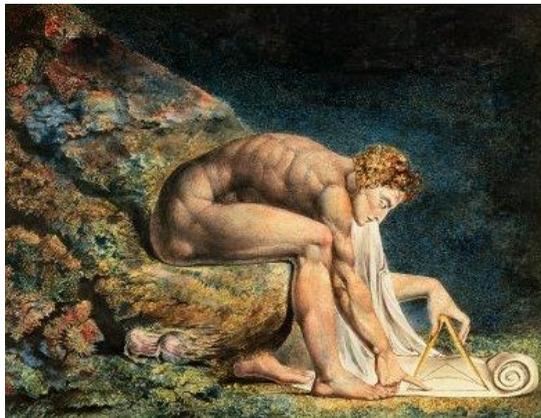


Figura 3 – Tela “Newton” (1795) de William Blake. Fonte: Tate Gallery, London.

É nesse cenário de subjetividades que o guia turístico, ao atuar como professor, procura direcionar e estimular o desenvolvimento do espírito crítico da viajante – aluno – a respeito da compreensão da não neutralidade da observação, bem como na produção do conhecimento científico.

A partir disso, pode-se verificar que o “*Newton*” de Blake conduz o apreciador a inferir que o cientista não olha para o céu, que se mantém obscuro para ele. As pedras, cheias de belíssimas variações naturais, sobre as quais se encontra sentado sem ver ou perceber, constituem consideravelmente a realidade que ignora para traçar figuras geométricas com o seu compasso. Tal instrumento científico, aparentemente, parece restringir-se a uma pequena porção de um mundo complexo que nem mesmo Newton e a razão moderna podem imaginar. Como resultado, o corpo do cientista, inutilmente vigoroso, dobra-se e fecha-se sobre si mesmo, retratando-se como um ser hermético alheio as questões que o cercam.

Assim, segundo as informações do guia turístico, o pintor tenta passar a impressão para o apreciador – neste caso para a personagem principal – de que o cientista (*Newton*) está absorto em pensamentos e desprendido do mundo ao seu redor, imerso em uma ciência neutra e livre de influências. Contudo, a viajante se dá conta, a partir do diálogo com o guia, de que Blake, além de representar a neutralidade no empreendimento científico, também, acaba passando a imagem de uma ciência individualista (Fig. 4). Isto não condiz com as concepções da moderna filosofia da ciência, pois, como adverte Hanson (1979, p. 135), a observação, assim como nossas ações, não é neutra porque “[...] é

dirigida pelo interesse do contexto [...] e [...] de nossos interesses seletivos [...]”.



Figura 4 – Painel presente na quarta página da parte 1 da HQ. A discussão, acerca da pintura e de uma possível mensagem científica, propicia à personagem principal o desenvolvimento da capacidade crítico-reflexiva em função de certos aspectos da ndc.

O guia turístico, acerca disso, acaba discursando (Fig. 5) que a ciência, como um empreendimento científico, é influenciada pelo contexto social, cultural, político, econômico e etc., no qual ela é construída. Esse fato evidencia a não neutralidade da ciência e do pensamento científico.

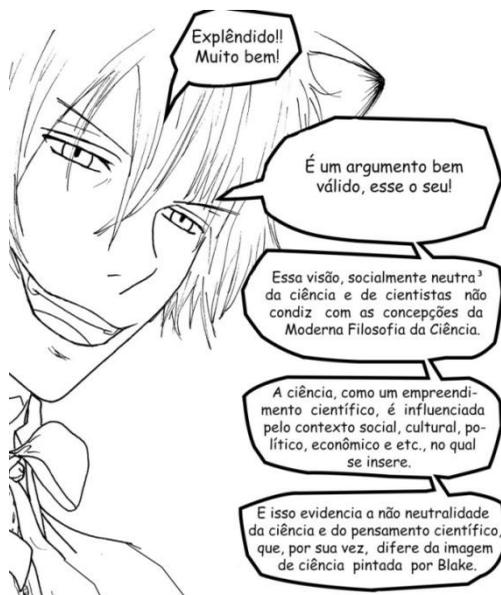


Figura 5 – Painel presente na quinta página da parte 1 da HQ. Frente ao discurso da personagem principal, o guia toma seu posicionamento.

Assim, nenhuma ideia científica, ou cientista, está envolto em uma redoma intransponível. Pelo contrário, suas concepções, as questões da época, o local em que vive e as influências que sofre podem desempenhar um papel importante na sua aceitação ou rejeição de ideias acerca da ciência. A história da ciência ensina que, como Blake, tantos outros foram influenciados pelas circunstâncias e contexto da época. Efetivamente, não existe prática neutra e, tampouco, neutralidade na observação.

4.4 Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*³⁹

³⁹ Essa seção resultou em um artigo publicado na revista “Física na Escola” (FnE). [JORGE, L.; PEDUZZI, L. O. Q. Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*. **Física na Escola**, v. 15, n. 2, p. 31-39. 2017. Disponível em: < <http://www1.fisica.org.br/fne/edicoes/category/43-volume-15-n-2-outubro>>. Acesso em: 21 Dez. 2017.]

4.4.1 Na parte 2 da HQ, ciência, pinturas, horror e encantamento: contar-se uma prévia do enredo

No enredo “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*” (ANEXO B), evidencia-se a história de um professor universitário – interessado em oportunizar o intercâmbio entre arte e ciência – que, ao término de uma de suas aulas, dirige-se a uma parada de ônibus, na expectativa de chegar logo a seu destino final. No ônibus, sentado, junto a tantos outros, o professor, imerso em seus próprios pensamentos, começou a divagar sobre possibilidades de inserir novas ferramentas, com potencial didático, que pudessem lhe auxiliar a atuar de forma diferenciada, a ter uma visão e postura mais plural e inventiva, em sua *práxis* pedagógica.

Porém, seus pensamentos logo foram interrompidos por uma escuridão inesperada. O ônibus estava se deslocando por um túnel sem iluminação aparente (Fig. 6).

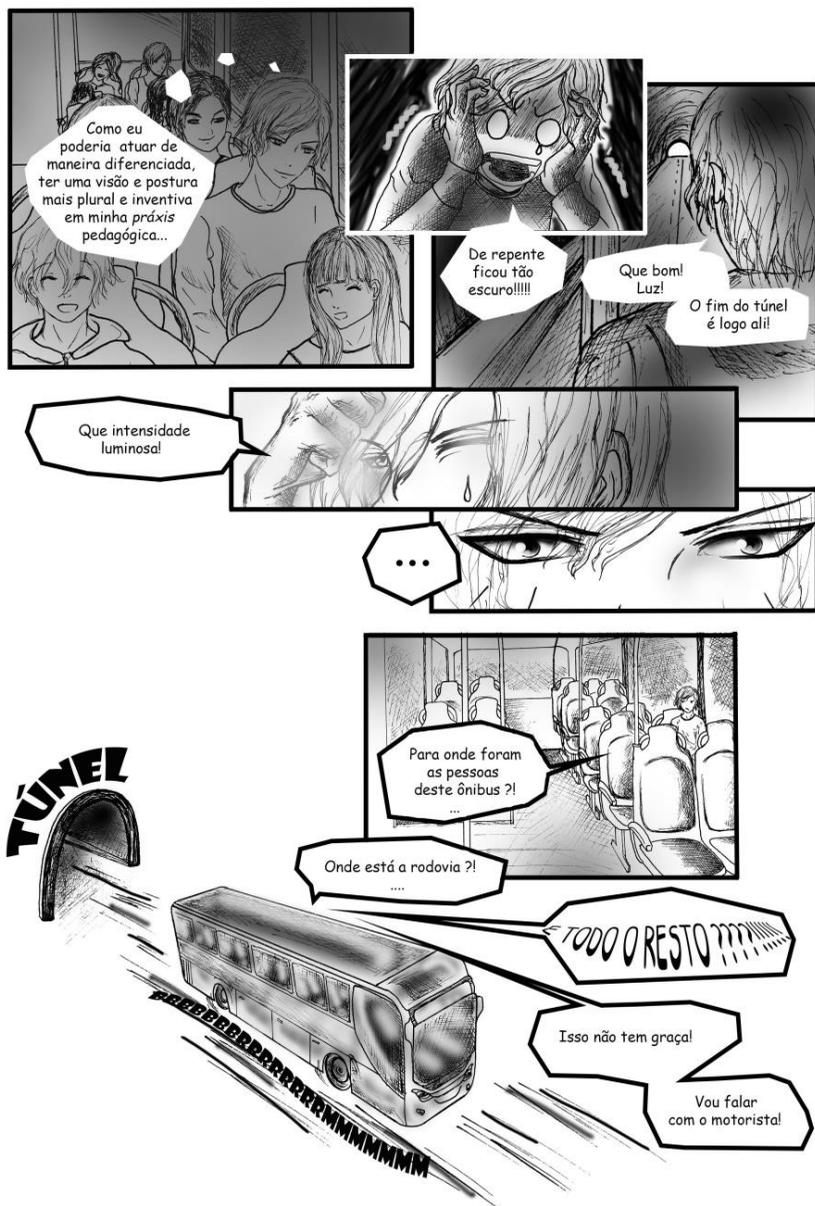


Figura 6 – Página 3 da parte 2 da história em quadrinhos “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*”.

Após atravessar o túnel, o professor percebeu que o ônibus continuava a se mover em um espaço inexistente – como que em uma tela em branco, pronta para ser pintada – e de alguma maneira, dentro do veículo, não havia mais ninguém, exceto ele próprio e o condutor do ônibus.

O professor, com intuito de compreender a situação na qual se encontrava, aproximou-se do motorista – o qual se apresenta como sendo uma espécie de guia turístico (Fig. 7), “destinado a prestar toda e qualquer informação” (JORGE; PEDUZZI, 2016). Entretanto, o guia não forneceu nenhum indicativo de lugar, talvez pelo fato do interesse do professor, naquele momento, não se deter em exatas localizações, mas sim em como poderia desenvolver uma prática pedagógica cativante e proporcionadora de significados que envolvesse questões relativas a outras esferas do saber. O professor poderia pensar nas relações entre arte e ciência, por exemplo. Daí surge o argumento para a aparição das obras “*A philosopher giving that lecture on the orrery in which a lamp is put in place of the Sun*” e “*An experiment on a bird in the air pump*”, no enredo da HQ, ser repentina; expressa um desejo intrínseco ao professor de buscar relações que se estendam para além das fronteiras disciplinares. Resulta relevante destacar que tal descrição, aliás, implícita no roteiro, fica a cargo da imaginação do leitor.

Se o autor das histórias em quadrinhos quer restringir a narrativa ao que ele próprio construiu, o mesmo define os quadros sem brechas para dúvidas. Por outro lado, pode deixar lacunas para que o leitor faça o fechamento em seu pensamento. (PRESSER; SCHLÖGL, 2015. p.42-43)

De toda a forma, e a partir disso, o guia turístico propõe, de modo incisivo (Fig. 7), o desvendamento das possíveis mensagens sobre ciência que as duas obras do pintor Joseph Wright intentam comunicar.



Figura 7 – Guia turístico apresentando-se ao professor. Painéis presentes na página 5 da parte 2 da HQ.

O guia também procura, através das pinturas, direcionar e estimular o desenvolvimento do espírito crítico do professor a respeito da inexistência de experimentos sem pressupostos teóricos no empreendimento científico. Isso ocorre devido ao guia turístico “saber” que pode haver um conhecimento insuficiente do professor em relação a esse assunto.

Assim, o guia turístico explicita ao professor que, para uma análise mais condizente das pinturas e de suas respectivas mensagens sobre ciência, há a necessidade de se estender a atenção, brevemente, para a vida de Joseph Wright e para o contexto histórico em que estava circunscrito.

4.4.2 Pincelando experimentos, considerando contextos: a história de Joseph Wright na parte 2 da HQ desde o “começo”

No século XVIII – também conhecido como o “Século das Luzes”, o “Século da Razão”, a “Era do Iluminismo”, a “Era da Ilustração”, o “Século Europeu” ou “O Grande Século” –, a Europa foi palco de profundas transformações, fruto de uma evolução mental e intelectual, cujas bases se encontravam nos séculos precedentes. Verdadeira revolução doutrinária, as novas ideias e os novos conceitos tiveram repercussão desestabilizadora e de longo alcance nos domínios social, político, econômico, religioso, científico e artístico.

Durante esse período – época da Revolução Industrial e do Iluminismo na Inglaterra – Joseph Wright veio ao mundo em três de

Setembro do ano de 1734 em Derby – uma cidade industrial ao noroeste de Londres –, vindo a falecer em 29 de agosto de 1797. Embora tenha passado alguns anos de sua vida na Itália, Wright viveu principalmente em Derby. O pintor foi o terceiro filho de um advogado da cidade, conhecido por sua integridade. Desde sua infância mostrou talento para a mecânica e chegou a produzir, entre outras coisas, uma roda de fiar, uma caixa de surpresas e uma pequena arma. Aos onze anos manifestou uma forte inclinação para a arte. Wright copiava as fachadas das casas e fazia esboços das sessões do tribunal (MONKHOUSE, 1900). Desde cedo, ele despertou interesse pela arte de desenhar retratos (GORRI; SANTIN FILHO, 2009, p. 184), pintando vários destes e muitas cenas clássicas. Também exibiu numerosas pinturas em exposições em Londres.

Dentre seus diversos trabalhos, encontram-se um conjunto de obras – com temas científicos e tecnológicos que Wright retratou com base em discussões filosóficas e experimentais ocorridas no século XVIII – criado entre 1734 a 1797 e designado *Candle Light* (À luz de velas). O conjunto é constituído por três pinturas: 1) *Three persons viewing the gladiator by candlelight* (Três pessoas observando o gladiador à luz de velas – 1765); 2) *A philosopher giving that lecture on the orrery in which a lamp is put in place of the Sun* (Um filósofo dando uma aula no planetário na qual uma lâmpada é posta no lugar do Sol – 1766) e 3) *An experiment on a bird in the air pump* (Um experimento com um pássaro na bomba de ar – 1768).

O guia turístico esclarece ao professor que o fascínio de Wright por temas relacionados à arte, filosofia e ciência pode ter se fortalecido por suas relações de amizade com estudiosos e outros pesquisadores da época, muitos dos quais faziam parte da elite erudita pertencente ao “Círculo Lunar” (GORRI *et al.*, 2009, p. 184), posteriormente, outorgada “Sociedade Lunar” (1775). “Com sede em Birmingham, seus membros se reuniam nas segundas-feiras de lua cheia para [aprender e] discutir os recentes progressos da ciência e da tecnologia, além de realizar experimentos e demonstrações” (GORRI *et al.*, 2009, p. 185). Essa sociedade tentou dissipar noções permanentes da Idade Média, como superstição religiosa e intolerância política e social, promulgando uma visão de mundo liberal baseada no pensamento racional e defendendo uma sociedade aberta e inteligente (SCHLICK, 2005, p. 323). Ela traduz o espírito do Iluminismo, no sentido de que, ao término das reuniões, seus membros retornavam para casa, à noite, banhados pela luz – a essência da busca do conhecimento pelo homem.

Dentre os membros dessa sociedade, encontram-se James Watt, criador da máquina a vapor; o químico Joseph Priestley [...] e Erasmus Darwin, médico de Joseph Wright e tema de um de seus quadros. Erasmus foi avô de Charles Darwin, autor da obra *A origem das espécies* (1859) e proponente da Teoria da Evolução baseada no processo de seleção natural. (GORRI *et al.*, 2009, p. 185)

Em face disso, o professor, mediante diálogo com o guia turístico, nota “[...] que Wright estava embebido em relações de curiosidade, fascinação e questionamentos sobre os avanços científicos da época” (MIQUELIN, 2015, p. 3) e, igualmente, que “[...] o contexto social [...] foi determinante para a riqueza de conhecimentos que ele demonstra na sofisticação de seus temas e em sua técnica detalhista e apurada” (SILVA *et al.*, 2014, p. 3).

Sob essa perspectiva, verifica-se que Wright – diferentemente de William Blake (1757-1827) em sua obra *Newton* (1795) – ao elaborar suas telas *A philosopher giving that lecture on the orrery* (*The orrery*) (Fig. 8a) e *An experiment on a bird in the air pump* (*The air pump*) (Fig. 8b), não retrata o cientista como um ser hermético, isolado e incomunicável, preso em uma redoma inextinguível. Ao contrário, Wright ilustra reuniões científicas noturnas que têm como cerne principal a demonstração para uma pequena plateia de certos aspectos do sistema solar – “como eclipses, posição e movimento dos planetas e luas” (BATISTA *et al.*, 2013) –, por meio de um planetário, e das propriedades do ar.



(a)



(b)

Figura 8 – (a): Tela “*A philosopher giving that lecture on the orrery, in which a lamp is put in the place of the Sun*”⁴⁰ (1766) de Joseph Wright (1734-1797).

Fonte: Derby Museum. (b) Tela “*An experiment on a bird in an air pump*”⁴¹ (1768) de Joseph Wright. Fonte: National Gallery.

Na figura 8a, nota-se que o planetário representado por Wright faz alusão a um modelo mecânico primitivo (*orrery*) que utiliza uma vela ou lâmpada em seu centro para representar o Sol e vários anéis que mostram o posicionamento e o movimento dos planetas conhecidos à época. Na obra, além do filósofo, há sete outras pessoas que, imberbes, analisam atentamente o experimento. Acerca disso, o guia turístico interpõe salientando que o interesse por experimentos científicos se encontrava, quase sempre, circunscrito a um público oriundo de uma classe social abastada, na sua larga maioria ligada à prática científica – nesse caso, amigos ou familiares de estudiosos e pesquisadores participantes da Sociedade Lunar – que tampouco era perita quanto ao tratamento de questões científicas. Acerca disso, Hanson (1979, p. 133-135) argumenta que, embora se olhe para o mesmo objeto – o experimento –, o que cada indivíduo do grupo vê pode ser bem distinto, dadas as variáveis do contexto em que se insere, pois sua atenção se detém em aspectos singulares que, em razão de seus interesses seletivos, dominam o campo visual. Tal fato torna-se visível quando examinado as expressões faciais das pessoas pintadas por Wright ora atordoadas, ora embevecidas com o que viam e ouviam na suposta palestra. A pintura

⁴⁰Pintura disponível em: <<http://www.derbymuseums.org/joseph-wright-gallery/>>. Acesso em: 08 Jul. 2016.

⁴¹Imagem disponível em: <<https://www.nationalgallery.org.uk/paintings/joseph-wright-of-derby-an-experiment-on-a-bird-in-the-air-pump>>. Acesso em: 02 Jul. 2016.

combina um retrato receptivo da sensibilidade humana com o fascínio pela ciência que revolucionou o século XVIII.

Muitos estudiosos encarregados de repetir experiências a partir de demonstrações públicas, como, por exemplo, o astrônomo escocês James Ferguson (1710-1776), faziam-nas de forma itinerante. As pinturas *The orrery* e *The air pump* foram inspiradas nessa tradição de conferencistas viajantes que popularizavam a ciência. O grande referencial teórico, nessa época, sem dúvida era Isaac Newton. Acerca disso, Fara (2014, p. 175) pondera que:

Assim, como em outras pinturas de tendências iluministas, o pensamento newtoniano é apresentado simbolicamente. Os padrões de luz nos rostos dos espectadores remetem às fases da lua e dos planetas, e as diferentes atrações entre os corpos celestes se refletem nas diferentes relações humanas – as duas crianças estão física e emocionalmente próximas, enquanto os adultos aparecem mais afastados, em um círculo dominado pelo instrutor. Essas representações visuais da estreita ligação entre o cosmos governado por leis de Newton, a lei benevolente de Deus e a hierarquia estável da sociedade georgiana foram complementadas por expressões verbais em poesia e filosofia.

Acredita-se que o procedimento itinerante tinha como intuito alcançar o maior número possível de adeptos às explicações científicas, porém há controvérsias quanto a isso. Se esse fosse o real objetivo das demonstrações experimentais, as mesmas seriam destinadas a todos os públicos, mas não o foram. Nesse caso, as exposições científicas eram consideradas privadas e, portanto, limitadas a poucos. Por outro lado, poder-se-ia oportunizar o momento para arrecadar fundos monetários – ao tornar as palestras um ofício remunerado –, em prol da proliferação dos experimentos.

Nesse caso, pode-se dizer que o pintor parece atribuir coletividade ao empreendimento científico, transmitindo ao contemplador a mensagem de que a ciência se caracteriza como uma construção humana.

Quanto à tela *The air pump* (Fig. 8b), o professor percebe que o tema se torna tão provocador quanto fascinante: uma bomba de ar ao centro contendo em sua campânula uma cacatua. Supõe-se “[...] que se a cacatua for privada de ar pelo acionamento da bomba a mesma morrerá. Assim toda a história da tela se desenrola disso” (MIQUELIN, 2015, p.

3). Nessa obra, Wright retrata Ferguson executando experimentos associados à pressão do ar (GORRI *et al.*, 2009, p. 185).

Ferguson achava que usar animais vivos ou pássaros em suas demonstrações era "muito chocante", preferindo, deste modo, usar uma bola, provavelmente feita de uma bexiga inflada, ou pulmões artificiais e, talvez até mesmo, pulmões de um animal morto (THE CHEMISTRY..., 2017, p. 39). Parece provável, por outro lado, que Wright quisesse incluir um efeito dramático – para criar um momento de tensão – ao pintar a provável morte de uma cacatua em um recipiente de vidro ao se exaurir o ar de dentro dele.

Em meados do século XVIII, a bomba de ar não era um instrumento novo (Fig. 9a). O primeiro modelo foi inventado cerca de cem anos antes por Otto von Guericke (1602-1686) (Fig. 9b) e foi desenvolvido na Inglaterra por Robert Boyle (1627- 1691) e Robert Hooke (1635-1703). Sendo um instrumento barato, as bombas de vácuo eram encontradas nos mais diversos locais, caracterizando-se, desta forma, como um símbolo científico da época.



(a)



(b)

Figura 9 – (a) : Ilustração de uma bomba de vácuo pintada na tela *The air pump* de Joseph Wright. (b) : *Zoom in* na mesa da tela *The air pump*; há um par de pequenos hemisférios de Magdeburgo – experimento realizado por Otto Von Guericke em Maio de 1654, diante do imperador Kaiser Ferdinand III (1608 - 1657) para demonstrar a força exercida pela pressão atmosférica quando era exaurido todo o ar de dentro de uma esfera oca de cobre com uma bomba de vácuo. Fonte: National Gallery.

Nesse contexto, o pintor parece utilizar a representação das demonstrações experimentais – como atividades de grande tradição na História da Ciência – com o objetivo, não somente, de promover a divulgação do conhecimento científico desenvolvido, saciando a curiosidade, mas também de convencer e persuadir o público a reconhecer e aceitar o trabalho do estudioso.

Dessa forma, o experimento encenado na pintura da figura 9b:

[...] trata da representação do caráter instrutivo do saber científico, pois evidencia aspectos de um experimento cujo cunho didático é apresentado a uma plateia diversificada, em que crianças, jovens e adultos expressam diversos valores simbólicos, advindos de uma fruição metafórica, frente à trama. (LUCAS, 2008, p. 1337-1338)

Como pondera Hanson (1979, p. 129), “observar é fazer uma experiência”. Sob tal perspectiva, o guia turístico (Fig. 10) argumenta que:



Figura 10 – Uma Criança e um adulto, situados no lado esquerdo da obra *The air pump* de Joseph Wright, completamente cativados pelo experimento. Destaque para o relógio de bolso na mão do adulto. Painéis presentes na página 12 da parte 2 da HQ.

Nesse caso, o professor expõe para o guia turístico que Joseph Wright parece passar ao apreciador a mensagem de que a ciência é um empreendimento não influenciável pelo contexto social, cultural, político, econômico, etc., na qual ela é construída, algo um tanto que controverso se comparado aos temas presentes em suas obras que retratam cenas que remetem à prática científica da sua época e das influências exercidas sobre ele em função de suas amizades com os membros da Sociedade Lunar. De acordo com Hanson (1979, p. 135), a observação não pode ser neutra porque “[...] é dirigida pelo interesse do contexto [...] e [...] de nossos interesses seletivos [...]”. “Isso é o que ocorre em todos os casos em que a observação está em pauta” (HANSON, p. 134-35).

Assim, esta obra prima de Wright *The air pump* coloca o contemplador diante da primazia do olhar. Do modo como aquele que vê está alienado na solidão (Fig. 11) de sua observação.

¹⁷ EGERTON, 1990.¹⁸ GORRI et al., 2009, p. 186.¹⁹ MIQUELIN, 2015, p. 4.

Figura 11 – As expressões faciais e corporais dos personagens diante da demonstração do experimento na pintura *The air pump* de Joseph Wright. Painéis presentes na página 13 da parte 2 da HQ.

Na pintura de Joseph Wright nota-se, representados no canto esquerdo da tela, um casal visivelmente apaixonado que “[...] parece não se envolver com a cena, pois mantêm os sentidos e o pensamento longe desse momento de tensão. Trata-se de amigos de Wright, que logo viriam a se casar [...]” (GORRI et al., 2009, p. 186).

Já do outro lado da tela – à direita –, o guia turístico e o professor atribuem destaque tanto à lua quanto ao garoto. Acerca desses dois elementos (Fig. 12) discursam:



Figura 12 – Painéis presentes na página 14 da parte 2 da HQ.

Um suposto indício para o último questionamento, da figura 12, desenvolve-se por meio da análise do personagem principal, o estudioso que manipula o experimento (Fig. 13). Deste, destacam-se duas ações enigmáticas:

A primeira é que o mesmo olha para fora da tela e não para os personagens que a compõem e a segunda é sua mão esquerda segurando uma válvula em cima da campânula tendo os dedos a forma que lembra uma interrogação. Isso abre margem para a interpretação colocada por Cumming (1995) de que o personagem principal da tela não está dentro dela. Na verdade, o personagem principal somos nós os observadores externos que decidiremos se o experimento ocorrerá ou não. O dilema de matar o pássaro, portanto nos pertence. (MIQUELIN, 2015, p. 4)

À vista disso, o professor averigua:

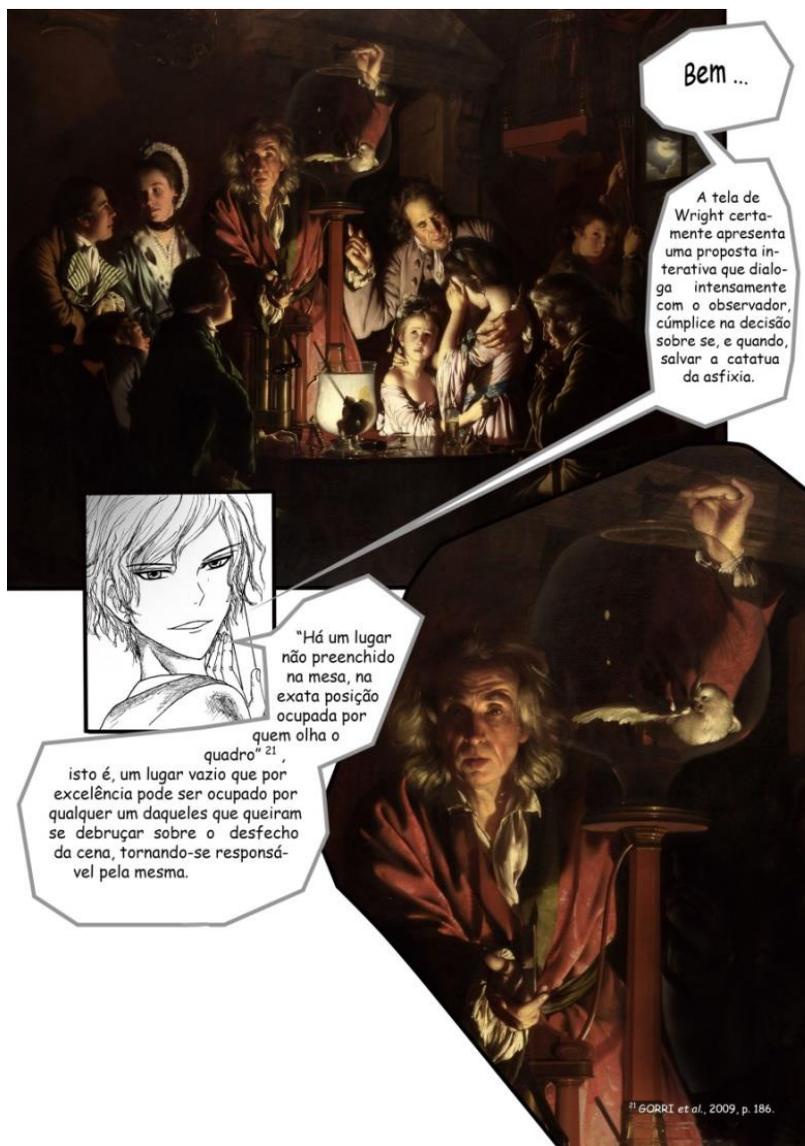


Figura 13 – O estudioso, personagem principal da trama retratada por Joseph Wright em sua obra *The air pump*. Painéis presentes na página 15 da parte 2 da HQ.

Em relação a essa pintura, Lucas (2008, p. 1342) acrescenta que “Joseph Wright – não apenas neste trabalho – escreveu, com maestria, verdadeiros tratados epistemológicos que registram nuances da capacidade do homem em (re)inventar-se a si mesmo a cada tempo”.

Alguns reflexos de como se vê a ciência e a arte hoje (e a função social de cada uma), ainda são reminiscências daquele período e este pode ser o tema gerador de um processo dialógico com os alunos durante a atividade com a tela de Joseph Wright. (SILVA *et al.*, 2014, p. 4)

Os dois trabalhos de Wright discutidos aqui são riquíssimos para se debater questões em torno da construção do conhecimento. Eles demonstram a influência do movimento científico e tecnológico exercida sobre a sociedade do século XVIII. Com isso, verifica-se que a ciência é um indicador político, social, emocional, religioso, cultural, de consciência coletiva, mutável, flexível e criativa. Ademais, ao utilizar as telas de Joseph Wright em sala de aula, por exemplo, pode-se auxiliar na disseminação de uma visão mais adequada e informada dos dilemas científicos e sociais, que extrapolam as fronteiras internacionais (SCHLICK, 2005, p. 323), condizentes com as reflexões filosóficas contemporâneas.

4.5 Algumas considerações finais

A utilização de histórias em quadrinhos em contextos educacionais pode e deve ser explorada de diversas maneiras. No presente caso, a HQ, no contexto de seu módulo, objetiva estimular o processo de aprendizagem em futuros professores e pesquisadores, a partir da relação entre arte e ciência, ao promover a discussão de dois aspectos da natureza da ciência: a não neutralidade da observação, bem como da produção do conhecimento científico, através da tela “*Newton*” de William Blake, e o papel demonstrativo dos experimentos de um planetário (*orrery*) e de uma bomba de vácuo, por meio das obras “*The orrery*” e “*The air pump*” de Joseph Wright.

Por certo, os enredos da HQ são meramente fictícios, desvinculados da “realidade”. Entretanto, o conteúdo teórico da HQ [parte 1 e 2], que dá margem a toda discussão dos enredos, é “real”, e de interesse para promover discussões na perspectiva dos objetivos do presente artigo.

Nota-se que a concepção de ciência passada por Blake, na obra analisada, configura-se em uma visão neutra e individualista da ciência,

na qual “os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes...” (GIL PÉREZ *et al.*, 2001, p. 133). Divergente, por exemplo, da visão geral apresentada por Wright em seus dois quadros.

Nessa perspectiva, visa-se ensinar a alunos, com tal perfil, que ponderem sobre possíveis desacordos acerca de suas observações, as do guia turístico e as dos demais personagens da HQ – a estudante e o professor. A ideia, aqui, não é a de impor, visando o “correto”, mas sim a de conscientizar, oferecer informações fundamentadas e argumentadas ao aluno para as suas escolhas – sempre mantendo, o professor, respeito pelas mesmas. Isto, a propósito, está de acordo com o viés epistemológico relativístico de Feyerabend (2010), no qual se sustenta que todos os olhares e considerações, independentemente do contexto em que se instruem, são válidos, embora alguns sejam mais apropriados para determinadas situações.

Cabe aqui, então, enfatizar que a compreensão da história pode auxiliar para uma visão e um entendimento mais adequado do quadro. A história oportuniza o intercâmbio de diferentes visões culturais proporcionadoras de uma análise mais abrangente e integrada do mundo; ela reafirma e valoriza a relação entre cultura e ciência. Quando se olha para uma pintura, de modo geral, não se está a ver a realidade, nem a espreitar por uma janela para a mesma. O quadro conta uma história, a do pintor, do período vivido, dos acontecimentos, interesses, valores, sentimentos, crenças, percepções e etc., mas não conta tudo, nem poderia, pois não há como desvendá-lo em sua totalidade. Contudo, ao se estudar a história pode-se compreender, a partir de segmentos, uma mensagem, dentre várias, que o pintor tenta atribuir à obra, na expectativa de que o apreciador possa captá-la e contemplá-la.

Diante desse exercício de observação e interpretação, pode-se utilizar as pinturas como fundo de discussão para estabelecer vínculos com outros aspectos da ndc, como por exemplo: a *visão aproblemática e ahistórica da ciência*, em que “[...] transmitem-se os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas etc., e [...] as limitações [e perspectivas] do conhecimento científico atual [...]” (GIL PÉREZ *et al.*, 2001, p.131). Nas telas “*The orrery*” e “*The air pump*” de Joseph Wright, por exemplo, pode-se explorar com maior profundidade o contexto histórico e a vida de alguns estudiosos relacionados à produção do vazio e, até mesmo, de alguns membros da Sociedade Lunar, extremamente vinculados a Wright.

Outros trabalhos de Blake, como o *Laocoön*⁴² – no qual se encontra a famosa sentença; *science is the tree of death* (a ciência é a árvore da morte) – pode ser usado como contra argumento das ideias dos alunos para fortalecer debates em torno da HFC, visando o esclarecimento de que a produção do conhecimento científico é uma construção coletiva, relevante e inerente à atividade humana.

Há incontáveis atividades relativas às telas de William Blake e de Joseph Wright que podem ser pensadas em disciplinas que envolvam sociologia, história, filosofia, literatura, artes, física, química e biologia. É inegável, porém, que a concretude de atividades, ferramentas ou materiais didáticos, como a história em quadrinhos desenvolvida e apresentada aqui, demanda tempo de estudo por parte do professor. Contudo, elas podem potencializar o ensino dessas disciplinas trazendo a possibilidade de pensar a ciência e suas características a partir de novas perspectivas. Ademais, isso estaria em consonância com os argumentos sustentados por Feyerabend (1977) ao empreendimento científico, mas redirecionados aqui à prática pedagógica, devido ela se apresentar sob as mais variadas facetas, em virtude da complexidade e não somente das variáveis envolvidas em uma sala de aula.

Diante disso, surge a necessidade de inovar as práticas, buscando novas metodologias e estratégias para que o aluno de física, bem como os de outros campos, possa interagir com outras áreas do saber de forma a construir de um aprendizado mais amplo e interdisciplinar.

4.6 Referências

ALCANTARA, M. C. de; JARDIM, W. T. A utilização da HFC no ensino de física a partir de representações artísticas. In: III CONFERENCIA LATINOAMERICANA DEL INTERNATIONAL, HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE TEACHING GROUP IHPST- LA. Comunicação oral CO22 (**Anais...**). Santiago de Chile, 17-19 Nov. p. 164-172. 2014.

⁴² A sentença encontra-se no lado direito da estátua (1815) – situada ao centro da imagem. Os textos inscritos datam de 1826-1827. Disponível em: <http://www.blakearchive.org/exist/blake/archive/object.xq?objectid=laocoon.b_illbk.01&java=no>. Acesso em: 31 Ago. 2016.

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York, Grune and Stratton. 1963.

_____. **Educational psychology: a cognitive view**. New York, Holt, Rinehart and Winston. 1968.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2nd. ed. New York, Holt Rinehart and Winston. 1978.

BATISTA, A.; BERNARDO, F. L.; EICHLER, M. L.; GORRI, A. P.; MANNRICH, J. P. Representação e história da ciência em obra de arte: Um ensino holístico sobre Sistema Solar. In: IV JORNADA DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E ENSINO. (**Anais...**). v. 7, 2013.

CARUSO, F.; FREITAS, N. de. Física moderna no ensino médio: o espaço-tempo de Einstein em tirinhas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, p. 355-366, ago. 2009.

COLAGRANDE, E. A.; MARTORANO, S. A. de A.; ARROIO, A. Reflections about teaching nature of Science mediated by images. **Natural Science Education**, v. 12, n.1, p. 7-19, 2015.

CORRÊA, A. D.; RÔÇAS, G.; LOPES, R. M.; ALVES, L. A. A utilização de uma história em quadrinhos como estratégia de ensino sobre o uso racional de medicamentos. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.9, n.1, p.83-102, mai. 2016.

CUMMING, R. **Para entender a arte: os mais importantes quadros do mundo analisados e minuciosamente explicados**. São Paulo, Editora Ática, 1995.

EISNER, W. **Comics & sequential art**. Published Poorhouse Press. Florida. 21 ed. 2001a.

EISNER, W. **Quadrinhos e arte sequencial**. São Paulo: Martins Fontes, 2001b.

EISNER, W. **Narrativas gráficas**. São Paulo: Devir, 2005.

FARA, P. **Uma breve história da ciência**. 1. ed. – São Paulo, SP: Editora Fundamento Educacional Ltda., 2014.

FEYERABEND, P. K. **Contra o método**. Trad. Octanny S. da Mata e Leonidas Hegenberg. Rio de Janeiro, RJ. 1977.

_____. **Adeus à razão**. São Paulo: Editora UNESP. 2010.

FIORAVANTI, C. H.; ANDRADE, R. de O.; MARQUES, I. da C. Os cientistas em quadrinhos: humanizando as ciências. **História, Ciências, Saúde – manguinhos**, v. 23, n. 4, p.1191-1208, dez. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-59702016000400008>.

FLORES, C. **Olhar, saber, representar**: sobre a representação em perspectiva. São Paulo: Musa Editora, v. 4, 2007.

GALILI, I. On the power of fine arts pictorial imagery in science Education. **Science & Education**. August 2013, v. 22, n. 8, p. 1911-1938. <http://dx.doi.org/10.1007/s11191-013-9593-6>. 2013.

GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n.2, p. 125-153, 2001.

GONZAGA, L. A.; MACETI, H.; LAUTENSCHLEGUER, I. J.; LEVADA, C. L. A física dos super-heróis de quadrinhos (HQ). **Caderno de Física da UEFS**, v. 12, n.1, p. 07-30, 2014.

GORRI, A. P.; SANTIN FILHO, O. Representação de temas científicos em pintura do século XVIII: um estudo interdisciplinar entre química, história e arte. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v.31, n.3, p.184-189, Ago. 2009.

HANSON, N. R. Observação e interpretação. In: MORGENBESSER, Sidney (Org.). **Filosofia da ciência**. 3.ed. São Paulo: Cultrix, p.127-138, 1979.

JORGE, L.; PEDUZZI, L. O. Q. As pinceladas anti-newtonianas de William Blake. In: 15º SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA. (**Anais eletrônicos...**). Florianópolis, SC, 16-18 de nov. 2016.

LUCAS, M. Arte e conhecimento: reflexões a partir da produção imagética em torno da Ciência. In: 17º ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISADORES EM ARTES PLÁSTICAS, PANORAMA DA PESQUISA EM ARTES VISUAIS. (**Anais...**). 19-23 de ago. 2008.

MCCLOUD, S. **Desvendando os quadrinhos**: história, criação, desenho, animação, roteiro. Trad. Helcio de Carvalho; Marisa do Nascimento Paro. São Paulo: Makron Books, 1995.

_____. **Reinventando os quadrinhos**: como a imaginação e a tecnologia vêm revolucionando essa forma de arte. São Paulo: M.Books do Brasil Editora Ltda., 2006.

_____. **Desenhando quadrinhos**: os segredos das narrativas de quadrinhos, mangás e graphic novels. São Paulo: M.Books do Brasil Editora Ltda., 2008.

MIQUELIN, A. F. Possíveis relações teóricas existentes na pintura ‘Um experimento com um pássaro em uma bomba de ar’ para o Ensino de Ciências. In: X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. (**Anais ...**). Águas de Lindóia, SP, 24-27 de nov. 2015.

MONKHOUSE, W. C. **Joseph Wright**: English painter. Oxford: Oxford University Press, 1900.

MUCHENSKI, J. C.; KLIPAN, C. G.; KOPS, C. R. R.; MIQUELIN, A. F. Construção de uma ilha interdisciplinar de racionalidade em torno da tela de Joseph Wright: “experimento com um pássaro numa bomba de ar”. In: V SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA-II SEMANA ACADÊMICA DA LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS. (**Anais ...**). 24-26 de Nov. 2016.

NOEL, C. William Blake’s Newton as innovative iconography. **Undergraduate Research Journal**. v. 9.1, 2015.

PEDUZZI, L. O. Q. **Da física e da cosmologia de Descartes à gravitação newtoniana**. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015. 149 p.

PEREIRA, M. L. D. A.; OLENKA, L.; OLIVEIRA, P. E. D. F. Física em ação através de tirinhas e histórias em quadrinhos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p.896-926, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n3p896>.

PRESSER, A.; SCHLÖGL, L. Narrativa em histórias em quadrinhos: o uso do timing para conquistar os leitores. **Verso e Reverso**, v. 29, n. 70, p.35-43, 2015.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q. O contexto da descoberta e o contexto da justificativa em sala de aula. 2014. In: III INTERNATIONAL HISTORY, PHILOSOPHY AND SCIENCE TEACHING GROUP LATINOAMERICAN CONFERENCE. (**Anais...**). Santiago, Chile. Nov. 2014.

SAGAN, C. **The demon-haunted world**: science as a candle in the dark. London: Headline, 1997.

SCHLICK, T. The critical collaboration between art and science: an experiment on a bird in the air pump and the ramifications of genomics for society. **Leonardo**, v. 38, n. 4, p.323-329, 2005.

SILVA, M. D. da; FREITAS, M. S. T. de; MIQUELIN, A. F. Algumas possibilidades de interação entre arte urbana, Joseph Wright e o ensino de óptica. In: IV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA. (**Anais ...**). Ponta Grossa, PR, 27-29 de Nov. 2014.

SOUSANIS, N. **Unflattening**. Cambridge, MA: Harvard University Press. 2015.

SOUZA, E. O. R. de; VIANNA, D. M. Usando física em quadrinhos para discutir a diferença entre inversão e reversão da imagem em um espelho plano. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 601-613, dez. 2014.

TESTONI, L. A.; SOUZA, P. H. de; NAKAMURA, E.; PAULA, S. M. de. Histórias em quadrinhos nas aulas de física: uma proposta de ensino baseada na enculturação científica. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – IX ENPEC, 2013, Águas de Lindóia, SP. (**Atas ...**). Nov. 2013.

THE CHEMISTRY of Art The paintings. **8. An Experiment on a Bird in the Air Pump**, p. 38-41. Disponível em:

https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwuj3rSai7HSAhXHEZAKHbjoBzkQFggeMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.rsc.org%2Flearn-chemistry%2Fresource%2Fdownload%2Fres00001516%2Fcmp00003968%2Fpdf&usq=AFOjCNG57ZuVBmRvn2gcl_HSPsd4kOSGGg.

Acesso em: 27 Fev. 2017.

VULTEE, D.; EAVES, M.; ESSICK, R. N.; VISCOMI, J. Biography – 1. Youth and Apprenticeship, 1757-1778. In: VULTEE, Denise; EAVES, Morris; ESSICK, Robert N.; VISCOMI, Joseph (Org.). **The William Blake Archive**. Disponível em:

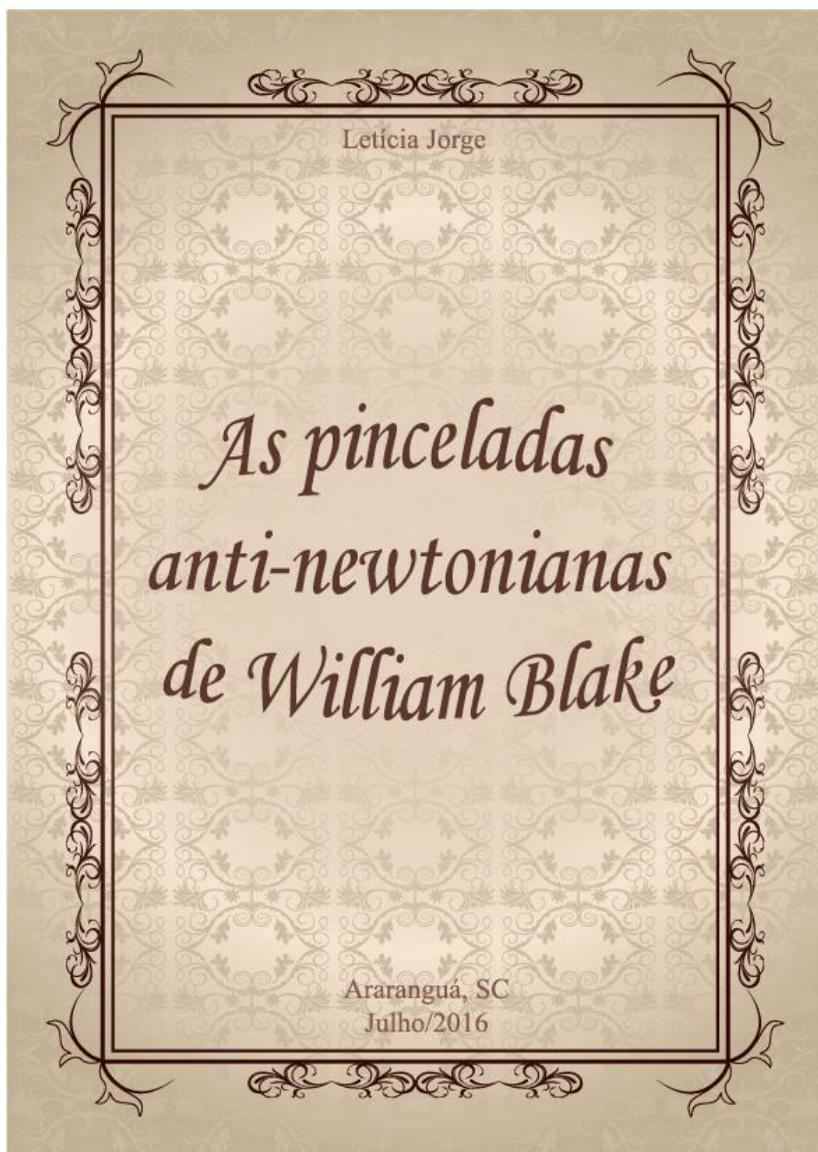
<<http://www.blakearchive.org/>>. Acesso em: 26 Jul. 2016a.

_____. Biography – 2. Artist and Engraver, 1779-1788. In: VULTEE, Denise; EAVES, Morris; ESSICK, Robert N.; VISCOMI, Joseph (Org.). **The William Blake Archive**. Disponível em:

<<http://www.blakearchive.org/>>. Acesso em: 26 Jul. 2016b.

WESTFALL, R. S. **A vida de Isaac Newton**. Trad. Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995.

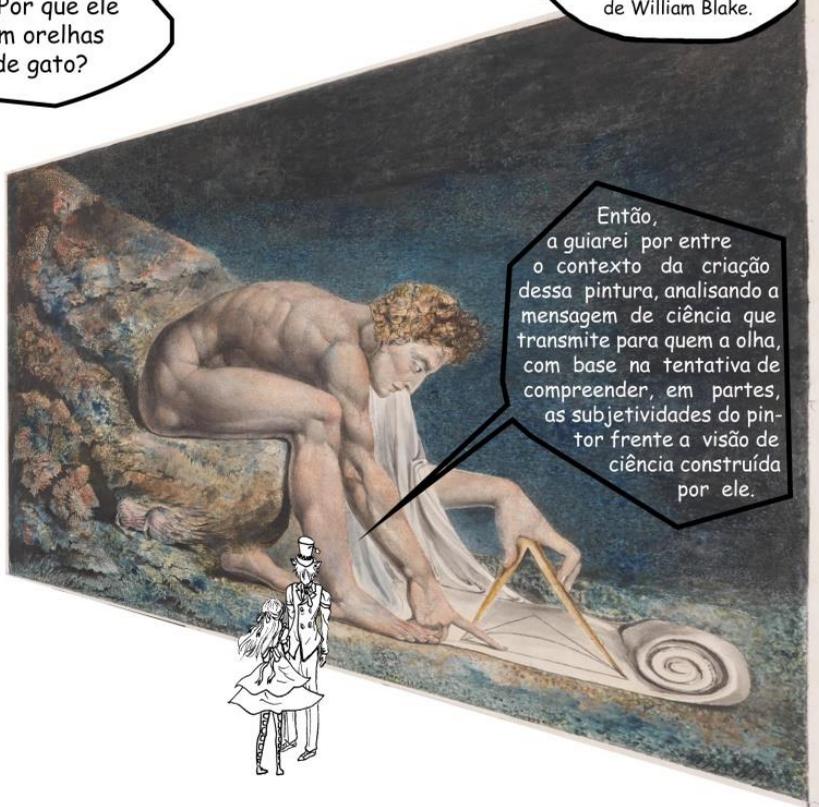
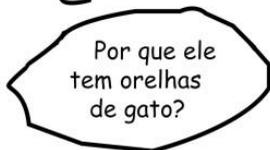
ANEXO A – História em quadrinhos [parte 1] “As pinceladas anti-newtonianas de William Blake”.





AS PINCELADAS ANTI-NEWTONIANAS
DE WILLIAM BLAKE







Se olharmos para a tela "Newton" pintada por William Blake em 1795 - reformulada em 1805 -, veremos que o homem, supostamente o cientista Newton, encontra-se tão concentrado em seu compasso e na resolução de um problema geométrico, que parece desprezar e, até mesmo, ignorar as belas variações naturais das rochas - que certamente constituem o mundo imaginativo e incomensurável defendido por Blake -, sobre as quais se encontra sentado.

O cientista, retratado por Blake, ainda, se apresenta como um ser hermético - fechado sobre si mesmo - e alheio as questões que o cercam.

Aliás, nos parece que o isolamento de Newton é uma das condições necessárias para a produção do conhecimento científico.

Mas, essa é uma visão individualista da ciência! Nela, "os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes..."².



Além disso, parece que o pintor retratou o cientista como alguém que produz uma ciência neutra e livre de qualquer influência!

Explêndido!!
Muito bem!

É um argumento bem válido, esse o seu!

Essa visão, socialmente neutra³ da ciência e de cientistas não condiz com as reflexões filosóficas contemporâneas.

A ciência, como um empreendimento científico, é influenciada pelo contexto social, cultural, político, econômico e etc., no qual se insere.

E isso evidencia a não neutralidade da ciência e do pensamento científico, que, por sua vez, difere da imagem de ciência pintada por Blake.

O mesmo vale para a observação!

Quando você, o leitor e eu olhamos para essa pintura, apesar de vermos o mesmo homem, as mesmas pedras e o mesmo compasso, devido às imagens que se formam em nossas retinas serem idênticas, não podemos interpretá-las da mesma forma. Nossa observação é influenciada pelas subjetividades, especificidades, expectativas, valores e interesses do contexto em que vivemos.

Isso quer dizer que Blake, ao pintar "Newton", sofreu influências de suas subjetividades e do contexto em que vivia?

Foi por isso que ele representou o Newton do jeito que representou?

Sim!
Deixe-me explicar, principalmente, o contexto em que viveu Blake.





Veja bem, William Blake viveu em um período significativo da história, marcado pelo Iluminismo e pela Revolução Industrial na Inglaterra.

Foi por conta das mudanças materiais sofridas pela industrialização na sociedade, que Blake dedicou-se a criticar a nascente tradição científica, tecnológica e racional que imperava no final do século XVIII.

Ele passou a não acreditar na ciência, porque ela se provia da razão e estabelecia limites para o processo do pensamento.

É essa a mensagem que, supostamente, nos é passado pelo pintor e que provavelmente irá variar de observador para observador.

Oh!

Agora compreendo que as nossas concepções, as questões da época, o local em que vivemos e que as influências exercidas sobre nós, podem desempenhar um papel importante na aceitação ou rejeição de ideias acerca da ciência. Isso, de certa forma, acaba corroborando com a visão de que não existe prática neutra e, tampouco, neutralidade na observação.

Isso é tão engenhoso!



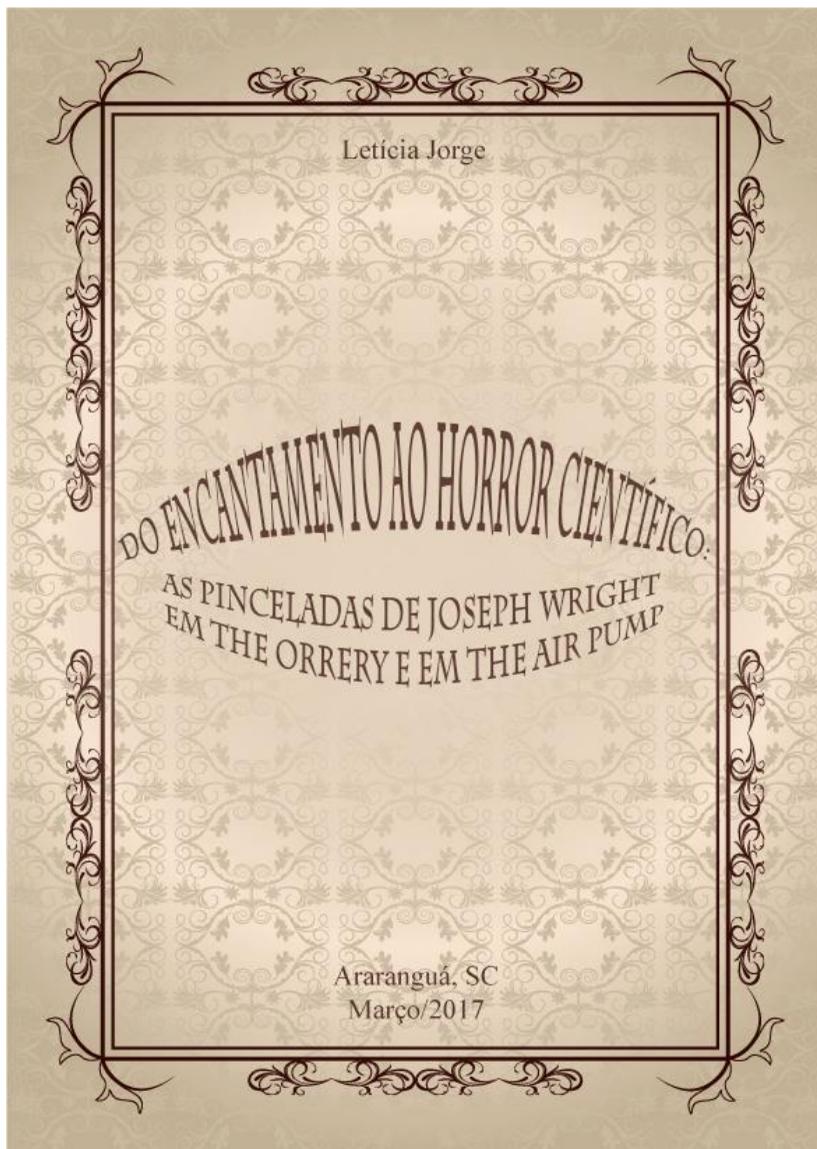
Só tenho uma dúvida!

Como faço para voltar pra casa?

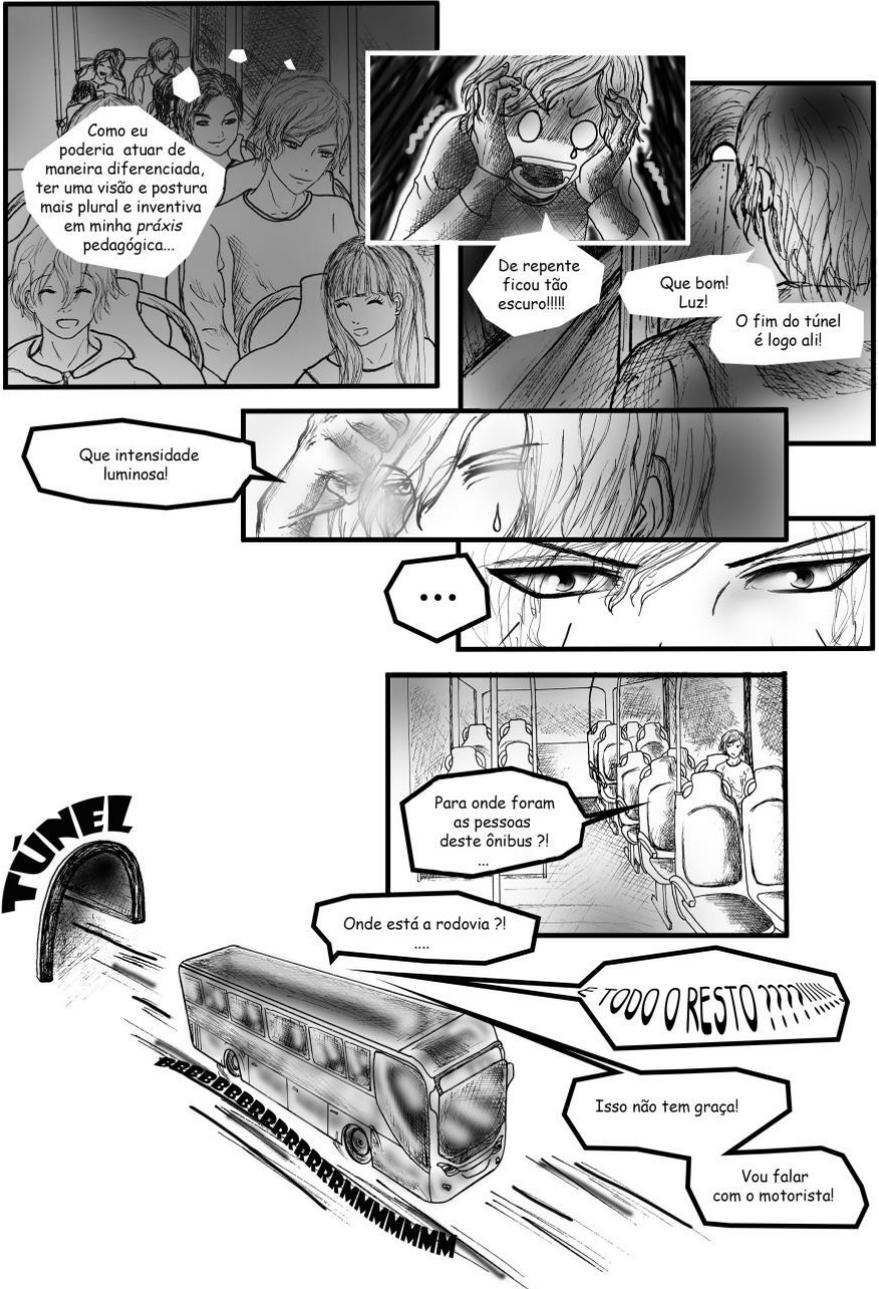


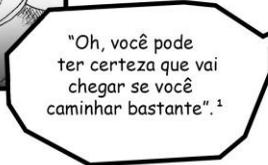
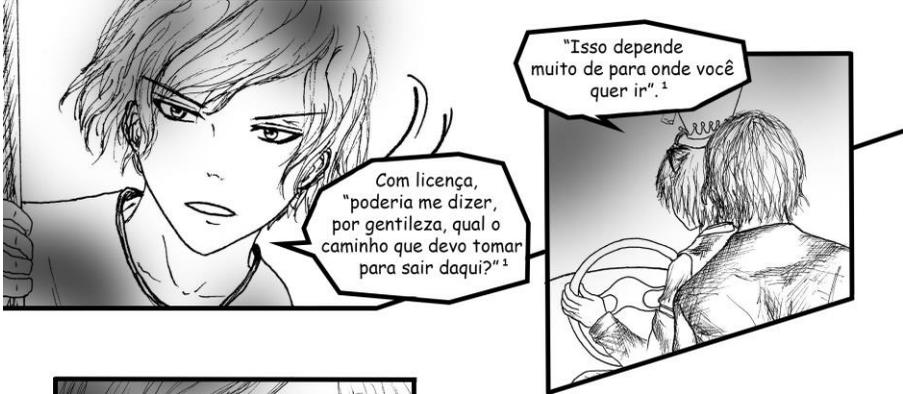
FIM

ANEXO B – História em quadrinhos [parte 2] “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*”.









¹ CARROLL, 2017, p. 60-61.

Oh!! Que grosseria a minha!

Quem está dirigindo o ônibus?

Prazer em conhecê-lo!

Serei seu guia e lhe conduzirei através das possíveis mensagens de ciência passadas pelo pintor Joseph Wright através de duas de suas pinturas "A Philosopher giving that Lecture on the Orrery in which a lamp is put in place of the Sun"² (1766) e "An experiment on a bird in the air pump"³ (1768).

Nem me apresentei!

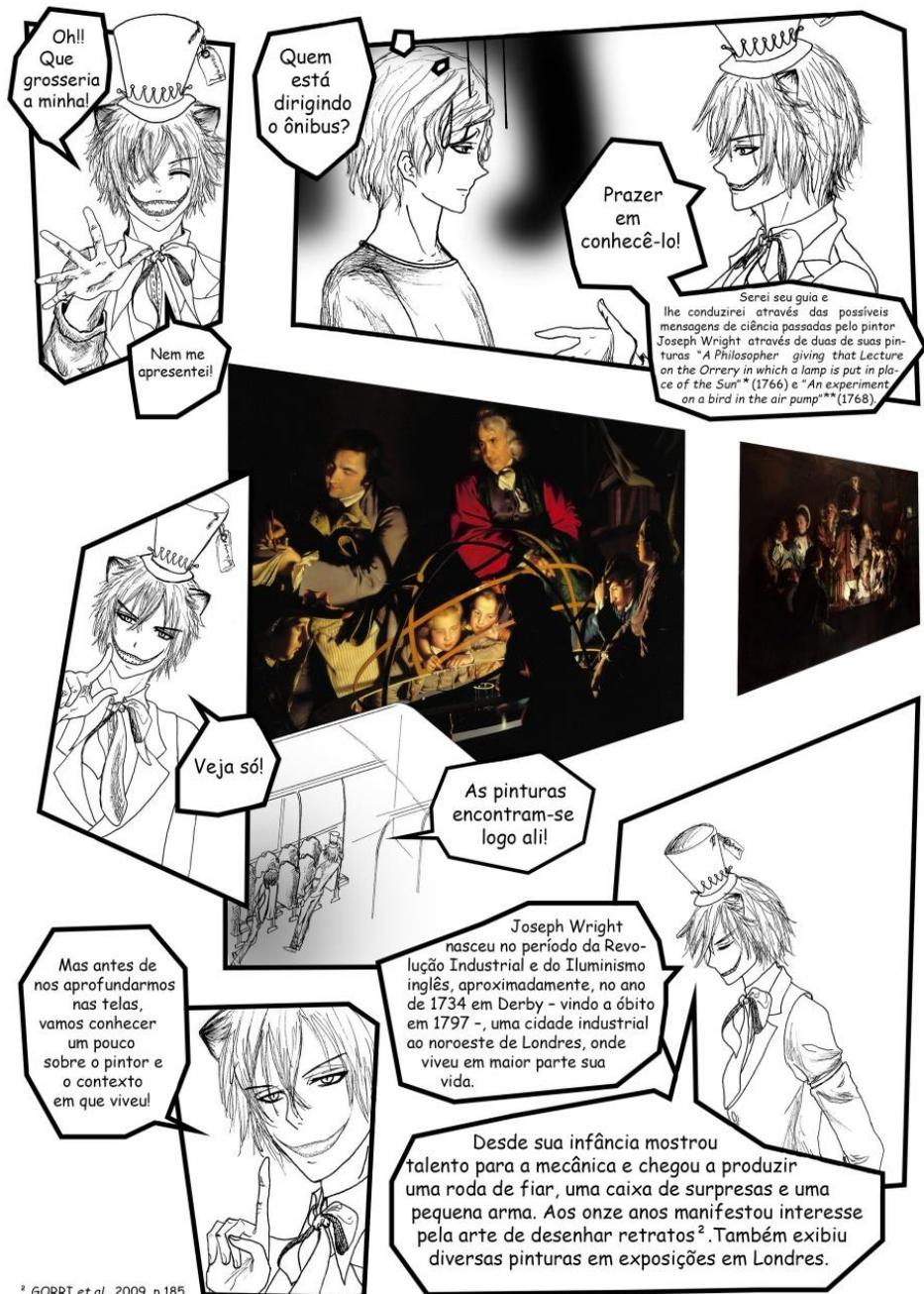
Veja só!

As pinturas encontram-se logo ali!

Mas antes de nos aprofundarmos nas telas, vamos conhecer um pouco sobre o pintor e o contexto em que viveu!

Joseph Wright nasceu no período da Revolução Industrial e do Iluminismo inglês, aproximadamente, no ano de 1734 em Derby - vindo a óbito em 1797 -, uma cidade industrial ao noroeste de Londres, onde viveu em maior parte sua vida.

Desde sua infância mostrou talento para a mecânica e chegou a produzir uma roda de fiar, uma caixa de surpresas e uma pequena arma. Aos onze anos manifestou interesse pela arte de desenhar retratos². Também exibiu diversas pinturas em exposições em Londres.



² GORRI et al., 2009, p.185.

³ A tela "A Philosopher giving that Lecture on the Orrery in which a lamp is put in place of the Sun" (Um filósofo dando uma aula no planetário na qual uma lâmpada é posta no lugar do Sol) será chamada de "The Orrery".

⁴ A tela "An experiment on a bird in the air pump" (Um experimento com um pássaro na bomba de ar) será denominada de "The Air Pump".

As duas pinturas de Wright que vemos, fazem parte de um conjunto de três obras - com temas científicos e tecnológicos, retratados com base em discussões filosóficas e experimentais ocorridas no século XVIII - criado entre 1734 a 1797 e designado *Candle Light (À luz de velas)*.



O fascínio de Wright por temas relacionados à arte, filosofia e ciência, supostamente, pode ter sido fortalecido por suas relações de amizade com estudiosos e outros pesquisadores da época, muitos dos quais faziam parte da elite erudita pertencente ao "Círculo Lunar", posteriormente, outorgada "Sociedade Lunar" em 1775³.



Recordo-me de ter estudado isso em História! Nessa sociedade, "[...] em Birmingham, seus membros se reuniam nas segundas-feiras de lua cheia para [aprender e] discutir os recentes progressos da ciência e da tecnologia, além de realizar experimentos e demonstrações"⁴.

Dentre os membros dessa sociedade, encontravam-se James Watt, criador da máquina a vapor; o químico Joseph Priestley e Erasmus Darwin, médico de Joseph Wright e avô de Charles Darwin⁴.

Wright estava embebido em relações de curiosidade, fascinação e questionamentos sobre os avanços científicos da época⁵ e o contexto social foi determinante para a riqueza de conhecimentos que ele demonstra na sofisticação de seus temas e em sua técnica detalhista e apurada⁶. Por conta disso, ele não retrata o cientista como um ser hermético, isolado e incomunicável preso em uma redoma inextinguível. Ao contrário, Wright ilustra reuniões científicas noturnas que têm como cerne demonstrações de experimentos⁷ para pequenas plateias.

³ GORRI et al., 2009.

⁴ Ibidem, p. 185.

⁵ MIQUELIN, 2015.

⁶ SILVA et al., 2014.

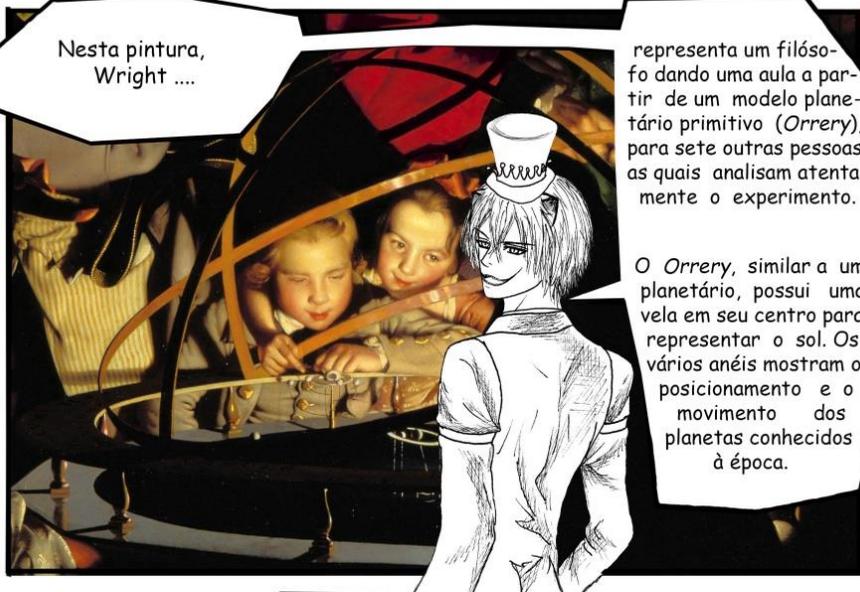
⁷ BATISTA et al., 2013.

The Orrery (O planetário)



Isto pode ser evidenciado na obra "A Philosopher giving that Lecture on the Orrery in which a lamp is put in place of the Sun" (1766).

Nesta pintura,
Wright



representa um filósofo dando uma aula a partir de um modelo planetário primitivo (*Orrery*), para sete outras pessoas, as quais analisam atentamente o experimento.

O *Orrery*, similar a um planetário, possui uma vela em seu centro para representar o sol. Os vários anéis mostram o posicionamento e o movimento dos planetas conhecidos à época.

O interesse por experimentos científicos encontrava-se, quase sempre, circunscrito a um público oriundo de uma classe social abastada, na sua larga maioria ligada à prática científica - nesse caso, amigos ou familiares de estudiosos e pesquisadores participantes da Sociedade Lunar - que tampouco era perita quanto ao tratamento de questões científicas.

Muitos estudiosos encarregados de repetir experiências a partir de demonstrações públicas, como, por exemplo, o conceituado astrônomo escocês James Ferguson (1710-1776), faziam-nas, também, de forma itinerante.

A pintura *The Orrery* foi inspirada nessa tradição de conferencistas viajantes que popularizavam a ciência. O grande referencial teórico, nesse período, sem dúvida, era Isaac Newton.





Acerca dessa informação, não daria para supor, por exemplo, que o filósofo protagonista na pintura *The Orrery* seria Isaac Newton?⁸

Oh! Isso não! E já explico o porquê. Ao comparar o retrato de Sir Isaac Newton^{***}, pintado por John Vanderbank (1694-1739) em 1725, com o filósofo presente na tela *The Orrery*, pode-se ver que, embora as duas figuras possuam traços semelhantes, como o cabelo e os olhos, elas também apresentam aspectos divergentes, por exemplo: a testa, o formato do nariz e da boca.

Assim, é muito mais provável que o estudioso de cabelos brancos se identifique com o astrônomo e estudioso da natureza, James Ferguson, que também realizava demonstrações públicas da ciência.

Normalmente, os demonstradores de experimentos eram viajantes que iam de cidade em cidade, mostrando seu trabalho.

O quadro *The Orrery*, aliás, foi pintado por Wright em uma das apresentações de Ferguson na cidade de Derby.⁹



Nesse caso, o pintor, talvez, procura expressar a coletividade no empreendimento científico, passando ao contemplador a mensagem de que a ciência é uma construção humana.



Vejam, agora, então, o que você tem a dizer acerca desta segunda tela de Wright: "*An experiment on a bird in the air pump*" (1768.).

⁸ EGERTON, 1990.

⁹ GÓRRI et al. (2009, p. 185).

*** Imagem disponível em: <http://www.math.fu-berlin.de/rd/ag/isaac/newton/newtn3_f.jpg>. Acesso em: 28 Abr. 2017.

Hmm
Deixe-me pensar



The Air Pump (A bomba de ar)

O tema é tão provocador quanto fascinante: uma bomba de ar ao centro, contendo em sua campânula uma cacatua; se esta for privada de ar, pelo acionamento da bomba, a mesma morrerá¹⁰.



Muito bem!

Toda a história da tela se desenrola a partir disso!



A obra retrata Ferguson executando experimentos associados à pressão do ar.¹¹

Em meados do século XVIII, a bomba de ar não era um instrumento novo. O primeiro modelo havia sido inventado cerca de cem anos antes por Otto von Guericke (1602-1686) e desenvolvido na Inglaterra por Robert Boyle (1627-1691) e Robert Hooke (1635-1703).

Devido a se constituir como um instrumento barato, as bombas de vácuo eram encontradas nos mais diversos locais, caracterizando-se, desta forma, como um símbolo científico da época.

Nesse contexto, o pintor pode ter utilizado da representação de demonstrações experimentais visando, não somente, promover a divulgação do conhecimento científico desenvolvido, por meio da sacias da curiosidade,



mas também convencer e persuadir o público a reconhecer e aceitar o trabalho do pesquisador.

Trata-se da representação do caráter instrutivo do saber científico, pois

evidencia-se aspectos de um experimento cujo cunho didático é apresentado a uma plateia diversificada, em que crianças, jovens e adultos expressam diversos valores simbólicos frente à trama¹².

Ilustração de uma bomba á vácuo pintada na tela *The Air Pump* de Joseph Wright



Um par de pequenos hemisférios de Magdeburgo: experimento realizado por Otto Von Guericke para demonstrar a magnitude da pressão atmosférica ao exaurir todo o ar de dentro de sua esfera oca de cobre com uma bomba á vácuo.

¹⁰ MIQUELIN, 2015.

¹¹ GORRI et al., 2009, p. 185.

¹² LUCAS, 2008, p. 1337-1338.

Sim!

Ademais, observar é fazer uma experiência!¹³

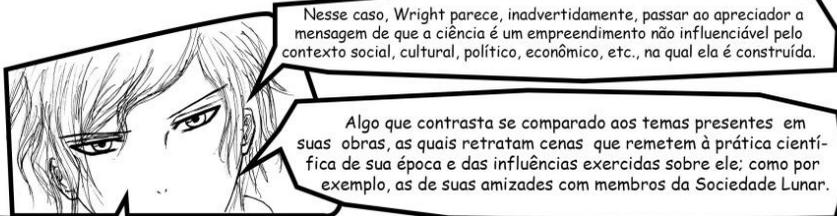
Do lado esquerdo da pintura, destacamos um adulto e uma criança totalmente envolvidos pelo experimento.

O adulto, que se encontra sentado, mantém firmemente um relógio em sua mão esquerda que repousa sobre a mesa.

Esta cena evidencia "o didatismo da experiência e a necessidade de um controle absoluto da situação"¹⁴, como se o experimento trouxesse, a partir de uma observação livre de pressupostos teóricos e de qualquer outra influência externa, resultados empíricos, objetivos, verídicos, imutáveis e conclusivos.

Algo curioso, a este respeito, é que no modelo de Ciência que se estabelece, o homem procura se colocar fora da natureza para observá-la. Essa parece ser a atitude do indivíduo com o relógio, que, ausente da gravidade da cena, assume uma postura de observador pretensamente neutro e isento com relação à natureza e ao fato observado¹⁵.

¹³ HANSON, 1979, p. 129.
¹⁴ LUCAS, 2008, p. 1340.
¹⁵ GORRI et al., 2009, p. 186.



Nesse caso, Wright parece, inadvertidamente, passar ao apreciar a mensagem de que a ciência é um empreendimento não influenciável pelo contexto social, cultural, político, econômico, etc., na qual ela é construída.

Algo que contrasta se comparado aos temas presentes em suas obras, as quais retratam cenas que remetem à prática científica de sua época e das influências exercidas sobre ele; como por exemplo, as de suas amizades com membros da Sociedade Lunar.

Este argumento coincide com a visão de Hanson¹⁶ (1924-1967) - um filósofo da ciência - de que a observação não pode ser neutra porque é dirigida pela influência do contexto e de nossos interesses seletivos. Isso é o que ocorre em todos os casos em que a observação está em pauta.



Excelente!

Além disso, embora a ciência, nesse período, mostre a sua utilidade e seus benefícios à vida das pessoas, esta pintura procura colocar o contemplador diante da construção de um conhecimento científico que pode causar tanto complexidade e curiosidade quanto horror à ciência¹⁷. Neste caso, Wright demonstra o pavor pelo conhecimento científico por meio das expressões faciais e corporais de duas meninas à direita da tela que, visinhas à bomba de vácuo e consoladas por um adulto - provavelmente a figura do pai como mediador ou político para a situação -, "exibem terror e consternação diante da iminente morte do pássaro"¹⁸.

Ainda, temos um senhor pensante sentado à direita, que assume a posição da estátua grega do pensador, um dos representativos da filosofia. Tal representação intenta em colocar o pensador como o estabelecimento dos dilemas éticos do desenvolvimento científico, ou seja, desde a invenção da bomba de vácuo por Guericke em 1650 temos o poder de extrair ou injetar ar de maneira tecnológica e superior aos nossos pulmões, mas esta tecnologia nos dá o direito de retirar vidas com tal prática?¹⁹

¹⁶ HANSON, 1979, p. 134-135.

¹⁷ EGERTON, 1990.

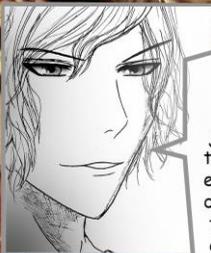
¹⁸ GORRI et al., 2009, p. 186.

¹⁹ MIQUELIN, 2015, p. 4.



Em
"The Air Pump",
também pode-
mos ver que
o pintor, ao
fazer uso
da distribui-
ção dos ele-
mentos
de

claro-escuro, espe-
cificamente da luz, cria situa-
ções intrigantes: a parte mais escura
da imagem — a margem inferior à esquerda
— contrapõe-se em uma diagonal que nos leva
até a janela. Através desta, observa-se a lua.
O luar que surge entre nuvens é uma referên-
cia à sociedade lunar, uma homenagem
prestada por Wright²⁰.



Surpreendente!

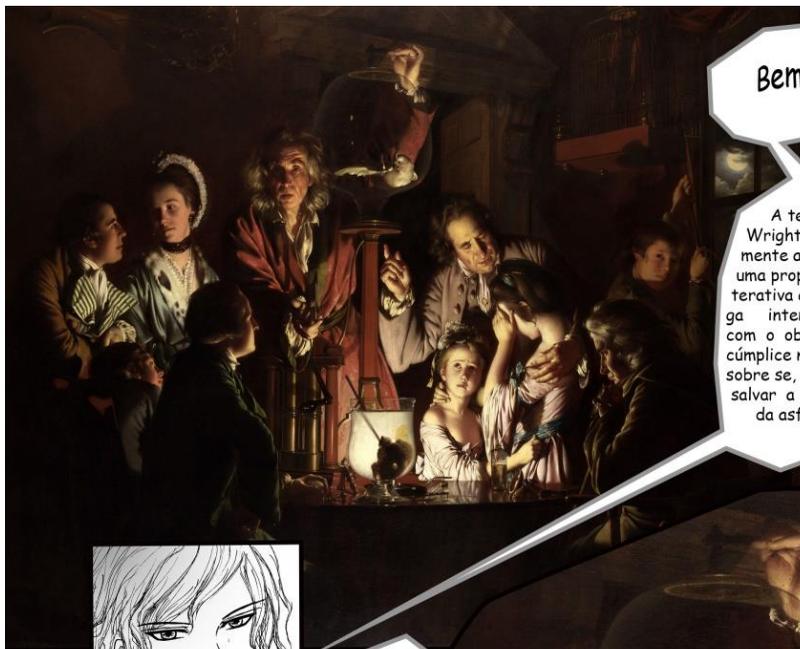
Se detivermos nossa atenção para
junto à janela, poderemos ver um garoto
segurando a corda que suspende a gaiola
e que, ao mesmo tempo, olha para além do qua-
dro na expectativa de que quem quer que es-
teja a observar a cena não seja como os
demais, presentes ali — neutros ou indife-
rentes com a situação, com exceção das me-
ninas — mas que possam interceder em
relação ao destino do pássaro.

Procurará o
garoto recolocar
a gaiola em seu devi-
do local, certo de que
a cacatua não
sobreviverá ao
experimento?

Ou procurará, antes, descer a
gaiola para voltar a introduzi-la
em seu interior ao término do
experimento?

A resposta a uma das perguntas
dar-se-á pelas mãos do cientista
ou pelo contemplador da obra?

²⁰ LUCAS, 2008, p. 1341.



Bem ...

A tela de Wright certamente apresenta uma proposta interativa que dialoga intensamente com o observador, cúmplice na decisão sobre se, e quando, salvar a catatua da asfixia.



"Há um lugar não preenchido na mesa, na exata posição ocupada por quem olha o

quadro"²¹,

isto é, um lugar vazio que por excelência pode ser ocupado por qualquer um daqueles que queiram se debruçar sobre o desfecho da cena, tornando-se responsável pela mesma.

Isso, aliás, abre margem para a interpretação de que o personagem principal, o filósofo, da tela não se encontra dentro dela.

O personagem principal somos nós, os observadores externos que decidiremos se o experimento ocorrerá ou não. O dilema de matar o pássaro, portanto, nos pertence²².



²¹ GORRI *et al.*, 2009, p. 186.

²² MIQUELIN, 2015, p. 4.



²³ LUCAS, 2008, p. 1342.

²⁴ SILVA et al., 2014, p. 4.

Referências

BATISTA, A.; BERNARDO, F. L.; EICHLER, M. L.; GORRI, A. P.; MANNRICH, J. P.. Representação e História da Ciência em obra de arte: Um ensino holístico sobre Sistema Solar. In: IV JORNADA DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E ENSINO. (Anais...). v. 7, 2013.

CARROLL, L.. Alice's Adventures in Wonderland. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/pp000004.pdf>>. Acesso em: 01 Mar. 2017.

EGERTON, J.. Wright of Derby. London: The Metropolitan Museum of Art, 1990.

GORRI, A. P.; SANTIN FILHO, O. Representação de Temas Científicos em Pintura do Século XVIII: Um Estudo Interdisciplinar entre Química, História e Arte. Química Nova na Escola, São Paulo, Vol.31, Nº3, p.184-189, Ago. 2009.

HANSON, N. R. Observação e interpretação. In: MORGENBESSER, Sidney (Org.). Filosofia da ciência. 3.ed. São Paulo: Cultrix, p.127-138, 1979

LUCAS, M.. Arte e Conhecimento: reflexões a partir da produção imagética em torno da Ciência. In: 17º ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISADORES EM ARTES PLÁSTICAS, PANORAMA DA PESQUISA EM ARTES VISUAIS. (Anais...). 19-23 de ago. 2008.

MIQUELIN, A. F.. Possíveis relações teóricas existentes na pintura 'Um experimento com um pássaro em uma bomba de ar' para o Ensino de Ciências. In: X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. (Anais ...). Águas de Lindóia, SP, 24-27 de nov. 2015.

SILVA, M. D. da; FREITAS, M. S. T. de; MIQUELIN, A. F.. Algumas Possibilidades de Interação entre Arte Urbana, Joseph Wright e o Ensino de Óptica. In: IV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA. (Anais ...). Ponta Grossa, PR, 27-29 de nov. 2014.

Artigo 5

**AGORA É A VEZ “DELES”!
A FALA DE ALUNOS DE UM CURSO DE FÍSICA
ACERCA DAS RELAÇÕES ENTRE ARTE E HFC POR
MEIO DE UMA HISTÓRIA EM QUADRINHOS**

Agora é a vez “deles”!

A fala de alunos em um curso de física acerca das relações entre arte e HFC por meio de uma história em quadrinhos

RESUMO: Este artigo é oriundo de um trabalho que foi desenvolvido no âmbito de uma disciplina de história da ciência, tendo como público alvo estudantes de um curso de física. Teve como objetivo analisar os resultados obtidos com a aplicação de um módulo de ensino que discute certas características relacionadas à construção do conhecimento científico através da aproximação entre arte e ciência. Da interpretação dos dados segundo Kathy Charmaz, verificou-se que o módulo proporcionou aos alunos, em parte, pensarem em uma prática pedagógica e científica mais diversificada e inventiva. Contudo, também, se observou a necessidade de reestruturação de um de seus componentes.

Palavras-chave: Módulo de ensino. Aspectos da natureza da ciência e pinturas. Formação de professores e pesquisadores.

ABSTRACT: This paper comes from a work that was developed under a discipline of history of science, targeting students of a physics course. It aimed to analyze the results obtained with the application of a teaching module that discusses certain characteristics related to the construction of scientific knowledge through the approximation between art and science. From the interpretation of the data according to Kathy Charmaz, it was verified that the module made the students think in more diversified and inventive pedagogic and scientific practices. However, there was also a need to restructure one of its components.

Keywords: Teaching module. Nature of science's aspects and paintings. Teachers and scientists training.

5.1 Introdução

Conquanto haja fatores favoráveis à inclusão da história e filosofia da ciência (HFC) na educação científica, alguns autores sinalizam questões que merecem atenção (MATTHEWS, 1995; MARTINS, 2007; HÖTTECKE *et al.*, 2010; PEDUZZI, 2011; VITAL; GUERRA, 2016; ACEVEDO DÍAZ *et al.*, 2016). Whitaker (1979a, 1979b), a título de exemplo, atenta para o fato de que, na tentativa de se produzir um material que aborde a história da ciência como suporte

didático-pedagógico para aulas *de* e *sobre* ciência, termina-se por criar uma nova história: a “quase-história”. Nesta, a história é a estrutura sobre a qual os acontecimentos e episódios científicos se encaixam perfeitamente; sem margens para erros ou para subjetividades. Por servir a finalidades didáticas, a “quase-história” está muito mais comprometida com a clareza e a lógica da apresentação – visando um aporte pedagógico e servindo para a construção de argumentos de convencimento dos alunos – do que com uma abordagem historiográfica. O caso é que os “ajustes” realizados resultam em erros que variam desde os cronológicos ao do processo da construção do conhecimento científico como um ato objetivo, rígido e neutro. Suprime-se assim, e deliberadamente, uma vasta gama de voluptuosas fantasias, de devaneios, de curiosidades, de interesses, de influências, de acasos, de falhas e etc., tornando a ciência um empreendimento pouco ou nada humano.

No bojo dessa problemática, evidencia-se, então, que as relações entre arte e ciência, entre muitas outras coisas, podem contribuir para a compreensão do processo de construção histórica do conhecimento científico (ZANETIC, 2006; ALCANTARA; JARDIM, 2014). Nesse sentido, elaborou-se um módulo de ensino que debate a não neutralidade na observação, bem como na construção do conhecimento, e o papel dos experimentos a partir da tela “*Newton*” (1795) de William Blake e das pinturas “*A philosopher giving that lecture on the orrery in which a lamp is put in place of the sun*” (Um filósofo dando uma aula no planetário na qual uma lâmpada é posta no lugar do Sol – 1766) e “*An experiment on a bird in the air pump*” (Um experimento com um pássaro na bomba de ar – 1768) de Joseph Wright.

A partir disso, e no presente artigo, visa-se avaliar em que medida o módulo, direcionado a alunos de uma disciplina sobre a história da física, proporciona ou não discussões e debates sobre as possibilidades de se pensar a ciência, bem como outros campos do saber, sob novas perspectivas e de se refletir sobre o desenvolvimento de uma prática pedagógica e científica mais diversificada. Para a análise dos dados utiliza-se a proposta metodológica da teoria fundamentada construtivista (TFC) de Charmaz (2006).

A seguir, discorrem-se acerca dos elementos, do objetivo e do contexto do material de ensino a ser analisado, seguidos da codificação e categorização interpretativa dos dados realizada pela pesquisadora. Posteriormente, discutem-se os resultados obtidos e, finalmente, apresentam-se sobre as possíveis contribuições do módulo de ensino para a formação docente e de cientistas.

5.2 Aspectos metodológicos da pesquisa

5.2.1 O módulo, seus objetivos e o cenário da sua implementação

O módulo de ensino “Desbravando os sete mares! Ops, ... Desbravando três pinturas através de uma história em quadrinhos: possíveis relações entre arte e história e filosofia da ciência” tem como finalidade discutir, em um curso de formação de professores e bacharéis em física, certas características relacionadas à construção do conhecimento científico através da aproximação entre arte e ciência. O módulo comporta uma história em quadrinhos – constituída em duas partes (“As pinceladas anti-newtonianas de William Blake” [parte 1] e “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*” [parte 2]) – ; e dois textos a ela relacionados (“As pinceladas anti-newtonianas de William Blake” [texto 1] e “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*” [texto 2]).

A HQ foi desenvolvida com o intuito de debater os aspectos da natureza da ciência (ndc) correspondentes a não neutralidade na observação, bem como na construção do conhecimento, e ao papel dos experimentos no empreendimento científico (GIL PÉREZ *et al.*, 2001, p.129-143) a partir do estudo de um pequeno conjunto de pinturas relativas à ciência. A escolha desse formato objetivou demonstrar uma maneira variada, dentre muitas, de se abordar essas questões que não sejam aquelas que envolvam, exclusivamente, textos dissertativos tradicionalmente enrijecidos por um molde sistemático, disciplinar e linear de educação. Quanto aos textos relacionados à HQ, pode-se pronunciar que são indicados como uma estratégia válida para fornecer aos alunos, por meio de aulas expositivas dialogadas, informações fundamentadas e argumentadas sobre as discussões histórico-filosóficas e artísticas que se impõem ao longo dos enredos.

Da ciência dos elementos constituintes do módulo de ensino, parte-se, assim, para a descrição de sua implementação; realizada, de modo preliminar, no primeiro semestre do ano letivo de 2017, entre o período de 08 de março até 03 de maio, na disciplina Evolução dos Conceitos da Física (ECF) do Departamento de Física da UFSC. Essa disciplina é compulsória e desenvolvida ao longo de 72 horas semestrais, que são distribuídas em 4 aulas semanais de 50 minutos cada. Ela é ofertada no 8º semestre para o bacharelado e 9º semestre para a licenciatura, tem como pré-requisito Estrutura da Matéria II

(cursada no 6º semestre pelo bacharelado e no 7º, pela licenciatura). A disciplina, em si, propõe-se a realizar uma análise histórica e epistemológica dos desenvolvimentos conceituais das teorias físicas, desde a Grécia antiga até meados do século XX, por meio do estudo de cinco livros: (1) “*Força e movimento: de Thales a Galileu*”; (2) “*Da física e da cosmologia de Descartes à gravitação newtoniana*”; (3) “*Do átomo grego ao átomo de Bohr*”; (4) “*A relatividade einsteiniana: uma abordagem conceitual e epistemológica*”; (5) “*Do próton de Rutherford aos quarks de Gell-Mann, Nambu...*” (PEDUZZI, 2010; 2015a; 2015b; 2015c; 2015d). A metodologia de desenvolvimento da disciplina requer uma leitura prévia, pelos alunos, dos capítulos discutidos em aula, para um melhor aproveitamento dos conteúdos abordados.

Tendo, então, como subsídio o contexto e organização da disciplina, e considerando-se, precipuamente, a temática envolvida na HQ (“As pinceladas anti-newtonianas de William Blake”⁴³ [parte 1] e “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*”⁴⁴ [parte 2]) e nos textos a ela relacionados, elegeram-se dois segmentos de sua matéria para a implementação do módulo. A primeira parte instaurou-se depois do quarto capítulo [4] *A dinâmica das colisões e o surgimento de uma nova física*] do livro (2), antecedendo a discussão que ocorreria sobre o protagonista Isaac Newton no quinto capítulo [5] *A gravitação newtoniana*]. A segunda parte foi inserida após o primeiro capítulo [1] *Do átomo grego ao átomo de Dalton: um percurso através da história da física e da química*] do livro (3), momento da história em que se observou, por meio de experimentos, que um vácuo parcial poderia ser criado em recipientes hermeticamente fechados ao se exaurir o ar de dentro deles com uma bomba a vácuo, por exemplo. Assume-se, a partir dessa estruturação, um maior aproveitamento e valorização da sequência dos conteúdos da disciplina e da aplicação do presente trabalho.

Ao todo foram 17 aulas (sendo três destinadas a avaliações) mediadas, em conjunto, pelo professor titular da disciplina ECF e pela

⁴³ A parte 1 da HQ “As pinceladas anti-newtonianas de William Blake” pode ser encontrada em: <<https://pt.calameo.com/read/00464858667c504b19258>>. Acesso em: 25 Jun. 2017.

⁴⁴ A parte 2 da HQ “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*” pode ser visualizada completa em: <<https://pt.calameo.com/read/0046485864c82a0b38360>>. Acesso em: 25 Jun. 2017.

pesquisadora. Esta última realizou diversas intervenções nas discussões regulares da disciplina, especialmente quando se relacionavam aos conceitos-chave presentes no módulo, como, por exemplo: quando a pesquisadora ressaltou o aspecto da natureza da ciência equivalente a não neutralidade da produção do conhecimento no capítulo 1 do livro 1, ao mencionar que Thales de Mileto escolheu a água como elemento primordial de tudo, devido a saber acerca das cheias do Rio Nilo, bem como da importância da água para a agricultura e para a vida. Mostrando, então, que a escolha do elemento água não se deu de modo arbitrário ou neutro, mas sim influenciada pela forma como o estudioso via o mundo; ou quando a mesma evidenciou no capítulo 3 do livro 2 que o experimento para Descartes tem diferentes funções na ciência. Além disso, a pesquisadora trouxe algumas imagens (a tela “A escola de Atenas” de Raffaello Sanzio (1483-1520); a obra “Juízo Final” de Michelangelo di Lodovico Buonarroti Simoni (1475-1564); a pintura “Newton no jardim das ideias” de Oleg Shupliak (1967-), entre outras) para contribuir com as discussões em sala e para enfatizar a relação entre arte e ciência. Ela também ministrou dois seminários intitulados “Harriot, Galileo, Cigoli e os desenhos lunares: ^{em} Uma contra exemplificação da visão de neutralidade da observação científica” e “Otto von Guericke: ^{em} O papel do experimento dos Hemisférios de Magdeburgo”, nos quais explora os dois aspectos da natureza da ciência por meio de imagens. Durante todo o processo, foram fornecidos convites à discussão aos alunos.

Nesse período, 16 alunos cursaram a disciplina. Desses, dez eram estudantes da licenciatura e seis do bacharelado. A turma era constituída por quatro mulheres e doze homens, identificados, posteriormente, através de uma codificação alfanumérica (16 Estudantes = E1 a E16) aleatória, visando o sigilo das identidades dos sujeitos da pesquisa. Todos os alunos, no uso de suas atribuições no que lhes confere o direito de querer ou não participar da pesquisa, assinaram um termo de autorização de uso de depoimentos (ANEXO A5), concordando, assim, em liberar seus depoimentos e avaliações para serem analisados neste artigo.

Posto isso, das 14 aulas com a participação efetiva dos alunos somente duas, as quais ocorreram nas quartas-feiras dos dias 12 de abril e 03 de maio, tornaram-se objeto de análise, devido a envolverem com maior clareza o posicionamento crítico dos alunos acerca da implementação da HQ [parte 1 e 2], no âmbito do módulo; principalmente no que tange a discussão da não neutralidade na observação, bem como na produção do conhecimento científico, por

meio da tela “*Newton*” de William Blake – em “As pinceladas anti-newtonianas de William Blake” – e do papel dos experimentos nas obras “*A philosopher giving that lecture on the orrery*” e “*An experiment on a bird in the air pump*” de Joseph Wright – em “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*”.

Nos dois principais dias da intervenção foram realizadas duas aulas expositivas dialogadas, cada qual equivalente à discussão de uma parte da HQ. Por conta disso, somente a história em quadrinhos [parte 1 e 2] tornou-se objeto de análise; sendo que os textos relacionados à HQ foram utilizados como parâmetro para o desenvolvimento das aulas e para as discussões histórico-filosóficas e artísticas que se impuseram ao longo das mesmas.

5.2.2 Natureza metodológica da pesquisa e os instrumentos de coleta e análise de dados

Quanto aos procedimentos metodológicos, a investigação inseriu-se na perspectiva de uma pesquisa com enfoque crítico-dialético (SÁNCHEZ GAMBOA, 1987; 2000; 2012). A escolha por esse referencial ocorreu devido ao fato de que as abordagens crítico-dialéticas configuram-se em “[...] estudos sobre experiências, práticas pedagógicas, processos históricos, discussões filosóficas ou análises contextualizadas a partir de um prévio referencial teórico” (SÁNCHEZ GAMBOA, 2000, p. 96). Sendo assim, entendeu-se que a presente pesquisa relaciona-se com o estudo de uma experiência desenvolvida no âmbito educacional, neste caso, a utilização e contribuição do módulo de ensino, precipuamente da HQ, e dos textos a ela relacionados, para a formação histórico-filosófica de futuros professores e cientistas.

A abordagem metodológica crítico-dialética é bastante abrangente. Em relação a esse aspecto, Sánchez Gamboa (2012, p. 94) assevera que:

As investigações classificadas como crítico-dialéticas utilizam, todavia, das técnicas anteriores [de registro e tratamento de informações marcadamente quantitativas, como testes padronizados, questionários estruturados, guias de observação, permitindo o tratamento estatístico e a apresentação dos resultados por meio de esquemas cartesianos, gráficos estatísticos ou quadros correlações; não quantitativas, como entrevistas

não estruturadas, relatos de vida, estudos de caso, relato de experiências, etc], estratégias conhecidas como “investigação-ação, “investigação militante” e algumas formas de “investigação participante” e técnicas historiográficas.

A presente investigação detém-se em certos aspectos de seu uso: ao nível técnico-instrumental e aos pressupostos gnosiológicos e ontológicos. O nível técnico-instrumental “[...] refere-se aos processos de coleta, registro, organização, sistematização e tratamento dos dados e informações” (SÁNCHEZ GAMBOA, 2012, p. 58).

A observação etnográfica (MICHAEL, 2009), nesse caso, tornou-se o instrumento de pesquisa utilizado para a coleta dos dados. Ela “[...] é feita em campo, em cenários de vida real. O observador tem assim, em maior ou menor grau, um envolvimento com aquilo que está observando” (MICHAEL, 2009, p. 74). Por conta disso, buscou-se, conforme alguns pressupostos da observação etnográfica, tornar-se um pesquisador que se estabeleça entre um “*participante-observador*”, alguém “[...] completamente integrado à vida do grupo e mais envolvido com as pessoas; ele é igualmente um amigo e um pesquisador [...] [e] suas atividades de pesquisa ainda são reconhecidas” (MICHAEL, 2009, p. 75), e um “*participante totalmente envolvido*”, em que “[...] ele ou ela desaparece completamente no cenário e se envolve totalmente com as pessoas e suas atividades, talvez até o ponto de nunca reconhecer a sua própria agenda de pesquisa” (MICHAEL, 2009, p. 75). Porém, foi preciso considerar o necessário distanciamento da pesquisadora para uma melhor interpretação dos dados coletados.

Desta forma, é notório que o caráter crítico-dialético da pesquisa abrange a postura do pesquisador, cujo interesse não se resume apenas à constatação do objeto de estudo pesquisado, mas à proposição de alternativas de mudança, via sujeitos da pesquisa. Nesse cenário, destacam-se os pressupostos gnosiológicos que “[...] correspondem ao entendimento que o pesquisador tem do real, do abstrato e do concreto no processo da pesquisa científica [...]” (SÁNCHEZ GAMBOA, 2012, p. 59) e os pressupostos ontológicos que “[...] referem-se a concepções de homem, da sociedade, da história, da educação e da realidade, que se articulam na visão de mundo implícita em toda produção científica [...]” (SÁNCHEZ GAMBOA, 2012, p. 59).

Levando em consideração esses pressupostos e tendo por base a percepção de Sánchez Gamboa (1987, 2000, 2012) no que tange a pesquisadora tornar-se parte do mundo que estuda e dos dados que coleta – com a devida cautela –, enfatiza-se que a leitura dos

significados implícitos dos sujeitos da pesquisa, bem como as opiniões sobre as experiências, são construções da realidade praticadas pela pesquisadora.

Sendo assim, os registros dos dados ocorreram por meio da produção escrita dos sujeitos da pesquisa que se deu através de três avaliações dissertativas, previstas na disciplina ECF. As avaliações foram desenvolvidas individualmente pelos alunos, os quais tiveram acesso aos enunciados das questões, através do *Moodle* da disciplina, antes das datas marcadas para cada prova. Nos dias reservados a cada avaliação, com base no plano de ensino, os alunos podiam sanar eventuais dúvidas. Ademais, o desenvolvimento das provas, por parte dos alunos, ocorreu fora do período de aula, sendo fixado, *a posteriori*, um prazo para entrega das mesmas. Por fim, ao serem corrigidas, as avaliações foram disponibilizadas aos alunos para conferência e, ulteriormente, devolvidas à pesquisadora para uma subsequente análise.

Dentre as questões formuladas, selecionaram-se, no presente relato, apenas duas (uma da segunda avaliação e outra da terceira avaliação) para uma análise preliminar, a saber:

Questão 1 (Q1)

1) Faça uma análise crítica sobre a primeira (“As pinceladas anti-newtonianas de William Blake”) e a segunda (“Do encantamento ao horror científico: As pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*”) parte da história em quadrinhos, no que tange:

- I. Ao conteúdo da HQ; acerca de como ela incorpora (ou não) discussões – relativas à arte e à história e filosofia da ciência – debatidas no módulo de ensino, sobre:
 - i. A não neutralidade da observação, bem como na construção do conhecimento, estruturada a partir da tela “*Newton*” de William Blake – parte 1 da HQ;
 - ii. O papel do experimento no empreendimento científico, com base nas telas “*A philosopher giving that lecture on the orrery*” e “*An experiment on a bird in the air pump*” de Joseph Wright – parte 2 da HQ.
- II. Aos aspectos positivos e negativos que você destaca na HQ [parte 1 e 2]. Por favor, justifique cada posicionamento crítico.

Questão 2 (Q2)

2) A HQ [parte 1 e 2] e os textos relacionados a ela condicionam a se pensar no desenvolvimento de uma prática pedagógica e científica mais diversificada? Se a resposta for positiva, explique de que modo, cite exemplos e etc. Caso a resposta seja negativa, por gentileza, justifique.

Para a análise dos dados (Q1 e Q2), utilizou-se a proposta metodológica⁴⁵ da teoria fundamentada construtivista (TFC) de Charmaz⁴⁶ (2006) que, segundo a autora,:

[...] serve como um modo de aprendizagem sobre os mundos que estudamos e como um método para a elaboração de teorias para compreendê-los. Nos trabalhos clássicos da teoria fundamentada, Glaser e Strauss falam sobre a descoberta da teoria como algo que surge dos dados, isolado do observador científico. Diferentemente da postura deles, compreendo que nem os dados nem as teorias são descobertos. Ao contrário, somos parte do mundo o qual estudamos e dos dados os quais coletamos. Nós *construímos* as nossas teorias fundamentadas por meio de nossos envolvimento e das nossas interações com as pessoas, as

⁴⁵ O termo “teoria fundamentada” (*grounded theory*) deve ser reconhecido como metodologia de pesquisa qualitativa, ou seja, metodologia da teoria fundamentada (TF), e como resultado de sua aplicação espera-se obter a construção de uma TF acerca de um determinado processo social ou psicossocial (LEITE, 2015, p. 78).

⁴⁶ A primeira publicação – considerada clássica – que apresentou as diretrizes da proposta metodológica da teoria fundamentada foi a obra *The Discovery of Grounded Theory*, de Glaser e Strauss, em 1967. Nos anos que se sucederam a essa publicação, Glaser e Strauss direcionaram as suas perspectivas teóricas sobre a metodologia de maneiras distintas. Como consequência dessas visões díspares, nasceram duas abordagens da teoria fundamentada, a glaseriana ou clássica e a straussiana com Corbin, as quais influenciaram muitos pesquisadores pelo mundo, dentre esses, destacam-se Kathy Charmaz – foi aluna de Glaser e orientanda de mestrado de Strauss – que desenvolveu implicações práticas para aplicar a teoria fundamentada aos preceitos construtivistas (LEITE, 2015, p. 78).

perspectivas e as práticas, tanto passados quanto presentes. Minha abordagem admite, de modo explícito, que qualquer versão teórica oferece um retrato *interpretativo* do mundo estudado, e não um quadro fiel dele. (CHARMAZ, 2006, p. 9)

Desta forma, e segundo Charmaz (2006; 2008), as teorias fundamentadas são construídas a partir da interação do pesquisador com os dados. Os métodos da teoria fundamentada respaldam-se em “[...] orientações flexíveis em vez de prescrições rígidas. Com orientações flexíveis, você dirige seu estudo, mas deixa sua imaginação fluir” (CHARMAZ, 2006, p. 15).

A consciência dos pesquisadores sobre um relativismo na prática científica promove a reflexividade sobre como construir as suas ações e sobre o que considerar como prioridade no processo investigativo. No presente artigo, por exemplo, adjudicou-se como relevante “[...] as opiniões e as vozes dos sujeitos da pesquisa como parte integrante da análise [...]” (CHARMAZ, 2008, p. 402) realizada por codificações.

A codificação nessa metodologia “[...] é o elo fundamental entre a coleta de dados e o desenvolvimento de uma teoria emergente para explicar esses dados” (CHARMAZ, 2006, p. 46), ou seja, há uma busca por códigos que podem revelar o modo como foram selecionados, separados e classificados os dados.

Na proposta de Charmaz (2006, p. 46) para a TFC são indicadas no mínimo duas principais codificações: a inicial e a focalizada. A codificação inicial envolve um estudo rigoroso de fragmentação dos dados. Busca-se reconhecer os termos narrativos dos sujeitos da pesquisa analisando-se “palavra por palavra” – etapa que auxilia o pesquisador a ver o que é conhecido sob uma nova perspectiva –, “linha a linha” ou “incidente por incidente” que contribui para o descobrimento de padrões e contrastes a partir da identificação de propriedades e dimensões do fenômeno. Em outros termos, a codificação inicial implica em transcrever todo o material coletado, frases analisadas e selecionar as palavras-chave. Já a codificação focalizada é mais seletiva e utiliza os códigos iniciais mais significativos ou frequentes para classificar, sintetizar, integrar e organizar a quantidade total de informações, dos dados. Essa codificação exige tomada de decisão sobre quais dados permitem uma compreensão analítica melhor para categorizar os outros dados de modo pleno. De outra forma, nessa etapa se definem quais dados têm a potencialidade de se coadunar com outros formando, assim, uma categoria (CHARMAZ, 2006, p. 47-60).

A lógica da codificação da teoria fundamentada [qualitativa] difere da lógica quantitativa que aplica categorias ou códigos preconcebidos aos dados. [...] Os códigos [nessa proposta metodológica] emergem a medida que você examina seus dados e define significados dentro dele. (CHARMAZ, 2006, p. 46)

Por fim é realizada a “redação do manuscrito”, onde o pesquisador elabora argumentos para persuadir o leitor das suas interpretações e conclusões. Nesse momento são esclarecidas as ideias, realizadas comparações intrigantes, criam-se discursos que intencionam provocar discussões teóricas e tecem-se contribuições relevantes da pesquisa (CHARMAZ, 2006, p. 151).

5.3 Análise e discussão preliminar de parte dos resultados da intervenção

Os dados analisados a seguir referem-se apenas às respostas dissertativas das questões 1 (Q1) e 2 (Q2), recortadas de duas, entre três, avaliações propostas aos estudantes. A amostra, para a discussão dos resultados, foi constituída pelos 16 alunos que cursaram a disciplina ECF.

Na questão 1 (Q1) a análise, a partir da codificação inicial, concentrou-se nos argumentos críticos dos alunos acerca de como a HQ [parte 1 e 2] viabiliza (ou não) debates entre os aspectos da ndc correspondentes a não neutralidade da observação, bem como na produção do conhecimento, e o papel do experimento no empreendimento científico, mediante a subsequente análise da pintura de William Blake e das de Joseph Wright, isto é, utilizando da arte e da história e filosofia da ciência. Também se verificou contrapontos das análises realizadas pelos sujeitos da pesquisa sobre o módulo de ensino; apontamentos e aspectos profícuos e, sobretudo, sugestões pertinentes para o mesmo foram levantadas. Na questão 2 (Q2), buscou-se analisar se o módulo de ensino, precipuamente a HQ [parte 1 e 2] e os textos a ela relacionados, a partir de sua inserção em sala de aula, proporcionou discussões e debates acerca das possibilidades de se pensar a ciência, bem como outros campos do saber, sob novas perspectivas, objetivando, com isso, refletir sobre o desenvolvimento de uma prática pedagógica e científica mais diversificada por parte dos futuros professores e cientistas.

Após o estabelecimento de alguns objetivos analíticos realizados por meio da codificação inicial, dá-se início à codificação focalizada para utilizar os códigos – do processo anterior – mais significativos e/ou frequentes para analisar minuciosamente grandes agregados de dados (CHARMAZ, 2006), agrupá-los e categorizá-los em prol de “escrever o resultado através de declarações concisas, coerentes que ofereçam uma explicação dos fenômenos estudados” (MASSONI, 2013, p. 15). Ou seja, “responder à pergunta de pesquisa instigante proposta inicialmente” (MASSONI, 2013, p. 16) que, nesta investigação, a saber, é: Que contribuições educacionais a história em quadrinhos (HQ), da série “*Imaginarium*”, no âmbito de um módulo de ensino e a partir de um exercício particular de pensamento e argumentação entre certos aspectos da natureza da ciência (ndc) e um conjunto de pinturas, pode propiciar ao contexto da formação de professores e de bacharéis em física?

A apresentação da análise e dos resultados preliminares é discutida em três momentos. Inicialmente, o foco da análise se atém as respostas dos alunos na Q1. Nesta etapa discutem-se os itens I. (i) e II da Q1, referentes à primeira parte da história em quadrinhos “As pinceladas anti-newtonianas de William Blake” [parte 1], e os itens I. (ii) e II da Q1, da segunda parte da HQ “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*” [parte 2]. Na sequência, analisa-se o alcance do módulo de ensino (suas contribuições) de acordo com as respostas dadas na Q2.

5.3.1 Narrando as pinceladas: análise e discussão preliminar da Questão 1

5.3.1.1 A Q1: “As pinceladas anti-newtonianas de William Blake” [parte 1]

No que se refere ao item I. (i) da Q1, nota-se que E1 deixa implícita a questão da não neutralidade na produção científica. Utiliza como palco de discussão a história e abstém o estrelismo da arte que também compõem esse espetáculo. E3, E4 e E9, que também excluem o cenário artístico, explicitam acerca da relevância de se compreender a inexistência da neutralidade da observação, bem como no desenvolvimento científico.

E2, por outro lado, discorre sobre a não neutralidade na produção do conhecimento científico utilizando a arte como cenário para a discussão e a história como parte inerente a esse processo. Contudo, não

há menção acerca do papel da arte e de quais elementos de sua constituição se faz uso para o desenvolvimento da conjectura. Assim como E2; E5, E6 e E12 mencionam sucintamente as esferas da arte e da história e filosofia da ciência em seus argumentos.

Também se destacam tentativas de exemplificação de alguns aspectos das intersecções entre arte e HFC nas pinturas de William Blake por parte de E8 e de E1. Como quando E8, por exemplo, pondera que o contexto sociocultural – o da revolução industrial, do movimento romântico e etc. – vivido por Blake pode tê-lo levado a desenvolver concepções pouco positivas acerca das questões científicas da época, ao considerar a ciência como uma atividade isolada, individualista, objetiva e inexequível de subjetividades.

Verifica-se, ainda, que o discurso de E14 perpassa pelas esferas da arte e da história e filosofia da ciência, no entanto, não se debruça muito sobre as mesmas; traz sucintas elucidacões sobre as informações discutidas na parte 1 da HQ. O mesmo torna-se válido quanto à discussão sobre o aspecto da natureza da ciência relativo a não neutralidade da observação, bem como da construção do conhecimento científico; há somente uma singela lembrança, sem descrições de suas características ou de como se deu o desenrolar de tal conclusão à vista de Blake.

E15 realiza uma consideração geral da relação entre arte e ciência – presente na obra de Blake – e de sua relevância para a compreensão da produção de um conhecimento não neutro. Por outro lado, na fala de E10, pode-se observar que a discussão do aspecto da natureza da ciência relativa a não neutralidade da observação, bem como da construção do conhecimento científico, por meio da pintura “*Newton*”, ocorre de maneira implícita.

Em contraponto com a fala de E10, E13 menciona explicitamente sobre o aspecto da ndc e apresenta um posicionamento pontual acerca do mesmo, embora não disponibilize espaço para o debate envolvendo a arte. Ainda no comentário de E13, verifica-se que o conhecimento científico é influenciado pelo contexto ao qual é inserido, seja ele social, econômico, político, histórico, cultural e etc., em outras palavras, ele não é neutro.

Por fim, averiguou-se que E7 não esboçou no referido item considerações específicas sobre o aspecto da natureza da ciência correspondente a não neutralidade da observação, bem como da construção do conhecimento científico, nem sobre as intersecções entre arte e história e filosofia da ciência. Observou-se, ainda, que E16

limitou-se a fazer resumos do texto relacionado à parte 1 da HQ e, assim, não respondeu ao que foi solicitado na questão.

De todo o modo, é perante o uso da codificação focalizada que se reagrupam as informações – até então, fragmentadas durante esse processo inicial – em categorias para se obter uma maior coerência da análise dos dados (CHARMAZ, 2006). Sendo assim, apresentam-se – nos quadros 1, 2 e 3 – três categorias, as quais foram construídas e interpretadas a partir da relação da pesquisadora com os dados. A exposição de cada quadro é seguida por uma reflexão sucinta e geral da categoria e dos códigos selecionados.

Quadro 1 – Da não neutralidade na observação científica.

Amostra	Códigos	Categoria 1
E1	Aprofunda-se [...] nas raízes históricas do quadro “Newton” e dos porquês de Blake tê-lo representado da maneira que o fez; citando como razão, o fato do período vivido pelo pintor inglês ter sido marcado pela industrialização e pelo iluminismo.	<p>Não existe observação neutra, ela é influenciada pelo contexto externo e interno do observador; o estudo da história pode evidenciar tal afirmação. Não é atribuída à arte relevância; o contexto artístico e cultural é desvinculado dos acontecimentos históricos e das discussões.</p>
E3	[...] o diálogo dos personagens nos faz entender o que é uma observação não neutra e como é impossível obtê-la. Cita o exemplo da pintura de Blake descrevendo seu contexto e suas percepções na época da pintura e como o influenciou na elaboração da obra.	
E4	Além de trazer visões deformadas de ciência o quadro “Newton” de [...] Blake deve ser analisado com cuidado pois [...] envolve a interpretação individual do observado[r] [...].	
E9	[...] [o] tópico da não neutralidade nas observações científicas faz uma abordagem [...] ao contexto histórico ao citar [...] os eventos sociais, econômicos e como foram influenciados pela filosofia predominante no período.	
E10	[...] analisar a arte de William Blake, em especial a tela “Newton”, para perceber as suas concepções sobre filosofia da ciência e as indagar [...]. A	

	história [é usada] [...] para ambientar o leitor do contexto pessoal e histórico em que o autor do quadro viveu, explicando assim de onde vem essa visão tão negativa que ele tinha da ciência.	
E13	[...] a HQ deixa de lado [...] a não-neutralidade da observação, visto que é uma maneira de interpretação da pintura de Blake, sendo que cada observador pode tirar suas conclusões.[...] Entendo que o objetivo era tratar da visão da natureza da ciência que o autor da obra tinha, para então discutir de um ponto de vista mais construtivo, vê-la como um empreendimento humano, algo que não é construído individualmente.	

A partir das interpretações das respostas desses sujeitos, pode-se levantar a seguinte consideração: os estudantes percebem, com base no caso de Blake, que não há neutralidade na observação e embasam suas conjecturas por meio do estudo da história que mostra que a produção do conhecimento não ocorre de modo neutro. Por outro lado, não atribuem relevância à arte em suas discussões; uma vez que não se menciona o contexto artístico e cultural – como o romantismo, por exemplo, um movimento artístico, político e filosófico –, em que estava inserido o pintor, nem se identifica argumentos acerca de que modo esse cenário poderia ter exercido influência na maneira como Blake retratou sua pintura. De qualquer forma, estimava-se que o debate envolvendo o romantismo tornar-se-ia mais evidenciado nas falas dos alunos, precipuamente, por este movimento estar intrinsecamente relacionado à arte e por possibilitar uma ponte entre ela e a HFC ao mostrar-se como um fator que influenciou as concepções renegadas de Blake à ciência.

Sob essa perspectiva, verifica-se que a arte e a ciência, articuladas, podem auxiliar para a compreensão do mundo na qual é possível transformar continuamente a existência, pois “[...] como toda e qualquer realização humana, estão conectadas com as condições históricas de sua concretização” (ZANETIC, 2006, p. 48).

Quadro 2 – Da não neutralidade da produção do conhecimento científico e suas relações.

Amostra	Códigos	Categoria 2
E2	<p>A forma como a história foi apresentada deixa muito claro seu objetivo: discutir a [...] não neutralidade da ciência. Para isso, ela faz intersecções com a Arte, História e Filosofia.</p> <p>[...] é impossível que se construa um conhecimento sobre algo de maneira neutra.</p>	<p>Não há produção de conhecimento neutro; a arte e a história e filosofia da ciência exemplificam tal postulação.</p>
E5	<p>A interação entre arte e ciência nesta HQ se dá na presença da crítica de William Blake aos métodos e visões dos cientistas, em particular [a de] Newton. [...] o tópico da não neutralidade da ciência [...] surge a partir da observação de que “Newton” está isolado na pintura, apesar de que, na realidade, a produção do conhecimento científico se dá na presença de um grupo de pessoas, dos seus diálogos e dos seus contextos histórico[s].</p>	
E6	<p>A melhor parte do trabalho foi a incorporação dos conceitos e discussões relativas à natureza da ciência e à arte. Penso que a HQ consegue envolver o leitor e fazê-lo pensar sobre a não neutralidade de um observador e sobre a natureza da ciência.</p>	
E11	<p>A HQ incorpora diferentes elementos do conhecimento humano ao traçar um paralelo entre a arte [...] com a atividade científica. O enredo mostra a importância do contexto histórico-social e da subjetividade inerente à interpretação de um trabalho, elementos que unem o aspecto da física e da arte presentes. [...] A filosofia da ciência aparece na discussão sobre a visão individualista do cientista, que é colocada como ultrapassada pela posição moderna.</p>	
E12	<p>[...] a história apresenta com clareza o debate da não neutralidade da observação na arte, e atrela isso aos contextos sociais e históricos mostrando que esse fato não se</p>	

	aplica só na arte, mas no empreendimento científico também, e pode ser um belo convite a pensar mais tanto sobre as condições ao redor da ciência e da arte em diversos períodos históricos.	
E15	[...] uma análise artística, cultural e de visão científica sobre a obra “Newton” de William Blake. [...] uma boa defesa da integração do conhecimento em suas diversas áreas, demonstrando num exemplo prático, o quanto que estas se relacionam naturalmente e o quanto que por vezes uma área ajuda a revelar ou expressar determinados elementos relativos à outra área. Assim, uma tela não deve ser lida como um objeto concernente exclusivamente a arte, ou como uma expressão fortuita da subjetividade do pintor, mas sim como o produto de um trabalho social na qual contribuem tanto as características subjetivas do pintor e também seu contexto histórico e social.	

Com base no exposto no quadro 2, pode-se inferir que os alunos supracitados consideram a inexistência de uma neutralidade na produção do conhecimento, tendo em vista que ele é mediado por valores culturais, étnicos, sociais, econômicos, políticos, por subjetividades, especificidades, expectativas, por interesses e pelo contexto no qual é construído (HANSON, 1958; 1979). Os estudantes, ainda, fundamentam tal argumento ao mencionar a arte como cenário para a discussão do aspecto da natureza da ciência, correspondente a não neutralidade da observação científica, e a história como parte inerente a esse processo. À vista disso, a presente categoria, interpretada a partir da interação da pesquisadora com os dados, como sugere Charmaz (2006), possibilita, em parte, promover, nesses licenciandos e bacharelandos da área da física, uma aproximação entre as esferas da arte e da história e filosofia da ciência, mostrando que “[...] a arte pode se transformar numa linguagem apropriada para se representar um universo físico que não mais segue a lógica tradicional” (REIS; GUERRA; BRAGA, 2006, p. 81).

Quadro 3 – Da verificação da relação entre arte e história e filosofia da ciência.

Amostra	Códigos	Categoria 3
E8	A história [enredo] atinge êxito no que tange tanto fatores da filosofia da ciência, (principalmente relacionado ao tema principal “a não neutralidade na observação científica”), fatores artísticos (o guia explica para a garota as técnicas e elementos artísticos utilizados na obra e os motivos por trás do uso dos mesmos) e fatores históricos (o erudito também esclarece como a situação socioeconômica da época em que vivia Blake e sua bagagem cultural/acadêmica levaram o mesmo a ter tais fortes opiniões com relação ao meio científico da época).	A explicitação e exemplificação das intersecções entre arte e história e filosofia da ciência como forma de (re)aproximação entre essas esferas do saber.
E14	Após a protagonista decifrar por si mesma a não neutralidade de William Blake acerca do empreendimento científico, o leitor fica diante de um “final aberto” (i.e., como a protagonista voltará para casa?), fortemente sugerindo uma continuação a HQ, possivelmente abarcando novos ensinamentos sobre arte [...] (e.g., o romantismo de Blake abordado pela HQ), história e filosofia da ciência (e.g., o contexto social – Inglaterra do século XIX – como motivação a Blake para revoltar-se contra o materialismo científico iluminista).	

A partir da interpretação das respostas de E8 e de E14 destaca-se o seguinte achado: uma explicitação da intersecção entre as esferas da arte e história e filosofia da ciência e uma sucinta tentativa de exemplificá-las. A relação estabelecida por esses alunos, embora em menor número, encontra-se dentro do esperado da pesquisa, tendo em vista que essa discussão foi devidamente enfatizada ao longo da intervenção inicial.

Ademais, vale salientar que a proposta deste artigo de (re)aproximar arte e ciência, por meio de uma disciplina presente nos cursos de licenciatura e de bacharelado em física, não se pautou na questão de formar artistas e críticos de arte, mas sim na de mostrar, principalmente aos futuros cientistas, que o pensamento criativo da arte poderia contribuir para a solução de problemas em outras áreas do saber.

À vista disso, verifica-se que o repensar e operacionalizar mudanças na formação inicial de professores e pesquisadores torna-se indispensável, pois é dessa formação que sairão os agentes que poderão promover as transformações necessárias na educação (OLIVEIRA, 2016, p. 54).

Quanto ao item II da Q1, destacaram-se contrapontos das análises críticas realizadas pelos sujeitos da pesquisa sobre a parte 1 da HQ. Por exemplo, embora se tenha analisado nas redações das respostas dos estudantes que a história em quadrinhos [parte 1] apresenta um enredo moderno e coerente com a sociedade atual, a história de uma garota que, ao fazer uso de um aplicativo sobre “Viagem no tempo” e que é, inesperadamente, levada para algum lugar, talvez, inexistente da história, devido a um erro ou defeito na configuração do aplicativo; é considerada, segundo E1, E2, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13 e E15, insatisfatória, pouco elucidada e explorada. Isto devido ao enredo de “As pinceladas anti-newtonianas de William Blake” apresentar “[...] algumas questões que poderiam inquietar o leitor, tendo sido levantadas na própria história [...]” (E2).

O enredo da HQ é bastante criativo, porém, em minha opinião, este é o maior defeito da mesma. Desde o início, ele apresenta-se inconsistente, com possíveis lacunas e trechos não explicados, que mesmo considerando a liberdade artística do criador e o fato de que a história de fundo dos personagens não é o tema principal da HQ, são falhas que causam incômodo. (E8)

Embora se esteja ciente acerca de algumas incongruências no presente enredo, o fato de se prover pouca informação sobre o ocorrido e de se gerar, a partir dele, questionamentos (Como? E por quê?), é proposital e remonta a justificativa de que as “[...] invenções [são] criadas deliberadamente para produzir suspense ou provocar o espectador” (McCLOUD, 1995, p. 63). Isto, aliás, foi debatido junto aos alunos por meio da aula expositiva dialogada, na qual se discutiu, além da parte 1 da HQ, também, as teorias de quadrinhos (os conceitos e técnicas para a elaboração de HQs) segundo as visões de Eisner (2001) e McCloud (1995). A fala de E8 mostra que, em geral, os alunos sempre esperam que os textos tenham uma completude. Entretanto, a leitura não depende somente do texto, mas, também, do leitor e das condições em que se dá a leitura.

Já E3, por outro lado, menciona que:

A HQ faz alusão à Alice no país das maravilhas de Lewis Carroll, uma boa maneira de se viajar num mundo sem as regras intransponíveis da física e o rigor da manutenção das formas,

sem quebrar a sequência lógica dos fatos apresentados. Assim, personagens surreais podem ganhar vida e conversar sobre qualquer assunto, como no caso, artes e ciências. (E3)

Entretanto, como se considera relevante “[...] as opiniões e as vozes dos sujeitos da pesquisa [...]” (CHARMAZ, 2008, p. 402), há uma preocupação de se realizar ajustes e melhorias ao enredo da parte 1 da HQ, como aproximar a história do cotidiano dos alunos. À vista disso, tomam-se como possíveis melhorias as sugestões apontadas por alguns alunos a seguir.

E1, por exemplo, alude “[...] haver certo “desequilíbrio” entre texto e imagem, isto é, há muito texto e poucas ilustrações”. Acerca disso, Eisner (2001, p. 127) pondera que “não existe nenhuma proporção estabelecida de palavras por figura num veículo em que as próprias palavras (o letreiramento) fazem parte da forma. [...] A “ilustração” reforça (ou decora) uma passagem descritiva”. Em outras palavras, uma HQ não necessariamente se caracteriza, em boa parte, por conter mais “Q” do que “H”; um exemplo que torna esse argumento viável é a história em quadrinhos – especificadamente a décima terceira⁴⁷ – retirada do livro “Filósofos em Ação”, de Fred Van Lente e de Ryan Dunlavey, que conta um pouco da filosofia do francês René Descartes, sendo que da primeira até o início da segunda página não se tem nada além de texto. Contudo, de fato, isto é um ponto a ser melhorado na parte 1 da HQ. Para contornar este problema, E5, E6, E9 e E11 sugerem um aumento no número de páginas da HQ; sobre isso, E1 também conjectura: “Entendo que, no quadrinho, a cena que se passa é estática, somente os personagens conversando, mas acredito que a introdução de alguns poucos quadros a mais tornaria a leitura mais dinâmica, e propiciaria uma experiência melhor ao leitor”.

Outro aspecto negativo apontado foi que “[...] o modo de fala de cada um dos personagens é igual e o vocábulo se parece muito, deixando uma ambiguidade no protagonismo da fala em cada cena” (E3), “[...] uma vez que não são desenvolvidos elementos típicos como uma trama, um personagem se desenvolvendo, uma oposição a ser superada, etc.” (E15). Acerca disso, e em uma futura e nova intervenção, procurar-se-á trabalhar na dialogicidade e nas desavenças nas opiniões dos personagens, já que existem concepções e interesses distintos

⁴⁷ A história em quadrinhos sobre René Descartes encontra-se disponível em: <https://drive.google.com/file/d/0B_yr9d02yLK3dndiT0ltTy1UQ28/view>. Acesso em: 17 Out. 2017.

mesmo em personagens fictícios. Segundo E14, “[...] seria interessante valer-se de “balões [de diálogo] retangulares”, que se adêquem à frieza de um discurso objetivo e científico; que requer atenção plena do leitor, segundo o olhar de McCloud” ou, ainda, como apontado por E5 e E12, desenvolver um incremento de personalidade e história para os personagens.

E1 e E8 destacam, ainda, que a escolha da representação da figura do guia pode resultar em uma “[...] possível distração do leitor que pode acabar se interessando mais pelas características extravagantes não explicadas dos personagens [...] do que pelo tema a ser passado” (E8).

Um fator de impacto nas histórias em quadrinhos como forma de arte é inerente ao fato de que se trata de um veículo principalmente visual. O trabalho de arte domina a atenção inicial. Isso então induz o artista a concentrar as suas habilidades no estilo, na técnica e em recursos gráficos que têm como propósito deslumbrar o olhar. (EISNER, 2001, p. 123)

Com base no referido por Eisner (2001) e contrapondo com o exposto por E8, analisa-se “[...] que ela [parte 1 da HQ] consegue muito bem trazer de uma forma descontraída a ideia da não neutralidade do observador. O desenho simples e bem feito nos faz ter um foco maior nos textos que o[s] personagens estão falando” (E6). Assim, verificam-se alguns aspectos positivos, a saber: “[...] aliar ciência e arte, mostrando que existe um diálogo entre as duas” (E11); abordar a “[...] interdisciplinaridade [...]” (E7); “[...] as características artísticas da HQ (como design dos personagens, dos quadros, as onomatopeias, etc.) [...]” (E8); a “linguagem clara e objetiva; [a] boa conexão entre os quadros; [as] falas com referenciais teóricos; [as] discussões ricas e dinâmicas” (E13), dentre outros.

Vale ressaltar, ainda, a guisa de conclusão, que nem todos os alunos demonstraram interesse por essa parte do módulo de ensino, principalmente no que tange a presente HQ. Verifica-se isso na fala de E15:

[...] como pontos positivos vejo o conteúdo exposto que demonstra ser bastante racional e plausível, e como ponto negativo a própria escolha do formato de HQ que [...] em minha opinião [não mostrou] nenhuma vantagem significativa em relação a um texto dissertativo. (E15)

Entretanto, em outro trecho, anterior a esse comentário, a declaração de E15 torna-se inconsistente:

[...] avalio que o leitor fica tão bem informado sobre essa análise lendo essa HQ do que lendo um texto dissertativo com o mesmo assunto, com o bônus de o conteúdo aqui ser exposto como diálogo, o que torna as informações mais acessíveis, sem necessariamente rebaixar seu conteúdo. (E15)

Evidencia-se, a partir das fala de E15, que este aluno consegue abstrair e construir argumentos válidos acerca dos pros e contras desta primeira parte da HQ, mas não esboça interesse pela mesma ou pelo conteúdo inerente a ela.

5.3.1.2 A Q1: “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*” [parte 2]

A respeito do item I. (ii) da Q1, E1 exterioriza que a dimensão do papel atribuído aos experimentos nas telas de Joseph Wright – em *The orrery*⁴⁸, o modelo mecânico de um planetário, e em *The air pump*, uma bomba de ar e hemisférios de Magdeburgo – configura-se como um demonstrador e divulgador de fenômenos atrelados à ciência. E1, ainda, coloca que o estudo do contexto histórico, nesse caso, proporciona a visualização das influências artísticas e científicas sofridas por Wright e inseridas em suas pinturas.

Se por um lado se observa, em E1, uma taxativa tentativa de exemplificação de alguns aspectos das intersecções entre arte e história e filosofia da ciência nas pinturas, por outro lado, em E2, isto é pouco evidenciado. Neste caso, também, se nota que aos experimentos retratados nas obras do pintor, não se atribui nomes, funções ou significados. Entretanto, há indícios da consciência de que o papel do experimento é matéria complexa.

E3, E4, E6 e E15 também não discutem quais foram os experimentos e os papéis a eles relacionados nas duas pinturas. Fato, esse, que proporciona uma maior subjetividade às falas dos estudantes acerca da função atrelada aos experimentos mediante a subsequente análise das obras de Wright, já que há uma diversidade de experimentos

⁴⁸ Devido a fins práticos, a tela “*A philosopher giving that lecture on the orrery in which a lamp is put in place of the sun*” (Um filósofo dando uma aula no planetário na qual uma lâmpada é posta no lugar do Sol – 1766) será denominada “*The orrery*” e a obra “*An experiment on a bird in the air pump*” (Um experimento com um pássaro na bomba de ar – 1768) será nomeada por “*The air pump*”.

sendo elaborados para múltiplos propósitos no cenário do século XVIII. Também não são exploradas questões relativas à arte ou ao uso de alguns de seus conceitos e técnicas.

É notório, por outra via, a presença de trechos em E7, E8 e E11 que afirmam a relevância da arte nas discussões que envolvem a ciência. A questão do papel dos experimentos, para esses alunos, nas duas pinturas de Joseph Wright, atém-se ao deslumbrar do olhar daqueles imersos no contexto de cada cena acerca dos fenômenos intrínsecos à ciência. Além disso, um tratamento descritivo das esferas da arte e da história e filosofia da ciência se faz presente no comentário de E10. Contudo não fala sobre os experimentos representados nas obras de Wright e, tampouco, dos papéis atribuídos a eles.

E12 compartilha de uma percepção similar as de E7, E8 e E11 no que tange ao papel dos experimentos terem como objetivo a disseminação do conhecimento científico. Ele, ainda, parece interpretar a existência de pressupostos teóricos na realização dos experimentos nas telas de Wright e exemplifica tal postulação ao utilizar a presença dos estudiosos e de suas explicações à plateia seletiva. Este mesmo aluno, também, explora a dimensão do campo da arte para se discutir ciência; em vistas a contribuir para a formação de uma educação científica mais abrangente.

No caso de E13, há uma singela menção acerca da presença de uma discussão entre arte e história e filosofia da ciência na parte 2 da HQ, todavia, não demonstra explicitamente em quais momentos esses saberes são melhores enfocados. Quanto ao papel dos experimentos presentes nas pinturas de Joseph Wright, E13 faz uso das mesmas ponderações que E7, E8 e E11.

Já no discurso de E14 é indubitável a alegação de uma relação profícua entre as esferas da arte e HFC por meio da segunda parte da HQ, na condição de debate do aspecto da natureza da ciência equivalente ao papel dos experimentos nas obras “*The orrery*” e “*The air pump*” de Joseph Wright.

Quanto a E16, novamente, estima-se que o mesmo se circunscreve a expor trechos semelhantes do texto relacionado à parte 2 da HQ, não respondendo, assim, a questão. Embora tenha sanado dúvidas com a pesquisadora ao longo da disciplina, este estudante mostrou dificuldade para desenvolver ou expor suas próprias considerações acerca do módulo de ensino.

Ademais, dentre os 16 alunos, dois – E9 e E5 – esquivaram-se do assunto, não respondendo, também, a questão. Apesar disso, algo curioso foi que embora não se tenha sido solicitado aos alunos que

discorressem sobre a física, alguns concederam destaque a ela ao arguir que por meio dos experimentos do planetário mecânico, da bomba de vácuo e dos hemisférios de Magdeburgo, poder-se-ia, por exemplo, entender eclipses, fases lunares, movimento dos planetas e outros aspectos relacionados à astronomia, bem como discutir temas como o estudo do vácuo, das pressões dos gases, mecânica de fluidos e etc..

Sendo assim, e com base nesses dados, é perante o uso da codificação focalizada que se apresentam os quadros 4, 5 e 6 com intuito de se obter uma maior compreensão da análise realizada referente à parte 2 da HQ.

Quadro 4 – Ao papel dos experimentos nas pinturas de Wright e suas conexões.

Amostra	Códigos	Categoria 4
E1	<p>[...] o contexto histórico, social, político e econômico inspiraram seu trabalho [as duas pinturas de Joseph Wright].</p> <p>[...] fortalecido [...] pelas estreitas relações que este artista mantinha com estudiosos e pesquisadores [...] da “Sociedade Lunar” – um grupo da elite dominante que se reunia com o intuito de divulgar a discutir ciência entre seus membros.</p> <p>[...] evidenciado em suas pinturas, quando em ambos quadros nota-se um cientista que apresenta seu experimento para um público seletivo.</p> <p>[...] um elemento em comum entre as obras estudadas é o jogo de sombras e de luz [<i>Chiaroscuro</i>] [...].</p>	<p>Alusão às intersecções entre as esferas da arte e história e filosofia da ciência com o desígnio de atribuir aos experimentos presentes nas telas “<i>The orrery</i>” e “<i>The air pump</i>” de Joseph Wright o papel de demonstrar e difundir fenômenos relativos à ciência.</p>
E7	<p>A intersecção entre as áreas fica clara quando a contextualização é feita [...]. Os detalhes, bem como o jogo de luz que o pintor faz, mostra seu apreço [pela ciência], bem como o papel de destaque que o cientista recebe nas duas pinturas.</p> <p>[...] A[s] crianças estão encantadas no “<i>The orrery</i>” e as pessoas cercam o cientista com o experimento no “<i>The air pump</i>”.</p>	
E8	<p>Quanto à arte, são explicadas ao leitor as técnicas utilizadas pelo artista para expressar suas opiniões, entre estas</p>	

	<p>podem ser citadas as expressões faciais dos observadores dos experimentos presentes nas telas em questão, as mesmas demonstram a sensibilidade humana e o fascínio pela ciência.</p> <p>[...] também [...] provém diversos fatores históricos relacionados ao artista e às obras em questão.</p> <p>[...] quanto à filosofia da ciência, podemos citar fatores como a apresentação da ciência como construção humana demonstrado pela coletividade no empreendimento científico e em como as demonstrações experimentais são uma grande tradição na história da ciência.</p>	
E11	<p>[...] pode-se ver que existia um intercâmbio entre os artistas e estudiosos [...]. Os aspectos históricos foram inseridos, não apenas na biografia do pintor mas incluindo o contexto social no qual ele viveu [...].</p> <p>[...] sobre filosofia da ciência, discutiu-se a questão do trabalho científico [...] [,] disseminando o conhecimento para a população.</p>	
E13	<p>[...] [é] possível através da[s] pinturas[s] uma análise do papel do experimento no empreendimento científico. A HQ deixa de maneira evidente as discussões relativas à física, à arte, à história e filosofia da ciência, pois através da análise de duas obras do famoso pintor Joseph Wright, podemos perceber como [foi] o desenvolvimento da física na época, o uso das bombas de vácuo, os experimentos feitos para demonstrações públicas, ou para um grupo reduzido de pessoas. Tudo isso em contraste a discussões filosóficas e éticas à respeito de alguns experimentos.</p>	
E12	<p>[...] de forma similar ao primeiro [quadro, o segundo] [...] também é o desenho de um experimento científico realizado para um público [...].</p>	

	<p>[...] a principal discussão gira em torno do papel do experimento científico na ciência e na divulgação científica, além do impacto na sociedade, inspirado pelo papel que o empreendimento científico tinha na [...] própria vida [de Wright].</p> <p>[...] a HQ trás a questão da influência da arte na educação científica, é possível usar os quadros para entendermos a percepção de ciência de Wright, e nela debater os pontos corretos – como a não neutralidade da observação – e também os pontos polêmicos – o resultado das experiências como neutros [sem pressupostos teóricos] – e assim criar um debate interativo que pode gerar muito mais interesse do que se o mesmo fosse feito sem o diálogo com a arte.</p>	
E14	<p>[...] quando fala-se de história e filosofia da ciência, [a HQ parte 2] nos apresenta Joseph Wrigth como um aficionado pela ciência e tecnologia na era da Iluminação; quando fala em arte, nos evidencia o <i>chiaroscuro</i> de Wright e a capacidade técnica de tornar a atenção e interpretação do observador aos pontos luminosos da obra; e quando fala em física, nos é mostrado o planetário, a bomba de vácuo e os hemisférios de Magdeburgo. Entretanto, cada tópico parece ser introduzido de modo a comentar o aspecto central das obras de Wright: o experimento científico, que aqui supera o papel argumentativo, de convencimento dos pares, mas adquire também um papel de entretenimento, de apresentação aos estudiosos assim como os leigos.</p>	

A partir das interpretações das respostas, pode-se levantar o seguinte achado: esses alunos tecem ligações explícitas e, por vezes, implícitas entre os distintos campos do conhecimento (arte e HFC) e mostram como algumas questões são pertinentes às diversas áreas em um mesmo contexto. Eles, ainda, percebem que o conhecimento

científico, bem como os experimentos, é construído histórico e culturalmente, abrangendo, assim, as mudanças trazidas pela arte, filosofia e ciência. Isto, aliás, proporciona, em parte, aos alunos (re)pensarem que “[...] as certezas que foram aprendidas no passado é uma forma de reaprender e de perceber que tudo pode ser questionado e pensado de outra forma” (BRAGA; GUERRA; REIS, 2012, p. 225).

Quadro 5 – À lembrança do experimento científico e da relação entre arte e HFC.

Amostra	Códigos	Categoria 5
E2	[...] elementos nas obras de Joseph Wright [...] possibilitam estabelecer relações entre física, arte, história e filosofia. [...] As mudanças políticas, sociais, econômicas e culturais que ocorreram durante o Iluminismo contribuíram para uma transformação da visão de mundo, que foi fruto da disseminação das ideias de diversos filósofos [...]. A ciência, e a física em particular, foram influenciadas fortemente por essa nova visão de mundo, passando a valorizar significativamente o experimento, independente do papel que assumisse. A arte não ficou alheia à toda essa revolução, também evidenciando essa nova forma de se posicionar diante do mundo.	A quase inexistência da explicação do conceito “experimento” nas obras de Joseph Wright e da intersecção entre arte e HFC.
E3	[...] a arte da pintura retrata o experimento da época. Além do quadro, são mostrados os costumes, filosofias e tecnologias da época da pintura. A própria HQ fornece uma boa introdução tanto na disciplina de física como na de história. É possível migrar da pintura e abordar os conteúdos como sistemas solares, pressão atmosférica, luz [e etc.] [...].	
E4	Na física por exemplo, pode discutir o papel da experimentação [...]. A história e a arte são ainda mais notadas na discussão incorporada pela HQ onde “as pinceladas” e o nome “Joseph Wright”	

	no título são bem sugestíveis.	
E10	<p>[...] o guia conta ao professor sobre o período histórico em que viveu Joseph Wright [...].</p> <p>[...] a [...] filosofia da ciência [...] destaca vários pontos como; [...] o observador que segura um relógio firmemente em suas mãos e parece indiferente ao que acontece a sua volta, que passa a ideia equivocada de observação neutra; o pássaro dentro da campânula prestes a ser sacrificado em prol da ciência, que incorpora não só discussões sobre a filosofia da ciência como discussões de cunho moral. As discussões sobre arte podem ser instigadas o tempo todo, [...] em alguns pontos são feitas discussões dos elementos junto com a técnica claro-escuro [...]” . “[...] embora os experimentos realizados pareçam ser do ramo da ciência hoje intitulado como física, não aconteceram discussões diretas sobre a física propriamente dita, mas se quisermos podemos discutir sobre física, simplesmente ao ver um planetário ou uma bomba de ar.</p>	

Com base nas interpretações dos dados do quadro 5, pode-se considerar o seguinte achado: no que tange os conteúdos de arte e de HFC, em específico o aspecto da natureza da ciência correspondente ao papel dos experimentos nas telas de Joseph Wright, esses alunos mostraram compreender a temática envolvida, mas não se detiveram a fornecer maiores esclarecimentos sobre o foco.

Ao refletirem sobre o significado dos experimentos na construção do conhecimento científico, os alunos consideraram a prática experimental como ferramenta de transformação da realidade, impregnada de teoria, sendo que esta última, também, se encontra carregada pelas práticas experimentais e fundamentalmente pelos artefatos (HACKING, 1983).

Braga, Guerra e Reis (2012, p. 225), ainda, ponderam que:

A visão complexa preconiza perceber a ciência não como uma atividade simples, em que somente

fatores lógicos ou racionais devam ser considerados. A visão complexa quebra com esses mitos, que, normalmente, são simplórios e não consideram décadas de recentes discussões acerca da construção do conhecimento científico.

Quadro 6 – À ausência do experimento e de alguns elementos.

Amostra	Códigos	Categoria 6
E6	<p>[...] uma relação entre arte e ciência nas obras [...]</p> <p>[...] [a] história deixa claro que o pintor tinha um enorme fascínio por ciência e, conhecia alguns integrantes da “Sociedade Lunar” [...]. Diferente de William Blake, Joseph Wright entende que a ciência não se desenvolve por mérito de apenas uma pessoa isolada e incomunicável. O pintor entendia a importância da divulgação e do debate do conhecimento. É fazendo essa relação entre os dois pintores, que ao meu ver, a HQ consegue proporcionar ao leitor um interessante debate sobre filosofia da ciência.</p>	<p>A não menção dos experimentos científicos existentes nas pinturas de Wright e outros aspectos ...</p>
E15	<p>[...] a HQ incorpora muito bem as discussões relativas à física, arte história e filosofia da ciência.</p> <p>[...] devo dizer que, quando entramos no mérito do conteúdo, há elementos que me causam desconforto. [...] sinto que algumas conclusões são enunciadas de forma mais contundente do que há elementos dando base para tanto. Todas as afirmações são razoáveis, plausíveis e prováveis, mas nem todas são inferências lógicas necessárias das informações disponíveis.</p>	

A partir das interpretações das respostas de ambos os sujeitos da pesquisa, pode-se avaliar que E6 e E15, quando solicitados para que discursassem sobre o aspecto da natureza da ciência equivalente ao papel dos experimentos nas obras de Joseph Wright, utilizando como cenário a arte e história e filosofia da ciência, limitam-se a responder

parcialmente o item II da questão 1. Isto, aliás, não equivale dizer que E6 e E15 tenham apresentado dificuldade em identificar os experimentos ou de discorrer sobre os mesmos nas pinturas, dado que esses alunos conseguiram externalizar algumas informações, mostrando, em parte, que os novos conhecimentos podem ter sido internalizados de maneira substantiva e não-arbitrária⁴⁹ (MOREIRA, 2010, p. 3). De qualquer modo, diversas variáveis podem estar intrincadas a esse processo analítico, dentre elas: as concepções teóricas e as subjetividades dos alunos na realização desta atividade, as quais fornecem, a partir dos dados, indicativos de que não há prática neutra. É, pontualmente, nesse sentido que E15 tece considerações a respeito do conteúdo da parte 2 da HQ. Para ele, e diferentemente das informações trazidas a respeito de William Blake na parte 1 da HQ – em que se pode induzir objetivamente a sua aversão às questões científicas e tecnológicas do século XVIII mediante a subsequente análise de seus poemas e, posteriormente, de sua pintura –, as telas de Joseph Wright são passíveis de interpretações mais divergentes.

Conjectura-se, acerca do exposto por E15, e também das considerações de E1, E2, E6, E7 e E13 sobre “[...] a interpretação de obras em geral [ser] quase que singular, dependente e única de cada pessoa” (E1), que o uso de representações imagéticas, à luz do viés epistemológico relativístico de Feyerabend (2010) e das concepções de observação e interpretação propostas por Hanson (1958, 1979), pode propiciar o estabelecimento de novas formas de pensar e ver mundos paralelos que coabitam e se alimentam reciprocamente. Esse exercício imagético e de múltiplos olhares pode trazer, ainda, contribuições significativas para a sala de aula. Ao reconhecer a limitação de toda e qualquer regra, método, ao valorizar as circunstâncias e, primordialmente, todas as formas de conhecimento, ao respeitar o que se vê, o que se fala e o que se sente, e ao conviver com divergências e distintos posicionamentos, pode-se criar um ambiente mais propício para a formação de cidadãos críticos, ativos, flexíveis, sujeitos a mudanças, e em maior sintonia com questões científicas e culturais. Neste ponto, esses alunos atingem êxito.

⁴⁹ “Substantiva quer dizer não ao pé-da-letra, não-literal; não-arbitrária indica que um novo conhecimento adquire significado não por interagir arbitrariamente com qualquer conhecimento prévio, mas sim com algum conhecimento em particular” (MOREIRA, 2010, p. 3).

Quanto ao item II da Q1, destacaram-se contrapontos das análises críticas realizadas pelos sujeitos da pesquisa sobre a parte 2 da HQ. O enredo, neste caso, obteve maior aprovação por parte dos alunos (E1, E2, E3, E4, E6, E7, E8, E10, E11, E12, E13, E14), justamente, por tratar da “[...] conexão com a sala de aula, pois já no início temos um professor preocupado com sua *práxis* pedagógica, o que já leva o leitor a um entendimento da relação de arte e ciência como sendo o objetivo de ensino nas escolas” (E13).

É uma trama envolvente, considerando o público-alvo da HQ [...] estudantes dos cursos de física e, portanto, futuros professores que potencialmente refletirão sobre o mesmo dilema [...]. (E14)

Assim, em comparação com a parte 1 da HQ, na parte 2 verifica-se que “[...] o enredo está muito melhor. As transições são mais suaves e fazem mais sentido” (E7). Segundo o comentário de E10 “[...] a viagem fantasiosa para um lugar desconhecido [...] existente na história tem uma justificativa para acontecer [...]”.

Contudo, contrapondo com as percepções levantadas, E9 considera que em “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*” o “início [é] abrupto, com apresentação imediata do questionamento que conduzirá toda a história” (E9). Da mesma forma, observa que “a inserção de um evento prévio auxiliaria o leitor compreender a importância e o contexto do assunto que será abordado nos quadrinhos” (E9).

Haja vista que a pretensão do enredo da parte 2, bem como da parte 1, da HQ seja a de que o leitor descubra por si só (*per se*) o que se sucederá na trama, ao fazer uso de sua imaginação para preencher as “lacunas”, E12 considera que “[...] sem necessitar de nenhuma exposição óbvia, as interações [do professor] com o aluno no início e a primeira interação com o guia são excelentes para dar informações sobre o protagonista sem esforço e de forma orgânica com a narrativa”.

Quanto ao aspecto positivo desta parte da HQ, destaca-se a componente visual (E1, E2, E4, E6, E7, E8, E10, E15), “[...] que [...] é capaz de encantar por sua arte sem tirar o foco daquilo que realmente importa, o enredo e a mensagem científica que o mesmo tem por objetivo trazer ao seu público alvo” (E8). “A utilização das obras ora como fundo, ora para evidenciar os aspectos que estão sendo discutidos no diálogo foi uma forma inteligente de conduzir o leitor a observá-las mais atentamente” (E2).

A HQ, portanto, consegue capturar e amalgamar as ideias centrais de Wright e suas obras, extraindo e acrescentando

interessantes considerações à evolução dos conceitos de experimentação na história da física. (E14).

Propõe discussão multidisciplinar [...]. É um objeto de estudo diferenciado. HQs podem atrair mais a atenção do aluno [...]. (E11)

No que refere ao aspecto negativo, evidencia-se “[...] a grande extensão de algumas falas” (E2) “[...] que [...] poderia ter sido dividida em mais páginas” (E8). E7, E9 e E11 desenvolveram argumentos e sugestões semelhantes a E2 e E8, em vista de um melhor aproveitamento da segunda parte da HQ, bem como da primeira. Acerca disso, ressalta-se que devido ao fato das histórias envolverem uma temática em que é indispensável o uso de palavras, dado a complexidade de conteúdos inerentes a ela, uma narrativa gráfica com uma extensão menor de texto dificilmente atingiria seu objetivo de expor a gama de saberes propostos no trabalho. Todavia, dado a relevância dos argumentos e sugestões dos alunos, é possível pensar em algo que leve em conta, ao menos, parte das ponderações feitas por estes alunos.

5.3.2 Narrando a história: análise preliminar da Questão2

À vista desse contexto, analisa-se, então, a Q2 acerca de se a “A HQ [parte 1 e 2] e os textos relacionados a ela, isto é, o módulo de ensino, condicionam os futuros professores e pesquisadores a pensarem no desenvolvimento de uma prática pedagógica e científica mais diversificada”.

Houve consenso nas respostas dos estudantes de que o módulo de ensino, a partir de sua inserção em sala de aula, proporciona discussões e debates sobre as possibilidades de se pensar a ciência, bem como outros campos do saber, sob novas perspectivas e de se refletir sobre o desenvolvimento de uma prática pedagógica e científica mais diversificada. Assim, “[...] uma vez iniciada a *práxis* diversificada, é mais difícil cessá-la a continuá-la” (E14).

Não obstante, E15 se posiciona crítica e ativamente:

[...] acho importante destacar que a diversificação da prática científica e pedagógica demanda mais do que esses trabalhos conseguem abordar. Vimos muito bem que a ciência é uma atividade coletiva, influenciada pela sociedade, então para mudá-la, a conclusão lógica é que o esforço deve vir do coletivo. [...] Evidentemente as considerações que faço aqui já começam a extrapolar o escopo da disciplina, mas acredito que a organização política programática dos cientistas, educadores e demais

profissionais seja pauta fundamental na formação dos acadêmicos se quisermos realmente mudar algumas estruturas. (E15)

A partir da análise dos dados oriundos da Q2 foi possível, ainda, identificar algumas contribuições educacionais do módulo de ensino para a formação dos sujeitos da pesquisa, a título de exemplo, evidenciam-se algumas das falas:

Com o auxílio desse material, consigo entender que buscar a relação da física com outras disciplinas muitas vezes pode se tornar uma tarefa de surpreendentes descobertas. Não só sobre a história em si, mas descobertas de ferramentas para o ensino de física. (E6)

O conjunto inspira [...] a mesclar diferentes áreas do conhecimento [...]. (E11)

[...] quando lemos essas histórias em quadrinhos como as apresentadas na disciplina, lembramos que a ciência é parte da cultura humana e conhecer suas características amplia a nossa própria visão de mundo, nos tornando capaz de estabelecer relações mais complexas, constatando que diferentes pontos de vista contribuem para a construção e explicação da ciência, da tecnologia, da sociedade e do ambiente. [...] As histórias em quadrinhos apresentadas não só mostram que há recurso, como nos incitam a criá-los para propiciar aos nossos alunos uma experiência mais rica e ampla. (E2)

[...] observei que se pode ensinar ciência com um cunho social mais emocionante, ligando história, artes e ciência [...]. (E16)

Os achados destacados, nesta subseção, fornecem indicativos de que o resultado preliminar se aproximou do objetivo do trabalho, respondendo, em parte, ao problema de pesquisa, aludido anteriormente, o qual se intitula: Que contribuições educacionais a história em quadrinhos (HQ), da série “*Imaginarium*”, frente a um módulo de ensino e a partir de um exercício particular de pensamento e argumentação entre certos aspectos da natureza da ciência (ndc) e um conjunto de pinturas, pode propiciar ao contexto da formação de professores e de bacharéis em física?

5.4 Algumas considerações finais

As análises apresentadas, aqui, foram interpretadas de acordo com a teoria fundamentada construtivista de Charmaz (2006) e fazem alusão a resultados prévios do material selecionado; duas questões propostas aos alunos em avaliações da disciplina ECF. A partir delas,

evidencia-se, em parte, a contribuição da HQ [parte 1 e 2], a partir do módulo de ensino “Desbravando os sete mares! Ops, ... Desbravando três pinturas através de uma história em quadrinhos: possíveis relações entre arte e história e filosofia da ciência”, para a formação de professores e bacharéis em física, o qual propõe debates entre os aspectos da natureza da ciência correspondentes a não neutralidade na observação, bem como na construção do conhecimento, e ao papel dos experimentos no empreendimento científico (GIL PÉREZ *et al.*, 2001, p.129-143), mediante a subsequente análise de um pequeno conjunto de pinturas do século XVIII relativas à ciência, as quais envolvem a obra “*Newton*” de William Blake e as telas “*A philosopher giving that lecture on the orrery in which a lamp is put in place of the Sun*” e “*An experiment on a bird in the air pump*” de Joseph Wright.

O uso da codificação (CHARMAZ, 2006) permitiu que os dados fossem reagrupados e classificados, resultando, então, nos seguintes achados em relação à visão dos alunos:

- i. Não existe observação neutra, ela é influenciada pelo contexto externo e interno do observador; o estudo da história pode evidenciar tal afirmação. Não é atribuída à arte relevância; o contexto artístico e cultural é desvinculado dos acontecimentos históricos e das discussões;
- ii. Não há produção de conhecimento neutro; a arte e a história e filosofia da ciência exemplificam tal postulação;
- iii. A explicitação e exemplificação das intersecções entre arte e história e filosofia da ciência como forma de (re)aproximação entre essas esferas do saber;
- iv. Alusão às intersecções entre as esferas da arte e história e filosofia da ciência com o desígnio de atribuir aos experimentos presentes nas telas “*The orrery*” e “*The air pump*” de Joseph Wright o papel de demonstrar e difundir fenômenos relativos à ciência;
- v. A quase inexistência da explicação do conceito “experimento” nas obras de Joseph Wright e da intersecção entre arte e HFC;
- vi. A não menção dos experimentos científicos existentes nas pinturas de Wright e outros aspectos

À vista dessas informações, conjectura-se que, embora o módulo possa ter fornecido subsídios para o pensar plural e diversificado, os sujeitos da pesquisa se mostraram relutantes frente ao desenvolver da atividade e com dificuldade em relacionar arte e HFC, bem como os dois aspectos da ndc por meio das pinturas de William Blake e de Joseph Wright.

Alguns diagnósticos para tal comportamento são pensados: (1) a causa pode estar atrelada a uma falha nas características procedimentais da implementação do módulo de ensino, isto é, ao invés de se ter requisitado aos alunos que realizassem a leitura somente da HQ [parte 1 e 2], poderia ter sido sugerido que iniciassem a leitura pelo texto relacionado a cada parte da HQ e, posteriormente, lessem a história em quadrinhos, já que, ao longo desse trabalho, passou-se a considerar esses dois tipos de materiais como complementares e indispensáveis para a compreensão de um todo mais abrangente denominado módulo de ensino. Contudo, como a hipótese era verificar em que medida a HQ [parte 1 e 2] poderia contribuir educacionalmente para a formação de futuros professores e cientistas, os textos relacionados à história em quadrinhos foram desconsiderados desse processo. Os resultados mostraram, a partir disso, que se superdimensionou o papel da HQ no sentido de trabalhar com multiplicidades de conhecimentos e de construções que se esperaria a partir da sua leitura. Sendo assim, em uma nova intervenção, todos os componentes do módulo deverão ser, devidamente, considerados. Entretanto, cabe a ressalva de que, como o cerne do trabalho envolve a HQ, os holofotes permanecerão, ainda, incidindo diretamente sobre a mesma, só que desta vez será melhor valorizado o contexto em que se encontra inserida, isto é, os demais elementos do módulo de ensino.

Outro diagnóstico suscitado (2) é que o fato de se ter sido levado aos alunos à teoria de quadrinhos, segundo as visões de Eisner (2001) e McCloud (1995), e de se ter discutido tais informações durante as aulas expositivas “dialogadas”, pode ter redirecionado a atenção dos alunos para a análise dos aspectos técnicos e conceituais da elaboração de quadrinhos na própria HQ [parte 1 e 2]. À vista disso, pode-se inferir que o fornecimento dessas informações pode ter desviado o foco pretendido de análise que era a da relação entre arte e HFC. Outro fator é que pode ter sido mais cômodo para os estudantes trabalharem questões da teoria de quadrinhos, do que estabelecer relações entre arte e HFC. Para maximizar o aparecimento de discursos relativos à arte e HFC, em uma nova aplicação do módulo de ensino não será discutido, explicitamente, o processo que envolve a construção de histórias em quadrinhos; a menos que se tenha como pretensão que os alunos construam suas próprias HQs. Neste caso em específico, torna-se relevante destacar a necessidade de terem ciência acerca *de como* estão construindo tal material.

Em um terceiro diagnóstico (3) verifica-se que a HQ [parte 1 e 2] causou um estranhamento por parte dos alunos, que pode ter ocorrido

devido a não ter sido trazido, em nenhum momento da disciplina, trechos de histórias em quadrinhos que pudessem contribuir com as discussões em sala ou evidenciar relações com arte e HFC. Se os quadrinhos tivessem mostrado presença desde o início das aulas, a probabilidade de estranhamento no momento da implementação e análise da HQ [parte 1 e 2] poderia ter sido minimizada; já que as HQs passariam a ser consideradas, nesse contexto, como “algo natural” (MOREIRA, 1999) por parte dos alunos. Segundo Lara e Sousa (2009, p. 64):

[...] tornar o conteúdo mais acessível é fazer com que seja natural passar de uma proposição à outra de maior complexidade. Ou seja, tornar o mais próxima possível uma proposição mais simples da subsequente mais complexa, estabelecendo pequenos degraus em relação à complexidade dos raciocínios envolvidos, para que o aluno não se sinta perdido, e para que possa relacionar com mais facilidade tais proposições. Analisar e discutir a estratégia de resolução de determinadas situações-problema é um procedimento que também pode auxiliar o aluno a ver “lógica” e decidir utilizar desta estratégia por considerá-la útil, eficaz.

Sendo assim, em uma nova intervenção será trazido para as aulas de ECF, quando possível, pinturas e/ou HQs que possam ser utilizados para evidenciar segmentos da história da ciência, bem como sua relação com a arte, e que possam, também, enfatizar a não neutralidade da observação e os múltiplos papéis atribuídos aos experimentos.

Já em (4) diagnostica-se que as duas aulas expositivas dialogadas, as quais envolviam discussões equivalentes à HQ [parte 1 e 2] e aos textos a ela relacionados, foram de pouca contribuição em nível de significação para o material apresentado. Não houve interações, em maior ou médio grau, entre a pesquisadora e os alunos, embora se tenha requisitado aos mesmos que expusessem suas dúvidas, sugestões e comentários ao longo da explanação, justamente por se tratar de uma aula expositiva “dialogada”. Por conta disso, em uma próxima intervenção, as duas aulas deverão ser substituídas por atividades mais dinâmicas – como um jogo de perguntas e respostas elaborado a partir de cada parte da HQ, por exemplo – a serem realizadas em aula.

De qualquer forma, atenta-se que o processo de aplicação do módulo de ensino atendeu ao objetivo proposto pela pesquisa e que tanto a intervenção inicial quanto alguns componentes do módulo,

ainda, necessitam de ajustes e reformulações, conforme apontado pelos estudantes, mas que segundo os mesmos, são mudanças para um aprimoramento do conjunto. Isto, aliás, é uma das funções de uma aplicação preliminar; indicar pontos que podem ser melhorados no desenvolver da pesquisa para que em futuros desdobramentos tais empecilhos possam ser minimizados. Talvez seja por conta dos grandes desafios que se apresentam a trabalhos de pesquisa com componentes empíricos que existam poucas produções, segundo Teixeira, Greca e Freire (2012), tratando de intervenções efetivas em sala de aula, indicando, então, que o seu desenvolver não é matéria trivial.

5.5 Referências

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; GARCIA-CARMONA, A. Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendências sobre la naturaleza de la ciência em la educación científica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 31, n. 1, p.3-19, 2016.

ALCANTARA, M. C. de; JARDIM, W. T. A utilização da HFC no ensino de física a partir de representações artísticas. In: III CONFERENCIA LATINOAMERICANA DEL INTERNATIONAL, HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE TEACHING GROUP IHPST- LA. Comunicação oral CO22 (**Anais...**). Santiago de Chile, 17-19 Nov. p. 164-172. 2014.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. A física experimental numa perspectiva histórico-filosófica. In: PEDUZZI, Luiz O. Q., MARTINS, André Ferrer P., FERREIRA, Juliana M. H. (Org.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal: EDUFRN, 2012. 372p.

CHARMAZ, K. **Constructing Grounded Theory: a practical guide through qualitative analysis**. London: Sage. 2006.

_____. **Constructionism and the Grounded Theory Method**. In: J. A. Holstein & J. F. Gubrium (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (p. 397-412). New York: The Guilford Press. 2008.

EISNER, W. **Quadrinhos e Arte Sequencial**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

FEYERABEND, P. K. **Adeus à razão**. São Paulo: Editora UNESP, 2010.

GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n.2, p. 125-153. 2001.

HACKING, I. **Representing and intervening**: introductory topics in the philosophy of natural science. New York: Cambridge University Press, 1983.

HANSON, N. R. **Patterns of discovery**: an inquiry into the conceptual foundations of science. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1958. 256 p.

HANSON, N. R. **Observação e interpretação**. In: MORGENBESSER, Sidney (Org.). *Filosofia da ciência*. 3.ed. São Paulo: Cultrix, p.127-138. 1979.

HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. **Science & Education**, v. 20, p. 293–316. 2010.

LARA, A. E. de; SOUSA, C. M. S. G. de. O processo de construção e de uso de um material potencialmente significativo visando a aprendizagem significativa em tópicos de colisões: apresentações de slides e um ambiente virtual de aprendizagem. **Experiências em Ensino de Ciências** – v.4(2), p.61-82, 2009.

LEITE, F. Raciocínio e procedimentos da Grounded Theory Construtivista. **Questões Transversais – Revista de Epistemologias da Comunicação**, v. 3, nº 6, 2015.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... . **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 12, n. 03, p. 164-214. 1995.

MASSONI, N. T. **Uma metodologia viável de análise qualitativa: Teoria Fundamentada**. Publicação interna. Porto Alegre: 2013.

MCCLOUD, S. **Desvendando os Quadrinhos: história, criação, desenho, animação, roteiro**. Trad. Helcio de Carvalho; Marisa do Nascimento Paro. São Paulo: Makron Books, 1995.

MICHAEL, A. **Etnografia e Observação Participante**. Tradução de José Fonseca. Artmed, 2009. 130 p.

MOREIRA, M. A. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. In: III ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. (**Anais...**). São Paulo, SP, 26 a 30 de Julho de 2010.

_____. **A teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel**. In: MOREIRA, A. M. Teorias de Aprendizagem. EPU: São Paulo, 1999. 151-165p.

OLIVEIRA, M. A importância da arte contemporânea para o futuro professor: uma abordagem desde a perspectiva dos estudantes. **Revista GEARTE**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 53-66, jan./abr. 2016.

PEDUZZI, L. O. Q. **Evolução dos conceitos da física**. 1.ed, Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2011. 130 p.

_____. **Força e movimento: de Thales a Galileu**. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015a. 209 p.

_____. **Da física e da cosmologia de Descartes à gravitação newtoniana**. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015b. 149 p.

_____. **Do átomo grego ao átomo de Bohr**. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015c. 214 p.

_____. **A relatividade Einsteniana: uma abordagem conceitual e epistemológica**. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015d. 271 p.

_____. **Do próton de Rutherford aos quarks de Gell-Mann, Nambu.** Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2010. 112 p.

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M. Ciência e arte: relações improváveis? **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13, (suplemento), p. 71-87, outubro 2006.

SÁNCHEZ GAMBOA, S. A. **A dialética na pesquisa em educação:** elementos de contexto. In: FAZENDA, Ivani (Org.). Metodologia da pesquisa educacional. 6ª ed. São Paulo: Cortez, pp. 91- 115. 2000.

_____. **Epistemologia da Pesquisa em Educação.** 1987. Tese (Doutorado em Educação), Campinas, UNICAMP. 1987.

_____. **Pesquisa em educação:** métodos e epistemologias. 2ª ed. Chapecó: Argos. 2012

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I.; FREIRE, O. **Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de história e filosofia da ciência no ensino de física.** In: PEDUZZI, Luiz O. Q., MARTINS, André Ferrer P., FERREIRA, Juliana M. H. (Org.). Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino. Natal: EDUFRN, 2012. 372p.

VITAL, A.; GUERRA, A. Textos para ensinar física: princípios historiográficos observados na inserção da história da ciência no ensino. **Ciência & Educação (bauru)**, v. 22, n. 2, p.351-370, jun. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320160020006>. 2016.

WHITAKER, M. A. B. **History and quasi-history in physics education – part 1.** Physics Education, London, v. 14, n. 2, p. 108-112, 1979a.

_____. **History and quasi-history in physics education – part 2.** Physics Education, London, v. 14, n. 4, p. 239-242, 1979b.

ZANETIC, J. Física e arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-Posições**, v. 17, n. 1, p. 39-57, jan./abr. 2006.

ANEXO A – Termo de autorização de uso de depoimentos.**TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DEPOIMENTOS**

Eu _____, CPF _____, RG _____, AUTORIZO, através do presente termo, a pesquisadora (Letícia Jorge) do projeto de pesquisa intitulado “Desbravando os sete mares! Ops, ... Desbravando três pinturas através de uma história em quadrinhos: possíveis relações entre arte e história e filosofia da ciência” a colher meu depoimento, por meio de gravações, filmagens ou escrita verbal, sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes.

Ao mesmo tempo, caso seja de interesse, libero a utilização destes depoimentos para fins científicos e de estudos (livros, artigos, slides e transparências), em favor da pesquisadora, acima especificada, sendo que nesse caso será preservado o meu anonimato como participante, assegurando assim minha privacidade.

Florianópolis, SC, ____ de _____ de 2017.

Participante da pesquisa

Pesquisadora responsável
pelo projeto

Artigo 6

**UMA HQ E SEUS TEXTOS CORRELATOS SOBRE ARTE E
HFC: O QUE DIZEM OS ALUNOS DE UM CURSO DE FÍSICA
ACERCA DESSAS INTERSECÇÕES?**

Uma HQ e seus textos correlatos sobre arte e HFC: o que dizem os alunos de um curso de física acerca dessas intersecções?

RESUMO: Partindo-se do pressuposto de que relações entre arte e história e filosofia da ciência (HFC) podem auxiliar na compreensão da construção histórica e cultural do conhecimento, apresenta-se, neste artigo, os resultados da implementação de um módulo de ensino constituído por uma HQ e por textos a ela relacionados, com intuito de discutir dois aspectos da natureza da ciência (ndc) através de pinturas. O módulo foi aplicado em uma disciplina de história da ciência, tendo como público alvo estudantes de um curso de física, e a partir dele objetivou-se analisar, com base na teoria fundamentada construtivista de Kathy Charmaz, em que medida o mesmo fornece subsídios para que os alunos possam (re)pensar a prática pedagógica e científica de modo mais crítico e diversificado.

Palavras-chave: Módulo de ensino. A não neutralidade da observação e o papel dos experimentos em pinturas. Formação de professores e pesquisadores.

ABSTRACT: From the assumption that relations between art and history and philosophy of science (HPS) can help in understanding the historical and cultural construction of knowledge, this paper presents the results of the implementation of a teaching module consisting of a graphic novel and its related texts, in order to discuss two aspects of the nature of science (nos) through paintings. The module was applied in a discipline of history of science, targeting students of a physics course, and from it was aimed to analyze, based on Kathy Charmaz's constructivist grounded theory, to what extent the same provides a way for students to (re)think pedagogical and scientific practice in a more critical and diverse way.

Keywords: Teaching module. The non-neutrality of observation and the role of experiments in paintings. Teachers and scientists training.

6.1 Introdução

No bojo das discussões sobre uma educação científica mais condizente com questões da contemporaneidade (MARTINS, 2015; ACEVEDO DÍAZ *et al.*, 2016), evidenciam-se trabalhos favoráveis à

inclusão da arte e da história e filosofia da ciência (HFC) (ALCANTARA; JARDIM, 2014; COLAGRANDE; MARTORANO; ARROIO, 2015; JORGE, PEDUZZI, 2016; JORGE; PEDUZZI, 2017), no ensino, como forma de contribuir para a formação de cidadãos mas críticos, inventivos e interventivos.

As intersecções entre as áreas da arte e da HFC auxiliam na compreensão do processo de construção histórica e cultural do conhecimento (REIS; GUERRA; BRAGA, 2006), precipuamente, ao serem tratadas por meio de materiais didáticos, como as histórias em quadrinhos (HQs), que se contrapõem a um método sistemático e linear de educação.

Nesse sentido, (re)estrutura-se um módulo de ensino, constituído por uma HQ [parte 1 e 2] e por textos a ela relacionados, com intuito de se debater sobre a não neutralidade na observação a partir da tela “*Newton*” (1795) de William Blake e sobre o papel dos experimentos presentes nas pinturas “*A philosopher giving that lecture on the orrery in which a lamp is put in place of the sun*” (Um filósofo dando uma aula no planetário na qual uma lâmpada é posta no lugar do Sol – 1766) e “*An experiment on a bird in the air pump*” (Um experimento com um pássaro na bomba de ar – 1768) de Joseph Wright.

Objetiva-se, com isso, averiguar em que medida o módulo, a partir de uma nova composição e implementação na disciplina Evolução dos Conceitos da Física (ECF) do curso de física, nas modalidades bacharelado e licenciatura, da Universidade Federal de Santa Catarina, proporciona ou não discussões e debates sobre as possibilidades de se pensar a ciência, bem como outros campos do saber, sob novas perspectivas; a ponto de suscitar a futuros professores e pesquisadores reflexões sobre o desenvolvimento de uma prática pedagógica e científica mais plural, criativa, diversificada e interventiva. Isto ao utilizar das relações entre arte e HFC como meio para tal verificação.

Para tanto, usa-se a teoria fundamentada construtivista (TFC) de Charmaz (2006) para analisar os dados e ressaltar se os resultados obtidos a partir deles exaltam as contribuições (ou não) do módulo de ensino para a formação docente e de cientistas a partir do intermédio das relações entre arte e HFC.

6.2 Da (re)criação à (re)implementação: apresentar-se uma nova composição

Intitulado “Desbravando os sete mares! Ops, ... Desbravando três pinturas através de uma história em quadrinhos: possíveis relações entre

arte e história e filosofia da ciência” e composto por uma HQ⁵⁰ e por dois textos a ela relacionados, o módulo de ensino teve como finalidade discutir, em cursos de formação de professores e bacharéis em física, os aspectos da natureza da ciência (ndc) (GIL PÉREZ *et al.*, 2001, p.129-143) correspondentes a não neutralidade na observação por meio da tela “*Newton*” de William Blake e o papel dos experimentos nas obras “*A philosopher giving that lecture on the orrery*” e “*An experiment on a bird in the air pump*” de Joseph Wright.

O módulo foi implementado de maneira preliminar no primeiro semestre letivo de 2017 na disciplina ECF do Departamento de Física da UFSC. Da primeira aplicação resultaram melhorias e aprimoramentos tanto nos componentes constitutivos do módulo quanto em seus procedimentos metodológicos.

A intervenção da nova disposição do módulo de ensino na mesma disciplina foi realizada no segundo semestre do ano letivo de 2017, no período de 02 de agosto a 09 de outubro. A disciplina ECF propõe-se a realizar uma análise histórica e epistemológica dos desenvolvimentos conceituais das teorias físicas, desde a Grécia antiga até meados do século XX, por meio do estudo de cinco livros: (1) “*Força e movimento: de Thales a Galileu*”; (2) “*Da física e da cosmologia de Descartes à gravitação newtoniana*”; (3) “*Do átomo grego ao átomo de Bohr*”; (4) “*A relatividade einsteiniana: uma abordagem conceitual e epistemológica*” e (5) “*Do próton de Rutherford aos quarks de Gell-Mann, Nambu...*” (PEDUZZI, 2010, 2015a, 2015b, 2015c, 2015d). O desenvolvimento da referida disciplina requer uma leitura prévia dos capítulos dos livros a serem discutidos em aula.

Respeitando, então, o contexto e a organização da disciplina, também da temática envolvida na HQ [parte 1 e 2] e nos textos a ela relacionados, elegeram-se dois segmentos de sua matéria para a implementação do módulo, a fim de se ter um maior aproveitamento e valorização da sequência dos conteúdos tratados na disciplina e no referido trabalho.

Ao todo foram 16 aulas (sendo duas destinadas a avaliações) mediadas em conjunto pelo professor titular da disciplina ECF e pela pesquisadora. Esta última realizou diversas intervenções nas discussões

⁵⁰ A história em quadrinhos é constituída por duas partes; a parte 1 da HQ apresenta-se como “As pinceladas anti-newtonianas de William Blake” e a parte 2 da HQ designa-se “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*”.

regulares da disciplina, especialmente quando se relacionavam aos conceitos-chave presentes no módulo de ensino (observação não neutra, experimentos científicos, HQs, arte e etc.); como quando a pesquisadora ressaltou, por exemplo, o aspecto da natureza da ciência equivalente a não neutralidade da produção do conhecimento no capítulo 1 do livro 1, ao mencionar que Thales de Mileto possivelmente escolheu a água como elemento primordial de tudo devido a saber acerca das cheias do Rio Nilo, bem como da importância da água para a agricultura e para a vida. Mostrando, então, que a escolha do elemento água não se deu de modo arbitrário ou neutro, como retratado em um trecho de uma história em quadrinhos sobre Thales de Mileto⁵¹ discutida em sala com os alunos, mas sim influenciada pela forma como o estudioso via o mundo. No capítulo 6 do livro 1, também se ressaltou a utilização de um trecho de uma história em quadrinhos presente no volume 3 da coletânea “Pateta faz história”⁵² para se discutir sobre as observações não neutras da superfície lunar e do céu noturno realizadas por Galileo Galilei. A pesquisadora também evidenciou no capítulo 3 do livro 2 que o experimento para Descartes assumia diferentes interpretações. Ressaltou, ainda, no capítulo 6 do livro 2 o aspecto da ndc equivalente ao experimento científico ao utilizar parte do volume 1 da coletânea “Pateta faz história”⁵³ para discutir a disposição planetária de Isaac Newton por meio de uma exposição científica. Além disso, a pesquisadora trouxe algumas imagens como o “Juízo Final” de Michelangelo di Lodovico Buonarroti Simoni (1475-1564) e “Newton no jardim das ideias” de Oleg Shupliak (1967-), entre outras, para contribuir com as discussões em sala.

Em todas as aulas foram apresentadas, ao menos, uma pintura ou algum trecho de uma história em quadrinhos, quando não as duas, para se discutir determinado segmento histórico do capítulo tratado em

⁵¹ O trecho da HQ discutida em aula (ANEXO A) foi retirado do livro “Filósofos em Ação”, do escritor Fred Van Lente e do ilustrador Ryan Dunlavey. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/0B_yr9d02yLK3dXJmenRBNURDZGs/view. Acesso em: 30 Nov. 2017.

⁵² HOWARD, C.; URTIÁGA, H. A. de; STUDIO, J. D. **Pateta faz história:** como Galileo Galilei. São Paulo: Editora Abril, v.3, p. 7-52. 2011. O trecho utilizado em aula encontra-se no ANEXO B.

⁵³ FALLBERG, C.; URTIÁGA, H. A. de; UZÁL, A. D. **Pateta faz história:** como Isaac Newton. São Paulo: Editora Abril, v.1, p. 52-98. 2011. O trecho utilizado em aula encontra-se no ANEXO C.

questão e para se exaltar as relações entre arte e HFC. Também, objetivou-se preparar os alunos para a aplicação do módulo de ensino, tornando as incorporações e discussões de seus componentes como “algo natural” (MOREIRA, 1999) nesse processo, a fim de minimizar, particularmente, um possível estranhamento por parte dos alunos frente a inserção da HQ [parte 1 e 2].

Outra questão que deve ser levada em consideração é o fato de que os trechos das histórias em quadrinhos inseridas e debatidas ao longo da disciplina permitiram aos sujeitos da pesquisa tornarem-se participantes ativos e não consumidores meramente passivos, uma vez que eram solicitados a expor opiniões e tecer considerações sobre o objeto de estudo de cada aula.

A pesquisadora, ainda, ministrou dois seminários intitulados “Harriot, Galileo, Cigoli e os desenhos lunares: ^{em} Uma contra exemplificação da visão de neutralidade da observação científica” e “Otto von Guericke: ^{em} O papel do experimento dos Hemisférios de Magdeburgo”, nos quais explorou os dois aspectos da natureza da ciência, já mencionados, por meio de imagens. Durante todo o processo, foram fornecidos convites à discussão aos alunos.

Nesse período 18 alunos cursaram a disciplina. Desses, 3 eram estudantes da licenciatura, 14 do bacharelado e 1 de um curso de história. A turma era constituída por 6 mulheres e 12 homens, identificados, posteriormente, através de uma codificação alfanumérica (18 Estudantes = E1 a E18) aleatória, visando o sigilo das identidades dos sujeitos da pesquisa. Todos os alunos, no uso de suas atribuições no que lhes confere o direito de querer ou não participar da pesquisa, assinaram um termo de autorização de uso de depoimentos (ANEXO D), concordando, assim, em liberar seus depoimentos e avaliações para análise.

Das 14 aulas com a participação efetiva dos alunos somente duas, as quais ocorreram nas segundas-feiras dos dias 18 de setembro (aula nº12) e 09 de outubro (aula nº14), tornaram-se objeto de um estudo específico, devido a envolverem com maior clareza o posicionamento crítico dos alunos acerca da implementação do módulo de ensino, isto é, da HQ e dos dois textos a ela relacionados.

Tendo em vista que no estudo piloto estas duas principais aulas envolveram sessões expositivas dialogadas, as quais se mostraram pouco promissoras para as discussões histórico-filosóficas e artísticas presentes no módulo de ensino, optou-se substituí-las por atividades mais dinâmicas e envolventes; como um jogo, por exemplo. Para Huizinga (1993, p. 3-4):

[...] o jogo é [...] uma função significante, isto é, encerra um determinado sentido. No jogo existe alguma coisa “em jogo” que transcende as necessidades imediatas da vida e confere um sentido à ação. Todo jogo significa alguma coisa.

O autor, ainda, o considera como:

[...] uma atividade livre, conscientemente tomada como “não-séria” e exterior à vida habitual, mas ao mesmo tempo capaz de absorver o jogador de maneira intensa e total. É uma atividade desligada de todo e qualquer interesse material, com a qual não se pode obter qualquer lucro, praticada dentro de limites espaciais e temporais próprios, segundo [...] certa ordem e certas regras. (HUIZINGA, 1993, p. 16)

Sendo assim, nos dois principais dias da implementação do módulo utilizaram-se dois jogos de perguntas e respostas no contexto da formação de futuros professores e pesquisadores para se debater, compreender e sanar dúvidas sobre o conteúdo abordado na HQ [parte 1 e 2] e nos textos a ela associados. A seguir descrevem-se as aulas a partir de suas gravações em áudio e vídeo.

6.2.1 Jogando os dados com o universo! ... Ops, não! ... Jogando, simplesmente, com “As pinceladas anti-newtonianas de William Blake”

O jogo (*Jogando os dados com o universo! ... Ops, não! ... Jogando, simplesmente, com “As pinceladas anti-newtonianas de William Blake”*)⁵⁴, inspirado no “Jogo do Milhão”, foi constituído de 18 questões que intercalavam, aleatoriamente, discussões sobre as informações apresentadas na versão 2⁵⁵ da parte 1 da HQ (ANEXO E) –

⁵⁴A atividade referida encontra-se disponível em: <<https://prezi.com/04jrxhszdacz/jogando-os-dados-com-o-universo-ops-nao-jogando-simplesmente-com-as-pinceladas-anti-newtonianas-de-william-blake/?webgl=0>>. Acesso em: 19 Set. 2017.

⁵⁵No novo enredo da parte 1 da HQ destaca-se a história de uma estudante de física em meio a um evento de livros, no qual amantes da leitura podem se caracterizar de seus personagens favoritos. A protagonista da história se identifica, portanto, com a personagem Alice Liddell do livro “*Alice's Adventures in Wonderland*” de Lewis Carroll. Durante o evento a garota recebe um e-mail de seu professor de física, no qual requisita o desenvolvimento de um

com melhorias em sua nova composição ocasionadas pela intervenção preliminar.

Para o desenvolver da atividade solicitou-se aos alunos que realizassem a leitura prévia do material a ser discutido via jogo na aula. Nesse primeiro dia efetivo da implementação de parte do módulo de ensino, os alunos foram distribuídos por afinidade em dois grupos; um caracterizado pela cor amarela e outro pela cor azul. Com exceção de E18 e de E3, 16 estudantes se fizeram presentes na aula; sendo 8 alunos alocados em cada um dos grupos, que tiveram nomes escolhidos, posteriormente, pelos seus respectivos membros. Assim, o grupo correspondente a cor amarela, formado por E1, E4, E6, E8, E9, E11, E13 e E17, nomeou-se como “Maçã” e o grupo azul, formado por E2, E5, E7, E10, E12, E14, E15 e E16, intitulou-se “Newtonianos”.

Cada membro teve seu nome sorteado para responder, no mínimo, a uma das 9 questões distribuídas a cada grupo. Como dois alunos encontravam-se ausentes na aula, novos sorteios foram realizados com os nomes de todos os membros de cada grupo para que as 18 perguntas fossem respondidas. As questões eram compostas de quatro alternativas – (a), (b), (c) e (d) –, sendo que apenas uma era a correta, e a cada uma delas atribuiu-se o valor de 5 pontos. O tempo despendido para o membro pensar na resposta da questão, após o término de sua leitura, era de 2 minutos. Quando um respondente apresentava dúvida sobre alguma questão, poderia contar com três tipos de ajuda: a (1) dos *pós-graduandos* – a pesquisadora e um convidado externo à disciplina eram responsáveis por eliminar duas das quatro alternativas da questão, restando duas para que o membro sorteado pudesse escolher; a (2) dos *colegas universitários* – o grupo a que pertencia o membro poderia sugerir, em conjunto, uma única alternativa correta para a questão; ou a (3) de um *colega universitário* – o membro sorteado poderia escolher um colega de seu grupo para eliminar duas das quatro alternativas da questão. A “ajuda” teve 1 minuto para fornecer auxílio ao membro

trabalho que envolva alguma relação entre arte e ciência, mas que também estabeleça alguma ligação com o físico inglês Isaac Newton. É, então, que um aplicativo intitulado “*CiênciArte*” lhe é sugerido por uma colega para a elaboração da referida atividade. No aplicativo há diversas pinturas e, dentre elas, a garota escolhe a tela “*Newton*” de William Blake por estar relacionada a temática do trabalho sugerido. Contudo, quando a garota pressiona a tecla da obra para obter maiores informações sobre a pintura, inesperadamente, ela é levada para dentro do aplicativo devido a um erro ou defeito na configuração do mesmo.

sorteado. No final, o grupo com maior pontuação era considerado ganhador do jogo.

Para que os alunos pudessem se localizar quanto ao número de questões, de ajudas restantes e de acertos ou erros, elaboraram-se duas tabelas, uma para cada grupo, na lousa da sala (Fig. 1). As tabelas foram constantemente atualizadas ao longo da atividade.

GRUPO AZUL			
QUESTÕES	AJUDA		
	a	b	c
4			
3			
5			
7			
9			
11			
13			
15			
17			
TOTAL			

GRUPO AMARELO			
QUESTÕES	AJUDA		
	a	b	c
2			
4			
6			
8			
10			
12			
14			
16			
18			
TOTAL			

a) Ajuda pós-graduandos.
 b) Ajuda colegas universitários.
 c) Ajuda de 1 colega universitário.

AJUDA (helpola)

Figura 1 – Tabelas para o grupo azul e amarelo com legenda para as ajudas [(a) dos pós-graduandos, (b) dos colegas universitários e (c) de um colega universitário] no lado direito da figura.

Terminada a sistematização dos processos, deu-se início ao jogo. O primeiro grupo a responder foi o azul – os “Newtonianos”. A questão 1 estava relacionada a um trecho do poema “*Milton*” de William Blake tendo como intuito evidenciar na alternativa (b), a partir do contexto da parte 1 da HQ (versão 2) e de seu respectivo texto, que Blake não demonstrava apreço pelas transformações materiais e mecanicistas provocadas pelo sistema de indústrias que se desenvolvia na Inglaterra no século XVIII, devido a isso levar a limitação da imaginação (NOEL, 2015). Sendo assim, E7, aluno sorteado para a questão 1, respondeu que a alternativa correta era a (b) em razão de que “[...] tanto na (a) quanto na (c) diz que ele (Blake) demonstra apreço quando na verdade ele tá demonizando aquelas [...] satânicas usinas”.

Para a questão 2 sorteou-se E6 do grupo amarelo – “Maçã”. Na alternativa (c) dessa questão contextualizou-se que Isaac Newton foi um estudioso que dedicou uma significativa parte de sua vida à compreensão de diversos campos do saber e que só fez o que fez porque não moldou seus pensamentos à luz de uma razão fria, objetiva e livre

de subjetividades (PEDUZZI, 2015b). Entretanto, E6 não considerou a alternativa (c) como correta, embora tenha se mostrado indeciso entre as alternativas (b) e (c): “[...] em minha opinião, ou é a (b) ou a (c)”. E6 pode ter escolhido a (b) devido a não lembrar “[...] do Newton ter sido muito subjetivo [...]” (E6). Acerca disso, E1 e E4, também do grupo “Maçã”, trouxeram algumas considerações, que seguiram a discussão da resposta equivocada de E6: como a de que “[...] o contexto histórico em que ele [Newton] estava envolvido não tinha como estar livre de subjetividades e ter uma razão fria” (E1) e que “essa da razão fria também era a opinião de Descartes que ele [Newton] atacava e ia contra, né [...]” (E4). As exposições de E1 e E4 acabaram conscientizando e, até mesmo, influenciando E6 de que a prática científica de Newton não era neutra e livre de subjetividades, como verificado em sua fala: “[...] agora como ele [E1] falou a (c) realmente é a correta” (E6). A discrepância na escolha das alternativas pelos estudantes para a questão 2, evidenciou como a “[...] atenção [de cada um] detém-se, naturalmente, em objetos e acontecimentos que, em razão de [...] interesses seletivos, dominam o campo visual” (HANSON, 1979, p. 135).

A questão 3 foi feita a E16 do grupo “Newtonianos” e nela buscava-se saber qual alternativa, nesse caso a (b), incorporava as afirmativas equivocadas acerca da observação científica. E16 respondeu corretamente, justificando que cada observador só pode ver as coisas para as quais já possui consciência ou conhecimento sobre (BERGER, 1999).

A (a), (c) e (d) reafirma tudo aquilo que a gente tem visto no curso, né, que tem todo um contexto histórico e cultural [...] que influenciam os pensadores. Até inclusive cita diretamente o texto de hoje [As pinceladas anti-newtonianas de William Blake], né, que quando a gente vê uma mesma coisa a nossa retina pode tá com a mesma imagem, mas a gente interpreta de modo diferente. E a (b) [...] fala algo que [...] fica bem claro que é errado, fala que dois pesquisadores necessariamente compartilharão dos mesmos interesses e valores e não é verdade, cada pessoa vai ter seus interesses e valores diferentes [...]. (E16)

Já para a questão 4 sorteou-se E4 do grupo “Maçã” e por meio dela objetivava-se discutir acerca da relevância da HFC na formação docente e científica, a partir da alternativa (b) que incorporava todas as assertivas corretas. E4 escolheu a (b) como correta e justificou que:

[...] a história quer mostrar, justamente, a construção das coisas e não apenas os resultados finais [...]; *a história da ciência contrapõe o cientificismo e o dogmatismo que são comumente*

encontrados em textos científicos e em aulas de ciências que simplificam de um jeito negativo as coisas [...]; a história, pela análise da vida e da época dos cientistas, humaniza os assuntos da ciência, fazendo-os menos abstratos e mais interessantes para os estudantes – claro, é fácil ter empatia por um cientista humano do que por um “gênio” que brotou, né; e a história permite que sejam feitas relações entre diversos conteúdos e disciplinas da ciência, assim como com outras disciplinas acadêmicas – que é basicamente o que a gente tá fazendo aqui hoje. (E4)

E5, pertencente ao grupo “Newtonianos”, respondeu a questão 5. O intuito da questão era o de desmitificar que o conhecimento científico é algo além da realidade humana, desvinculada de interesses e fatores externos, sendo que a alternativa que expressava tal consideração era a (d). Em um primeiro momento esse aluno não conseguiu indicar qual era a alternativa inadequada sobre a construção do conhecimento e, por conta disso, pediu ajuda dos *colegas universitários*, os quais sugeriram, em conjunto, a alternativa (d) como resposta para a questão. O interessante dessa ajuda é a confiança, a interação e compartilhamento de informações que ela promove diretamente entre os alunos do grupo.

[...] a ludicidade como prática pedagógica, possui um papel mais relacionado ao despertar autônomo dos interesses por parte do aluno ao manusear o jogo, fazendo assim com que este seja o sujeito do processo de aprendizagem. (TESTONI, 2004, p. 37)

A questão 6 foi respondida por E11 do grupo “Maçã” e tinha como intuito evidenciar algumas das características pertencentes ao movimento romântico; tais como demonstrado na alternativa (a), na qual englobou a exaltação da natureza, a defesa dos ideais nacionalistas (liberdade individual, liberdade do povo), o cultivo da emoção, da fantasia, do sonho, da originalidade e etc (PRETTE, 2008). E11 respondeu estar em dúvida acerca das alternativas (a) e (d) da questão: “Eu acho que é a (a), mas...”. Quando questionado se gostaria do auxílio de alguma das ajudas, E11 optou por escolher a dos *colegas universitários*. A dúvida de E11 acerca da alternativa (d) era a de que nela se “[...] fala dos direitos dos animais...”. E4 inferiu que a alternativa (d) não poderia ser a correta, pois a discussão dos direitos dos animais: “Isso é mais moderno” (E4). Assim, E11 constatou: “Então é a (a)!”.

O membro sorteado para responder a questão 7 foi E2 do grupo “Newtonianos”. Nesse momento tinha-se a intenção de debater sobre qual seria a suposta concepção de ciência, retratada na parte 1 da HQ (versão 2) e de seu texto, construída por William Blake e representada

em sua obra “*Newton*”; a resposta seria uma ciência neutra e individualista, como exposta na alternativa (c). Sobre a (c), E2 ponderou:

[...] eu me lembro do texto que ele fala do quadro, né. Que no quadro “*Newton*” só olha pro chão, né, e não vê nada do que tem em volta. E fala que tem a parte de cima do quadro que é escura e assim, explica que ele [...] não olha pra natureza, que tem uma visão neutra porque ele só olha pra aquele negócio [para as formas geométricas] ali e é individualista, né.

Portanto, verifica-se na fala de E2 que, embora tenha discutido a individualidade e a neutralidade da ciência por meio da pintura de modo sucinto e quase implícito, uma ligação entre arte e HFC pode ser constatada.

Discutir aspectos da história das ciências é, portanto, discutir a história da própria humanidade e, dessa forma, é bastante positivo também considerar a história das artes, uma vez que esta é parte do conhecimento de uma determinada cultura e em uma determinada época – apenas utilizando diferentes linguagens. (FERNANDES *et al.*, 2017, p. 513)

Na questão 8, sorteada para E1 do grupo “Maçã”, tinha-se como intuito ressaltar na alternativa (a) que a inclusão da arte na formação de professores não visa exclusivamente o desenvolvimento da percepção estética e não é dispensável ou uma perda de tempo nas aulas. Acerca da escolha pela alternativa (a), E1 argumentou que “[...] a arte é importante pra [...] desenvolver concepções, pra estudar os contextos históricos, [...] ainda mais quando a arte está relacionada à física [...]”, ou seja, tanto a física quanto a arte “[...] podem ser relacionadas por meio de uma visão abrangente a respeito do processo de construção do conhecimento, que possui um forte elemento cultural [...]” (FERNANDES *et al.*, 2017, p. 512).

A questão 9 foi respondida por E12 do grupo “Newtonianos” e com ela visava-se discutir sobre o direcionamento de HQs para certos níveis de ensino considerados mais “adequados” ao seu uso. A alternativa (d) correspondente ao argumento de que as histórias em quadrinhos podem ser destinadas a diversos públicos e podem ser usadas para discutir qualquer assunto, foi a escolha de E12 para a questão 9. Isso porque o formato de HQs, com imagens e palavras, comporta a capacidade de ser compreendido universalmente (EISNER, 2005).

Segundo E12, as HQs, ainda, devem ser consideradas dentro de contextos e de objetivos.

Já a questão 10 foi respondida por E9, membro do grupo “Maçã”. Nessa questão a intenção era a de ponderar sobre a construção do conhecimento científico e a alternativa que incorporava informações mais condizentes com as atuais reflexões histórico-filosóficas (FORATO; PIETROCOLOA; MARTINS, 2011; ACEVEDO DÍAZ *et al.*, 2016) era a (a). E9 optou por esta resposta e expôs uma justificativa à sua escolha:

[...] basicamente, porque a observação nunca é neutra, a gente tem visto isso, praticamente, em todas as aulas [de ECF], né. [...] E a construção do conhecimento científico sempre vai ser influenciada por algo externo ou por aquilo que a gente já conhece [algo interno/concepções teóricas, por exemplo].

E15 do grupo “Newtonianos” foi sorteado para responder a questão 11, na qual se evidenciava a influência exercida de outros estudiosos sobre os trabalhos desenvolvidos por Isaac Newton (WESTFALL, 1995). Contudo, o objetivo da questão era o de apontar na alternativa (a) aqueles cujas obras ou relações histórico-sociais foram de pouca significação para as pesquisas do estudioso. Por conta disso, E15 requisitou a ajuda dos *colegas universitários* e o grande grupo chegou ao consenso da escolha pela alternativa (a). E5 e E10 apontaram que a obra “Geometria” foi desenvolvida por René Descartes e não por Gottfried Wilhelm Leibniz.

Na questão 12, respondida por E13 do grupo “Maçã”, visava-se discutir sobre a não neutralidade na observação a partir das informações contidas na alternativa (c). Acerca da referida questão, E13 optou por recorrer à ajuda dos *colegas universitários*. O grupo de E13 selecionou a alternativa (c) como correta. Como justificativa E13 discerniu que na alternativa (a) é expresso que dois indivíduos:

[...] têm experiências perceptivas idênticas, que é falso. Na outra [alternativa (b)], fala-se que a observação é livre de interpretação e na última [alternativa (c)] fala-se que a observação é neutra, e aí é falso, né. Por eliminação já dá pra ver que é essa [, a alternativa (c) correta]. E de fato faz todo o sentido que cada um vai ver da sua própria maneira. (E13)

Isso, aliás, ocorre devido a cada indivíduo encontrar-se “[...] inserido numa cultura inerente a uma sociedade com seus próprios regimes de conhecimento, suas crenças e tradições. Inseridos, portanto, em sua própria maneira de conceber, ver e interpretar o mundo [...]” (FLORES, 2007, p. 28-29).

Quanto à questão 13, sorteada para E10 do grupo “Newtonianos”, incluiu-se em seu teor a discussão sobre a relevância da HFC para a formação docente e de cientistas (HÖTTECKE; SILVA, 2010), apontada na alternativa (d). A vista do exposto, E10 respondeu que a alternativa correta era a (d), pois:

[...] a [alternativa] (b) e (c) falam em *desumanizar as ciências*, acho que em todo o contexto, aqui, dessa disciplina já dá pra tirar isso fora, né. É justamente o que a gente têm estudado, todo o processo histórico, o contexto e todos os fatores que influenciam. E o item (a) fala assim: *aproximá-las [as ciências] somente dos interesses políticos da comunidade*, isso é excludente; assim, está associando somente a uma coisa, a uma finalidade. Não condiz muito com o que a gente têm estudado aqui. E daí o (d) encaixa certinho, tanto com o que a gente leu nesse último texto [parte1 – As pinceladas anti-newtonianas de William Blake] e com a história em quadrinhos que compõem esse tipo de discussão.

A questão 14 foi questionada a E8 do grupo “Maçã”. Nesse momento arguiu-se sobre a interpretação de Carl Sagan (1997, p. 253), presente na alternativa (c), para a expressão “sono de Newton” aludida por William Blake em um de seus poemas enviados em 1802 a Thomas Butts. A respeito da questão, E8 solicitou a ajuda de um *colega universitário* – na qual poderia escolher um membro de seu grupo para eliminar duas das quatro alternativas da questão. O colega escolhido por E8 foi E1 que eliminou as alternativas (a) e (d), fazendo com que E8 tivesse que escolher entre as alternativas (b) ou (c). Dentre as duas opções restantes, E8 elegeu a alternativa (b). Não acertando a questão 14. E1 justificou que a alternativa (c) era considerada correta:

[...] porque uma palavra-chave que diferencia bem é *a visão extremamente abrangente* [na alternativa (b)] e *visão extremamente estreita* [na alternativa (c)], né, que ele (Blake) achava que a visão de Newton era muito estreita, [...] que descartava a ideia de misticismo e esses tipos de coisas, que era muito técnico e racional.

Quanto indagado do porquê tinha escolhido a alternativa (b) para a questão 14, E8 posicionou-se: “Não consegui nem prestar atenção, na verdade, na pergunta. Estava muito nervoso”. E6, que respondeu a questão 2, compartilhou da mesma opinião do colega de grupo; “Eu fiquei assim também” (E6).

Na questão 15 o sorteado foi E14 do grupo “Newtonianos”. Na questão referida objetivava-se debater sobre a relevância da arte na formação de cientistas. A alternativa que continha as assertivas corretas acerca do exposto era a (c). E14 requisitou o recurso de ajuda de um

colega universitário. E14 escolheu E16 para eliminar duas das quatro alternativas; sendo eletivas de exclusão (a) e (b). E14 selecionou a alternativa (c) e justificou sua escolha ao discursar que:

[...] a gente não estuda arte só pela arte e sim pela questão de seu auxílio no contexto científico. [...] Não é porque ela [a inclusão da arte] já *não possibilita trazer a paixão e o encantamento que movem o cientista no seu processo de fazer ciência*; sabe... isso não é certo. [...] A inclusão possibilita trazer paixão e encantamento.

Na fala de E14 evidenciou-se que a dicotomia entre razão (ciência) e emoção (arte) não subsiste. A “beleza”, encontrada na relação das partes entre si e com o todo (KIEFFER, 2006, p. 6), está ligada tanto as artes quanto as ciências. Portanto, a opinião convencional de que a beleza é uma característica exclusiva e única da criação artística tornou-se substancialmente abandonada. Isso por que:

Assim como os artistas, os cientistas acreditam que a natureza é bela. Os artistas tentam interpretar a beleza da natureza criando formas esculpidas ou aplicando cores às superfícies. O cientista usa a matemática para penetrar em uma estética mais intrínseca; que se estende além das aparências nos reinos atômico e subatômico. (MILLER, 1996, p. 389)

E17, do grupo “Maçã”, foi o responsável por responder a questão 16 que tinha como intuito demonstrar que muito se pode ganhar ao se fazer uso da relação entre arte e ciência no ensino, diferentemente dos argumentos (contrários) que foram expostos na alternativa (d). Portanto, E17 considerou a (d) também como errada e sobre sua escolha pela alternativa (d) justificou: “[...] como a gente já viu muito aqui, [...] tem uma superposição significativa entre eles dois, entre o estado de arte-ciência, porque os dois trabalham muito com a criatividade”. Sobre a criatividade, Testoni (2013, p. 25) ponderou que a ela se costuma referir “[...] a criações que trazem não apenas novidades, mas sim, onde estas últimas possuem uma função de alta melhora do quadro anterior à sua implementação”. Também é exposto que ela se constitui como “[...] um termo traiçoeiro, enganoso e sedutor, pois implica melhoramento e progresso quando, na prática, significa algo novo ou, simplesmente, diferente” (TESTONI, 2013, p. 25-26).

Considerando que E18 e E3 estavam ausentes no dia da primeira parte da intervenção, dois novos sorteios foram realizados em vista de se responder as 18 questões. Sendo assim, a questão 17 foi respondida por

E2 do grupo “Newtonianos”. Nessa questão buscou-se salientar, a partir da parte 1 da HQ (versão 2) e de seu texto correlato, uma suposta interpretação, dentre muitas, que a pintura “*Newton*” de Blake expressa ao contemplador. A alternativa considerada adequada, à luz das discussões de parte do módulo de ensino, era a (a) por expor a manifestação contrária de Blake a nascente tradição científica, tecnológica e racional que imperava no final do século XVIII na Inglaterra. Sob um momento de dúvida, E2 solicitou a ajuda dos *pós-graduandos* – os quais eliminaram as alternativas (c) e (d). E2 escolheu a alternativa (b); não acertando a questão. Por outro lado, E2 mencionou a influência da “[...] nascente tradição científica, tecnológica e racional do século XVIII” para a produção da tela “*Newton*” do William Blake.

A última questão foi sorteada para E11 do grupo “Maçã” e através da mesma objetivava-se discutir na alternativa (a) algumas características que as histórias em quadrinhos apresentam do ponto de vista didático-pedagógico. E11 respondeu que a alternativa correta era a (a) e ponderou que “as demais [alternativas] dizem que *não relacionam o conteúdo*, que é mentira. Que *não permitem introduzir conceitos de forma lúdica*, que também não é verdade. E na (d) está dizendo que elas *possibilitam uma leitura mais complexa*, e isso não [é certo]; isso geralmente vem pra facilitar o aprendizado”. Nesse contexto, as HQs se põem como “[...] um veículo de expressão criativa, [...] uma forma artística e literária que lida com a disposição de figuras ou imagens e palavras para narrar uma história ou dramatizar uma ideia” (EISNER, 2001, p. 5).

Ao término das perguntas avaliou-se, a partir da tabela 1, a pontuação final da atividade referida. O grupo com maior pontuação, portanto, foi o azul – “Newtonianos”.

Tabela 1 – A disposição das pontuações; dos acertos e erros relativos às questões; e das ajudas utilizadas [(a) dos *pós-graduandos*, (b) dos *colegas universitários* e (c) de um *colega universitário*] no primeiro jogo.

Grupo Azul					Grupo Amarelo				
<i>Newtonianos</i>					<i>Maçã</i>				
Estudantes/ Questões	Ajuda			Pontos	Estudantes/ Questões	Ajuda			Pontos
	a	b	c			a	b	c	
E7 / 1				5	E6 / 2				0
E16 / 3				5	E4 / 4				5
E5 / 5		x		5	E11 / 6		x		5
E2 / 7				5	E1 / 8				5
E12 / 9				5	E9 / 10				5
E15 / 11		x		5	E13 / 12		x		5
E10 / 13				5	E8 / 14			x	0
E14 / 15			x	5	E17 / 16				5
E2 / 17	x			0	E11 / 18				5
Total				40	Total				35

6.2.2 *Que os jogos comecem! ... Ops, ... “O” jogo “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*”*

Nesse segundo jogo (*Que os jogos comecem! ... Ops, ... “O” jogo “Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*”*)⁵⁶, construído sob princípios, “*layout*”, regras e objetivos similares aos do primeiro, implementou-se a segunda parte do módulo de ensino.

Para o jogo, os alunos optaram por permanecer nos mesmos grupos da última atividade. O grupo correspondente a cor amarela, antes designado “Maçã”, foi (re)nomeado “Gaussianos” e foi formado por E1, E6, E8, E9, E11, E17 e E18 (estudante ausente na primeira atividade); enquanto que o grupo azul, formado por E2, E3 (estudante faltante na primeira atividade), E7, E10, E12, E14, E15 e E16, permaneceu como “Newtonianos”. Sob essa perspectiva, e ao longo da realização da referida atividade, 15 alunos se fizeram presentes na aula, resultando em três estudantes ausentes: E4 e E13 do grupo “Gaussianos” e E5 do grupo

⁵⁶A atividade referida encontra-se disponível em: <https://prezi.com/k3v3iwdimvik/que-os-jogos-comecem-ops-o-jogo-do-encantamento-ao-horror-cientifico-as-pinceladas-de-joseph-wright-em-the-orrery-e-em-the-air-pump/>. Acesso em: 16 Out. 2017.

“Newtonianos”. Com um membro a menos, foi permitido ao grupo “Gaussianos” a possibilidade de se usar duas vezes a ajuda de um *colega universitário*, sendo que o outro grupo somente teria acesso, a essa ajuda, uma vez.

A ambos os grupos distribuíram-se 9 perguntas e a cada uma delas atribuiu-se o valor de 5 pontos; com exceção das questões 17 e 18, cujo valor era de 10 pontos. A diferença na pontuação das últimas questões visava possibilitar aos membros de um grupo a chance de vencerem caso estivessem atrás do grupo concorrente; em outras palavras, era uma maneira de fornecer motivação aos alunos até o final do jogo.

Assim, o primeiro estudante a responder a questão 1 foi E15 dos “Newtonianos”. A partir dessa questão, especificadamente na alternativa (a), objetivava-se ressaltar a relevância e influência do contexto social, científico, tecnológico e artístico do século XVIII para o desenvolvimento das duas pinturas de Joseph Wright. E15 respondeu que a alternativa correta era a (a) e justificou sua opção ao ponderar que “[...] lendo a história em quadrinhos e o texto dá pra perceber que a Sociedade Lunar, pelo fato deles [os seus membros] trocarem informações sobre o processo técnico e científico, com certeza [...] ajudou ele (Joseph Wright) no desenvolvimento das pinturas [...]”.

Inseridos, portanto, em sua própria maneira de conceber, ver e interpretar o mundo, o mundo concebido pelas próprias crenças filosóficas, epistemológicas e religiosas, nas quais o artista encontra-se imerso, diferentes povos vivenciaram maneiras peculiares de transpor para uma superfície plana os objetos do espaço, imbricados numa cultura visual própria. (FLORES, 2007, p. 29)

E17, do grupo “Gaussianos”, foi o próximo aluno a ser sorteado para responder a questão 2. Na referida questão tinha-se como intuito discutir na alternativa (c) sobre as influências exercidas sobre Joseph Wright, com base nos temas retratados pelo mesmo em seu conjunto de obras *Candle Light*. E17 respondeu que a alternativa correta era a (c), “[...] a qual envolve discussões filosóficas e experimentais ocorridas no século XVIII.”

A questão 3 foi sorteada para E7 do grupo “Newtonianos” e nessa questão objetivava-se argumentar os múltiplos papéis atribuídos aos experimentos científicos. Por contraexemplificar as informações discutidas na questão 3, a alternativa (d) foi considerada incorreta. Desse

modo, E7 respondeu que a alternativa errada para a questão 3 era a (d). Segundo este estudante “[...] eles [os experimentos] não têm o único papel de corroborar ou de refutar teorias. [...] Depende do contexto em que o cientista está inserido, das condições que ele tem para fazer o experimento [...]” e etc.. Desta forma, a experimentação, como uma atividade científica, exerce diferentes papéis na busca pelo entendimento da natureza, portanto, ela não se enquadra no estereótipo de um método rígido (FEYERABEND, 1977; HACKING, 1983).

A questão 4 foi respondida por E11 do grupo “Gaussianos”. Através da referida questão visava-se salientar os construtores da primeira versão rudimentar da bomba a vácuo (PEDUZZI, 2015c) retratados na alternativa (c). E11 respondeu que a alternativa correta era a (c):

Porque teve o seminário [sobre os hemisférios de Magdeburgo]. Na letra (b) fala de Hooke e no texto [Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*] que a gente teve que ler não mencionava sobre isso, não tinha. E na letra (a) se contradiz com a letra (c). E na (d) Guericke veio antes.

Para a questão 5 sorteou-se E14, pertencente ao grupo “Newtonianos”, e partir dela, na alternativa (b), ponderou-se sobre a relevância da HFC para o ensino e para a compreensão da construção do conhecimento científico. E14, com dúvidas, solicitou a ajuda dos *colegas universitários*, os quais sugeriram como resposta a alternativa (b). Sobre essa escolha E14 ponderou:

[...] que mais faz sentido pra mim no item (b) é que mostra que *a ciência é muito mais “viva”, dinâmica, pluralista e humanística do que aparenta ser*; por exemplo, as próprias pinturas [...] desse pintor que a gente viu e leu, agora, retrata bem isso, bem essa questão, que você tinha na Sociedade Lunar, aqueles encontros [...] e tal. Então, o item (b) contempla mais isso.

Na questão 6, respondida por E9 do grupo “Gaussianos”, visava-se, na alternativa (a), evidenciar a influência das reuniões científicas da Sociedade Lunar – que tinham como cerne principal a demonstração de experimentos a um certo grupo de pessoas – sobre o pintor Joseph Wright e suas obras. E9 mencionou que a alternativa correta era a (a) e justificou: “É a (a), pois evidencia *a existência e influência do contexto social, científico e cultural existente no século XVIII*”. Verifica-se, então, que estudiosos, em seus trabalhos, são condicionados por valores culturais, científicos, étnicos, sociais, econômicos, políticos, por suas subjetividades, especificidades, expectativas, interesses, pelo contexto

histórico no qual se encontram inseridos, dentre tantos outros (GIL PÉREZ *et al.*, 2001).

Já a questão 7 foi destinada à E2 do grupo “Newtonianos” e nela tinha-se como intuito ressaltar por meio da alternativa (b) uma das motivações de Joseph Wright para a representação dos cenários envolvendo demonstrações e experimentos científicos, voltados a um público privado, em suas pinturas. E2 requisitou a ajuda de um *colega universitário*, sendo o escolhido E3 que eliminou as alternativas (a) e (d). Sob tal perspectiva, E2 considerou como correta a alternativa (b), pois “[...] as demonstrações de experimentos eram voltadas para uma classe abastada”.

Quanto a questão 8, indagada a E1 do grupo “Gaussianos”, objetivava-se debater sobre os experimentos (o planetário (*orrery*) e à bomba a vácuo) retratados por Joseph Wright em suas duas pinturas. Por apresentar informações contrárias ao objetivo da questão, considerou-se a alternativa (c) como errada. Sob tal perspectiva, E1 respondeu que a alternativa incorreta era a (c) devido a incorporar a discussão de que os experimentos eram destinados a todos os públicos e, portanto, acessível a qualquer cidadão, sendo que “[...] os experimentos eram realizados para as classes mais altas, pois podiam contribuir financeiramente e, também, era uma forma de divulgar a ciência [...], portanto, não eram direcionados a toda a população” (E1). Nesse caso, as exposições científicas eram consideradas privadas e, portanto, limitadas a poucos (JORGE; PEDUZZI, 2017).

E16, do grupo “Newtonianos”, foi responsável por responder a questão 9. Nessa questão, teve-se como intuito debater, na alternativa (a), que o processo sequencial de uma HQ, contrastando com o de filmes, não inibe a imaginação do leitor. E16 respondeu que a alternativa correta para a questão 9 era a (b) e argumentou que ficou em dúvida entre (a) e (b): “Eu achei que *a sequência de uma HQ, de fato, exibe a quantidade necessária de quadros (ou painéis) da mesma forma com que o cinema o faz através de filmes*”. Acerca desse caso, e segundo Eisner (2005), pode-se considerar que a sequência de quadros dispostos em uma HQ torna-se muito menos contínua do que a sequência composta para um filme em um mesmo e curtíssimo intervalo de tempo – fala-se em vários quadros por segundo. Verifica-se, então, que a sequência de histórias em quadrinhos possibilita que lacunas sejam criadas, entre uma cena e a seguinte, e preenchidas via a imaginação do leitor.

A questão 10 foi sorteada para E18, pertencente ao grupo “Gaussianos”, e por meio dela visava-se abordar o fato da criatividade

se fazer presente em diversos ambientes; sejam eles artístico, científico, pedagógico ou etc.. Mediante isso, a alternativa que contraexemplificava a conjectura relativa à questão 10 era a (b) e E18 solicitou a ajuda dos *colegas universitários* para respondê-la. Em consenso, o grupo “Gaussianos” considerou que a alternativa incorreta era a (b) “[...] por apresentar a criatividade como um *dom divino, que favorece apenas um grupo seletivo de sujeitos*” (E18). Em contraste com as informações apresentadas na alternativa (b), Testoni (2013, p. 22) alega “[...] que a criatividade pode [sim] ser desenvolvida [...]”.

Na questão 11, respondida por E10 do grupo “Newtonianos”, ressaltou-se através da alternativa (c) a relevância didático-pedagógica de se trabalhar com as pinturas de Joseph Wright na formação de professores e de cientistas. E10, portanto, avaliou que a alternativa correta era a (c) e expos que “[...] a (c) se encaixa perfeitamente em tudo que lemos nos textos e nas histórias em quadrinhos, pois eles [os quadros] incorporam discussões viáveis para a compreensão da construção do conhecimento científico [...]”.

Por meio da questão 12, designada a E6 do grupo “Gaussianos”, buscou-se apresentar argumentos favoráveis ao uso da HFC na formação de professores e de cientistas. Por contraexemplificar as informações discutidas na questão 12, a alternativa (d) foi considerada errada. E6 escolheu a (d) e, ainda, se posicionou: “Acho que está tudo dentro do contexto que a gente conversou [...]. Por exemplo, [...] fala das *concepções metafísicas e místicas*, e eu acho que isso só ajuda o conhecimento, pois a gente vê como outras pessoas pensavam”. Segundo Moura (2014, p. 41), “estudar a história e filosofia da ciência é compreender as origens das ideias científicas e as diversas influências sofridas e exercidas por elas”. É evidenciar os meandros da construção do conhecimento científico, contextualizando e humanizando as ciências.

Ao término da resposta, E6 comentou que sentiu certo nervosismo; sobretudo, por não ter acertado a questão 2 do primeiro jogo. Ele, ainda, se negou, nesse segundo jogo, mesmo em dúvida, a solicitar uma das ajudas disponíveis, pois queria demonstrar sua capacidade de se sobrepor à pressão do momento.

E13, do grupo “Newtonianos”, ficou encarregado da questão 13, na qual se propunha discorrer, a partir da alternativa (a), sobre os diversos papéis atribuídos aos experimentos científicos. E3 respondeu que a alternativa mais adequada para a questão 13 era a (a), pois condizia com o discutido na história em quadrinhos [parte 2] e no texto a ela relacionado; “[...] mostrando uma [pequena] parcela da infinidade

de papéis [e funções atribuídas aos] [...] experimentos” (E3). Sob esse viés, o experimento torna-se muito mais do que um mero “testador” de teorias (HACKING, 1983).

A questão 14 foi respondida por E8 do grupo “Gaussianos”. Nessa questão tinha-se como intuito exaltar as relações entre arte e ciência ao mencionar que podem contribuir para formar um cidadão mais participativo, crítico, criativo, produtivo e etc.. Por contraexemplificar as informações aludidas na questão 14, a alternativa (b) foi considerada incorreta. E8 ponderou, assim, que a alternativa errada era a (b) “[...] porque diz que *não há aproximações nem relações possíveis entre os campos da arte e da ciência* [...]”. Segundo Massarani, Moreira e Almeida (2006, p. 10), “o fazer artístico e o científico constituem duas faces da ação e do pensamento humanos, [...] que podem gerar o novo, o aprimoramento mútuo e a afirmação humanística”.

Acerca da questão 15, direcionada a E12 do grupo “Newtonianos”, objetivou-se, na alternativa (c), discursar sobre os vínculos com a Sociedade Lunar e os interesses de Joseph Wright por temas filosóficos e científicos. Nesse contexto, E12 escolheu a alternativa (c) porque nela “[...] fala que [na Sociedade Lunar] pode *realizar experimentos e demonstrações*”.

Para se responder as questões 16 e 18 novos sorteios tiveram que ser realizados devido ao grupo “Gaussianos” encontrar-se com 2 membros faltantes; o mesmo ocorreu para o grupo “Newtonianos”, na questão 17.

Dito isso, selecionou-se E17 para a questão 16, cujo objetivo era o de enfatizar na alternativa (b) que tanto o trabalho artístico quanto o científico incorporam aspectos de uma na outra para produzir conhecimentos. “Isso é natural porque a arte e a ciência [...] são aventuras para o desconhecido [...]” (MILLER, 1996, p. 326). E17 requisitou a ajuda de um *colega universitário*. O escolhido foi E9 e, este, eliminou as alternativas (a) e (d). E17 respondeu, então, que a alternativa correta era a (b). E9 argumentou que excluiu a (c) “[...] porque sempre que aparece a palavra “gênio”, [já] cancela [a alternativa]” e eliminou a (d) porque “[...] sempre há influências [...]” (E9). Sob outro viés, E17 complementou a fala de E9 ao expor que na “[...] (c) [é dito que] *artistas não se beneficiam das criações de cientistas*, o que também não é verdade”.

E2, do grupo “Newtonianos”, tornou-se responsável por responder a questão 17, na qual tinha-se como intuito destacar, na alternativa (b), a diversidade de saberes envolvidos no desenvolvimento

e apreciação de uma história em quadrinhos (EISNER, 2001). E2 discursou que a alternativa correta era a (b) “porque [...] [nela se] apresentam uma combinação de empregos visuais, literários, científicos, dentre outros”.

Quanto ao momento que envolveu a última questão, ressalta-se a relevância de fazê-lo digno de nota; assistia-se “aos 45 min do segundo tempo”, os “Newtonianos” estavam liderando o jogo com 5 pontos de vantagem. Contudo, os “Gaussianos”, ainda com uma pergunta a responder, tinham a oportunidade de virar o jogo, caso acertassem a questão 18 de 10 pontos. Ela foi, enfim, passada à E8 do grupo “Gaussianos”. Nela, visava-se exprimir por meio da alternativa (a) uma possível interpretação – segundo a parte 2 da HQ e de seu texto correlato – para o adulto que fazia uso de um relógio na tela “*An experiment on a bird in the air pump*” de Joseph Wright. Isso, porque, segundo Flores (2007, p. 86):

[...] as interpretações de um quadro são múltiplas e mesmo contraditórias. Não será jamais a partir dele que poderemos simplificar todos os saberes, as concepções, as crenças, as bases filosóficas de um povo que, por sua vez, interage com a representação do real.

E8 driblou a questão ao solicitar a ajuda dos *pós-graduandos*, os quais eliminaram as alternativas (d) e (c); restaram, então, (a) e (b). Quando E8 optou pela alternativa (b), os “Newtonianos” foram ao delírio (tabela 2)! E8 mencionou, então, que o *indivíduo com o relógio parecia assumir uma postura de observador pretensamente neutro e isento ao fato observado*, mas que se confundiu com *uma observação carregada de pressupostos teóricos e de muitas outras influências externas* (b) com *uma observação livre de pressupostos teóricos e de quaisquer outras influências externas* (a).

Tabela 2 – A disposição das pontuações; dos acertos e erros relativos às questões; e das ajudas utilizadas [(a) dos *pós-graduandos*, (b) dos *colegas universitários* e (c) de um *colega universitário*] no segundo jogo.

Grupo Azul				Grupo Amarelo					
<i>Newtonianos</i>				<i>Gaussianos</i>					
Estudantes/ Questões	Ajuda			Pontos	Estudantes/ Questões	Ajuda			Pontos
	a	b	c			a	b	c	
E15 / 1				5	E17 / 2				5
E7 / 3				5	E11 / 4				5
E14 / 5		x		5	E9 / 6				5
E2 / 7			x	5	E1 / 8				5
E16 / 9				0	E18 / 10		x		5
E10 / 11				5	E6 / 12				5
E3 / 13				5	E8 / 14				5
E12 / 15				5	E17 / 16			x	5
E2 / 17				10	E8 / 18	x			0
Total				45	Total				40

6.3 Na segunda intervenção, uma nova verificação: a coleta, o registro, a organização, a sistematização e o tratamento dos dados

A referida investigação, com enfoque crítico-dialético (SÁNCHEZ GAMBOA, 2000, 2012), utilizou a observação etnográfica (MICHAEL, 2009) como instrumento para a coleta dos dados, os quais foram registrados por meio da produção escrita dos sujeitos da pesquisa que se deu por meio de duas avaliações dissertativas, previstas na disciplina ECF. As avaliações foram desenvolvidas individualmente pelos alunos, os quais tiveram acesso aos enunciados das questões através do *Moodle* da disciplina antes das datas marcadas para cada prova. O desenvolvimento das avaliações, por parte dos alunos, ocorreu fora do período de aula, sendo fixado, *a posteriori*, um prazo para entrega das mesmas. Durante esse processo os alunos podiam sanar eventuais dúvidas. Por fim, ao serem corrigidas, as provas foram disponibilizadas aos alunos para conferência e, posteriormente, devolvidas à pesquisadora para uma subsequente análise.

À vista disso, foram selecionadas três questões (uma da primeira avaliação e duas da segunda avaliação) para a realização da análise. As

questões elegidas foram aquelas especificamente relacionadas à pesquisa⁵⁷, cujos enunciados são, respectivamente:

Questão 1 (Q1)

1) Desenvolva uma análise crítica sobre:

- a) O texto da história em quadrinhos [parte 1] (As pinceladas anti-newtonianas de William Blake);
- b) A história em quadrinhos [parte 1– versão 2] (As pinceladas anti-newtonianas de William Blake).

Obs.: Aborde a não neutralidade da observação a partir da relação entre arte e história e filosofia da ciência na sua argumentação.

Questão 2 (Q2)

2) Desenvolva uma análise crítica sobre:

- a) O texto da história em quadrinhos [parte 2] (Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*);
- b) A história em quadrinhos [parte 2] (Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*).

Obs.: Incorpore, na sua argumentação, a discussão sobre o papel dos experimentos (planetário e experimento com o pássaro – bomba a vácuo) presentes nas telas “*The orrery*” e em “*The air pump*” a partir da relação entre arte e história e filosofia da ciência.

Questão 3 (Q3)

3) A HQ [parte 1 e 2], no âmbito do módulo de ensino, condiciona a se pensar no desenvolvimento de uma prática pedagógica e científica mais reflexiva, diversificada e inventiva? Se a resposta for positiva, explique de que modo, cite exemplos e etc. Caso a resposta seja negativa, por gentileza, justifique.

A análise dos dados, referente às respostas dissertativas das questões 1 (Q1), 2 (Q2) e 3 (Q3), respaldou-se na teoria fundamentada construtivista (TFC) de Charmaz (2006, 2008), na qual se empregou, no

⁵⁷ As demais questões formuladas nas duas avaliações são: (a) *Faça uma análise crítica de um tema histórico discutido por um material didático (livro de ensino médio ou universitário, livro de divulgação científica, vídeo) tendo como referencial o texto “Força e movimento: de Thales a Galileu” e/ou o texto “Da física e da cosmologia de Descartes à gravitação newtoniana”* – (presente na primeira prova); e (b) *Considerando os conteúdos do livro “Do átomo grego ao átomo de Bohr”, analise criticamente o papel do experimento na construção de conhecimentos* – (presente na segunda prova).

mínimo, duas codificações: a inicial e a focalizada. A codificação inicial envolveu um estudo rigoroso de fragmentação dos dados, isto é, a partir da transcrição do material coletado, selecionaram-se palavras-chave em alguns trechos da escrita dos alunos (como observação, experimento, arte, HFC e etc.). Posteriormente, na codificação focalizada, utilizaram-se os códigos iniciais, oriundos da primeira codificação, mais significativos ou frequentes para classificar, sintetizar, integrar e organizar a quantidade total de informações para formar categorias (CHARMAZ, 2006, p. 47-60), as quais foram construídas e interpretadas a partir da relação da pesquisadora com os dados.

Sendo assim, nas questões 1 (Q1) e 2 (Q2) a análise, a partir das codificações inicial e focalizada, concentrou-se nos argumentos críticos dos alunos acerca de que em que medida a HQ [parte 1 e 2] e os textos viabilizam (ou não) debates entre os aspectos da ndc correspondentes a não neutralidade da observação e ao papel do experimento no empreendimento científico, mediante a subsequente análise da pintura de William Blake e das de Joseph Wright, isto é, utilizando das relações entre arte e HFC.

Na questão 3 (Q3), buscou-se analisar (CHARMAZ, 2006) se o módulo de ensino a partir de sua inserção em sala de aula proporcionou discussões e debates acerca das possibilidades de se pensar a ciência, bem como outros campos do saber, sob novas perspectivas. Em outras palavras, se “[...] à pergunta de pesquisa instigante proposta inicialmente” (MASSONI, 2013, p. 16) – Que contribuições educacionais uma história em quadrinhos (HQ), frente a um módulo de ensino e a partir de um exercício particular de pensamento e argumentação entre certos aspectos da natureza da ciência (ndc) e algumas pinturas, pode propiciar ao contexto da formação de professores e de bacharéis em física? – foi respondida ao se propor aos futuros professores e cientistas reflexões sobre o desenvolvimento de uma prática pedagógica e científica mais diversificada e criativa.

6.3.1 Exaltando-se relações: sobre a Questão 1 e a Questão 2

Devido a fins práticos e ao objetivo de se verificar em que medida as relações entre arte e HFC foram exaltadas e externalizadas pelos alunos, tanto na questão 1 (Q1) quanto na questão 2 (Q2) realizaram-se análises que envolveram os dois itens (a) e (b); pois tanto a HQ [parte 1 e 2] quanto seus textos correlatos são complementares e indispensáveis para a compreensão de um todo mais abrangente denominado módulo de ensino e para o conteúdo inerente a ele.

Sendo assim, com o uso da codificação inicial, selecionaram-se trechos, de interesse para a pesquisa, acerca das respostas dissertativas dos 18 alunos – a amostra da investigação. Os recortes foram designados como códigos iniciais e, perante o uso da codificação focalizada, foram reagrupados em categorias para se obter uma maior coerência da análise dos dados (CHARMAZ, 2006). A seguir, discorrem-se sobre os resultados interpretados a partir da relação da pesquisadora com os dados.

6.3.1.1 Na Q1, a observação, a HQ, seu texto e a obra de William Blake: Analisar-se outra vez

Tendo em vista, então, as informações aludidas anteriormente, apresentam-se os quadros 1, 2 e 3, seguidos, respectivamente, por reflexões acerca dos códigos selecionados e das categorias construídas conforme as informações presentes na Q1.

Quadro 1 – A verificação da inexistência de uma observação neutra a partir da subsequente análise de uma pintura exemplifica as relações entre arte e HFC.

Amostra	Códigos	Categoria 1
E1	Vivendo a revolução industrial inglesa e o período iluminista no final do século XVIII, Blake se torna crítico da tradição científica e racional que se desenvolvem neste período. Nesta época também se desenvolvia o Romantismo, que confronta os desenvolvimentos científicos e o racionalismo da época. [...] o contexto em que Blake vivia o levou a pintar “Newton” de tal Forma. Aqui podemos exemplificar bem a noção de não neutralidade na observação.	A confluência entre arte e HFC como mediadora para a discussão da não neutralidade na observação científica por meio da pintura “Newton” de William Blake.
E3	Mostra-se o contexto histórico de Blake, situando-o no movimento Romântico, que foi marcado pelo sentimento da melancolia diante de uma Revolução Industrial que submete as pessoas a condições degradantes e em que se perderam os ideais revolucionários de liberdade, igualdade e fraternidade. É o imperativo da razão iluminista. [...] o que se observa é o que se interpreta, e vice-versa, pois a	

	interpretação influencia e é influenciada pelo observado [...].	
E4	<p>Apesar de o romantismo estar em vigor, o cenário vivenciado no período é o da revolução industrial, grandes fábricas e uma gritante mudança não só na paisagem como no estilo de vida das pessoas na cidade. A ciência tida como alavanca para essas mudanças faz-se passível de crítica aos idealizadores de outra realidade como a do romantismo.</p> <p>Apesar [...] das motivações e críticas embutidas na pintura, através do diálogo da estudante com o guia, nos fica claro a não neutralidade da observação e como o pensamento crítico mediante as informações como contextualização histórica, leva a conclusões coerentes.</p>	
E6	<p>O [...] contexto histórico vivido pelo pintor [...] William Blake [...] foi marcado pelo Iluminismo e pela Revolução Industrial na Inglaterra.</p> <p>[...] as pinturas de Blake são marcadas pelo Romantismo, que foi um movimento artístico, político e filosófico surgido nas duas últimas décadas do século XVIII na Europa.</p> <p>[...] os fatores externos [...] estavam moldando o pintor, tanto como artista, quanto como indivíduo.</p> <p>[...] a observação não tem caráter neutro, e depende do meio social em que o observador está incluso [...].</p> <p>[...] até mesmo o guia e a estudante tiveram interpretações diferentes, ainda que observando a mesma tela.</p>	
E9	<p>William Blake era adepto ao romantismo (movimento artístico, político e filosófico gerado sob impacto da revolução industrial no fim do século XVIII) e, por isso, confrontava a ciência por ser unicamente racional e estabelecer limites para o pensamento, quando a imaginação teria de ser livre de restrições do mundo.</p>	

	<p>A rebelião de William Blake para com a ciência, impulsionada pelas circunstâncias da época da revolução industrial que diretamente o marcaram, gerou a obra crítica “Newton” e mostrou mais um exemplo de não neutralidade da observação [...].</p>	
E13	<p>[...] William Blake [...] viveu no período do iluminismo e da revolução industrial na Inglaterra. O Romantismo entrava neste cenário e influenciava fortemente as obras de Blake, pois, os românticos em questão foram os primeiros poetas a confrontar a ciência.</p> <p>Blake [...] não acreditava nesse aspecto puramente científico, pois isso limitaria a criatividade e imaginação humana.</p> <p>[...] cabe salientar [...] o equívoco do termo “observação científica neutra”, pois, o ato de observar está intrinsecamente atrelado ao observador.</p> <p>[...] um bom exemplo [disso é a] personagem que interpreta uma pintura de Blake de maneira diferente que o guia propõe, já dando a entender que uma observação nunca é neutra.</p>	
E14	<p>[...] o contexto histórico em que o pintor está inserido é de suma importância para a produção [da] [...] obra “Newton” [...]. William Blake era um profundo romantista, principalmente durante a revolução industrial [...]. Uma espécie de revolucionário que lutava contra o materialismo e o mecanicismo crescente durante a época.</p> <p>Blake sofreu sim interferências e influências do tempo em que vivia. Sua visão não-neutra era compartilhada com diversos outros artistas e mostra que qualquer um sofre influências de seu contexto.</p>	
E18	<p>Viveu o período do Iluminismo e da Revolução Industrial na Inglaterra, e como tudo estava se tornando mais racional e material, ele confrontava, por</p>	

	não acreditar, a ciência. Estava no meio do romantismo, a mente era livre para pensar e ‘viajar’, o que era positivo para suas obras. Sem dúvidas todos esses fatores influenciaram muito na sua forma de ver a vida, [...] refletia nos seus poemas e nas suas obras de arte, mostrando que a observação não é neutra.	
--	---	--

De acordo com os códigos iniciais do quadro 1 e de sua respectiva categoria, verifica-se que E1, E3, E4, E6, E9, E13, E14 e E18 discorreram sobre a não neutralidade da observação a partir da pintura “Newton” de William Blake. Como subsídio para tal discussão utilizaram explicitações acerca dos acontecimentos históricos do século XVIII – época da Revolução Industrial, Iluminismo e Romantismo na Inglaterra – presenciados pelo pintor, bem como sobre seus pressupostos teóricos e sua concepção de mundo. Mencionaram, também, o quão relevante esses eventos se mostraram a Blake, a ponto de exercerem influência sobre o modo como retratou sua pintura; como quando o fato de ser caracterizado como romântico o levou a construir concepções renegadas à ciência.

À vista disso, considerou-se que esses alunos estabeleceram relações significativas entre arte e HFC acerca dessa primeira parte do módulo de ensino discutido em aula, isto devido “a ciência fornece[r] a motivação racional, que nutre a intuição estética e artística, e a arte oferece[r] instrumentos intuitivos para se apropriar dos conceitos que a ciência propõe” (PUJOL, 2002, p. 16).

Quadro 2 – A discussão da não neutralidade na observação sem a descrição de relações explícitas entre arte e HFC.

Amostra	Códigos	Categoria 2
E2	A arte contempla muitos elementos associados a nossa vivência, e isto envolve muitos contextos. Quando olhamos [...] para uma tela pintada ou uma HQ o observador interpreta com base na sua experiência de vida. [...] Os diálogos [dos personagens] são claramente influenciados a levar o leitor a pensar sobre a não neutralidade na observação.	A conjectura de que inexistente observação neutra sem a devida descrição dos acontecimentos históricos e das relações entre arte e HFC como fundamento para tal consideração.

E8	<p>A forma como a história se dá é bem clara e específica o que ajuda o leitor a entender o principal motivo da HQ ser criada, discutir ciência através da pintura e o contexto sob o qual ela foi pintada. Ela trás, além disso, a tona a questão da não neutralidade na observação o que pode ser discutido e entendido pelo leitor.</p>	
E10	<p>Blake viveu em um período marcado pelo Iluminismo e pela Revolução Industrial: tais fatores moldaram uma nova maneira de se fazer ciência, caracterizada agora por um tom mais mecanicista, racional, calcada em termos materiais.</p> <p>O texto aborda a não neutralidade das observações de forma clara: traz os contextos em que Blake e Newton estavam inseridos; a partir da análise da obra constrói uma possível interpretação de Blake, aliada com sua negação da ciência do tempo em que viveu, e utiliza de fatos históricos para corroborar a tese de que a observação na ciência não é neutra [...].</p> <p>[...] o ato de observar, é também automaticamente, um ato interpretativo.</p>	
E12	<p>É feita [...] uma análise [...] [d]o Newton, analisando o contexto histórico [...] e como o pintor do quadro via o personagem pintado [...].</p> <p>Nota-se [...] uma distinção de ideias entre Alice e o guia.</p> <p>É muito curioso o fato dos dois personagens discutirem essa não neutralidade enquanto vivenciam esse mesmo enredo. Mostrando, então, que mesmo quando a intenção é observar algo de forma imparcial, acaba-se recaindo em sua própria perspectiva.</p>	
E15	<p>[...] o texto fornece detalhes e discussões interessantes sobre a não neutralidade na observação científica, e</p>	

	para isso se utiliza de fatos históricos sobre a vida do pintor e sua inspiração. [...] é retratado uma suposta divergência de opinião entre o Guia e Alice acerca do que Blake quis representar em sua obra.	
E16	O texto [...] e a história em quadrinhos [...] apresentam brevemente a vida e obra de William Blake, e o contexto histórico em que viveu. A partir de seu quadro “Newton” é levantado [...] a ideia de não neutralidade da observação. O artista viveu durante a revolução industrial e foi crítico às mudanças que a ciência e a tecnologia traziam ao seu mundo. [...] a observação científica, tal qual a de uma obra de arte, são processos sujeitos à parcialidades do observador.	
E17	Blake possuía uma percepção negativa sobre seu presente contexto histórico, se opondo a maneira da industrialização e à filosofia newtoniana. [...] a história fica mais interessante ao gerar uma discussão sobre os possíveis pontos de vista da mesma obra, mostrando a não neutralidade da observação.	

À vista do exposto no quadro 2, isto é, da categoria interpretada a partir da interação da pesquisadora com os dados (os códigos), notou-se que E2, E8, E10, E12, E15, E16 e E17 externalizaram discussões sobre a observação não ser neutra e fundamentaram tal conjuntura ao ponderarem como alguns fatores externos e internos à William Blake exerceram influência sobre a maneira como elaborou seus trabalhos. Há, nesse caso, menção, por parte desses alunos, da relevância do contexto histórico para o desenvolvimento da obra “Newton”, porém, não há descrição dos principais acontecimentos históricos que envolveram o teor da pintura.

Procurou-se, com a exemplificação de tais eventos, demonstrar que tanto o conteúdo da arte quanto da ciência são construções humanas e, também, contribuir para o desenvolvimento de suas dimensões de

modo mais crítico (MASSARANI; MOREIRA; ALMEIDA, 2006, p. 10).

Quadro 3 – A reminiscência de que a observação não é neutra e a intersecção quase inexistente entre arte e HFC.

Amostra	Códigos	Categoria 3
E5	[...] para descrever o que se passa na pintura analisada deve-se tentar entender um pouco do que William Blake passou em sua vida e a época em que viveu neste período, local e etc.	A “discussão” da não neutralidade da observação sem fins explicativos e o empenho na demonstração das relações entre arte e HFC.
E7	[...] arte e ciência [...] se relacionam com o momento histórico em que vivia William Blake. O texto traz [...] o momento histórico em que vivia William Blake e o que o levou a pintar sua obra [...].	
E11	William Blake [...] desenvolveu suas grandes habilidades de desenho desde criança sendo incentivado pelo pai. No texto [...] deixa-se mais claro sobre a vida de Blake. Na tela[,] [...] traz a representação de Newton, sozinho em meio dos seus pensamentos em um lugar tranquilo em que ele podia desfrutar da natureza, como se ele não se importasse nem em estar vestido, apenas passando para o papel suas ideias e teorias.	

A partir da interpretação das respostas de E5, E7 e E11, no quadro 3, avaliou-se a inexistência, ao menos explícita, de argumentos acerca da observação não ser neutra. A preocupação dos alunos pareceu pairar-se em uma breve e singela menção a fatores externos que podem ter influenciado o pintor, nesse caso William Blake, no ato da elaboração de sua obra “Newton”. Entretanto, não houve descrições sobre os famigerados eventos externos, assim como os internos, sendo esses de extrema relevância para a compreensão, em parte, da pintura.

Hanson (1958, p. 13-14) considera a necessidade de se fornecer um contexto; pois, ele é parte da própria imagem. O autor, ainda, destaca que o contexto de um quadro auxilia para uma melhor abstração, interpretação e compreensão do mesmo.

6.3.1.2 Na Q2, as pinturas de Joseph Wright, a HQ, seu segundo texto e os experimentos: Encantar-se com os argumentos

Quanto a segunda parte da implementação e análise do módulo, perante o uso da TFC de Charmaz (2006), apresentam-se os quadros 4, 5 e 6, com intuito de se obter uma maior compreensão das categorias construídas a partir dos trechos retirados da Q2 na avaliação 2, a ponto de se exaltar as relações entre arte e HFC por meio da discussão do papel dos experimentos nas pinturas “*The orrery*” e “*The air pump*” de Joseph Wright.

Quadro 4 – A constatação dos papéis outorgados a experimentos presentes em duas pinturas revela relações entre arte e HFC.

Amostra	Códigos	Categoria 4
E1	Joseph Wright [...] nasce [...] em um período marcado pela revolução industrial e pelo Iluminismo. O contexto das experiências pessoais de Wright [...] possivelmente influenciaram seu trabalho artístico. Convivendo com mentes científicas da sua época, observa o desenvolvimento científico sendo compartilhado entre [...] estudiosos através de debates e experimentos, que ganham sua atenção e o fascina [...]. [...] a experimentação é um tema central. [...] Wright pode ter utilizado da representação de demonstrações experimentais visando [...] promover a divulgação do conhecimento científico desenvolvido [...].	Os entrelaces entre arte e HFC como consequência da exteriorização dos múltiplos papéis atribuídos aos experimentos a partir das telas “ <i>The orrery</i> ” e “ <i>The air pump</i> ” de Joseph Wright.
E3	Joseph Wright [...] inicia suas pinturas com cenas de vela e os efeitos da luz, na verdade do claro-escuro à Caravaggio. Oriundo de uma cidade que assistira rapidamente à industrialização, descreveu em suas telas não apenas o processo industrial, mas também os experimentos científicos, de que se trata em <i>The orrery</i> e em <i>The air pump</i> , ele	

	<p>próprio testemunha, por suas amizades na Sociedade Lunar, dos experimentos científicos e dos maquinários e instrumentos, em plena revolução industrial.</p> <p>Se os experimentos precisavam de “testemunhas”, como propunham as sociedades científicas inicialmente, vão tornar-se um momento de divulgação científica [...].</p>	
E4	<p>Sua participação na sociedade lunar tinha por intuito discutir temas ligados a conhecimentos científicos e tecnológicos, assim como, o contexto do iluminismo no qual estava inserido, o conduziu a uma obra bastante adversa à de William Blake.</p> <p>[...] sobre a primeira tela observada (“[...] <i>the orrery</i>”), o sistema solar está expresso pelo viés científico embasado fortemente nos avanços realizados por Newton em sua formulação da gravidade e está fascinando os espectadores interessados nos conhecimentos científicos, como, de fato, se via no contexto do iluminismo.</p> <p>Quanto [n]a segunda pintura (“<i>The air Pump</i>”) [...] é retratado [...] um pássaro numa bomba de vácuo.</p> <p>[...] um observador, segura um relógio na mão, o que pode representar [...] a valorização da precisão experimental e do controle completo sobre os experimentos. Isso poderia levantar a questão de se ter representado na tela, uma ciência muito menos necessitada de teoria com o centro nos resultados experimentais.</p>	
E6	<p>[...] a Europa foi palco de profundas transformações e atingiu todos os domínios, tanto de cunho social quanto político, científico, artístico, etc. Nesta época se compreende a Revolução Industrial na Inglaterra, mudando drasticamente o conceito popular sobre</p>	

	<p>ciência [...]. É neste contexto que Joseph Wright faz suas telas, e tenta passar todo este novo contexto histórico que estavam vivendo em sua época. O fascínio de Wright também supostamente se deve à sua amizade com [...] estudiosos da [...] “Sociedade Lunar” [...]. [...] Wright está inserido em um contexto onde a ciência é debatida e questionada, inclusive através de experimentos, e isso é retratado em suas telas [...]. [...] na obra “<i>The Orrery</i>” [...] trata-se de uma aula filosófica que utiliza um experimento científico (simulado) para explicar a movimentação dos astros. [...] na tela “<i>The Orrery</i>”, nota-se novamente um público atraído por uma experiência, desta vez associada à pressão do ar.</p>	
E9	<p>O fascínio do artista para com arte, filosofia e ciência pode ter sido influenciado e fortalecido pelas relações amigáveis que mantinha com estudiosos [...] da Sociedade Lunar, onde era comum discussões sobre progressos científicos, além de experimentos e demonstrações. Wright viveu em uma época onde o uso da razão era fortemente incentivado – o movimento intelectual Iluminismo do século XVIII. Nessas duas obras apresentadas, é frisada a importância da experimentação científica na formação do conhecimento [...] servindo para divulgação e [...] explicações científicas.</p>	
E10	<p>[...] fica evidente a influência sob Wright de movimentos como o iluminismo, que muito influenciou a Sociedade Lunar, na qual pertenciam diversos amigos do pintor – o que justifica seu grande interesse pela ciência retratada em suas obras. [...] ele demonstra os experimentos,</p>	

	explica e ensina [...].	
E11	<p>[...] a Europa foi o palco de grandes transformações, fruto de uma evolução mental com novas ideias e novos conceitos tiveram repercussão ao longo dos domínios sociais, políticos, econômicos, religiosos, científicos e artísticos.</p> <p>Joseph Wright foi um pintor que retratava as suas obras, com base em discussões filosóficas e experimentais ocorridas no século XVIII [...].</p> <p>Com essas duas obras apresentadas, conseguimos ver a importância dos experimentos, a partir da arte, para a construção do conhecimento, trazendo novas percepções para todos os presentes na [...] Sociedade Lunar. Podemos perceber o grande papel da experimentação, que desperta no público as curiosidades em saber o porquê das coisas [...].</p>	
E13	<p>Joseph nasceu [...] [na] época em que ocorria a Revolução Industrial e também Iluminismo na Inglaterra. Este período foi responsável por grandes revoluções, entre elas a disseminação de ideias e conceitos em todos os aspectos, como social, científico, artístico, etc.</p> <p>[...] Sendo assim, esses experimentos tinham como objetivo [...] divulgar o conhecimento científico [...].</p>	
E15	<p>Europa passava por um período de intensas transformações, devido a Revolução industrial [...] [e a] Iluminismo [...].</p> <p>Além desse importante contexto histórico, o texto também discute a importância da “Sociedade Lunar” nos trabalhos de Wright.</p> <p>[...] uma característica importante acerca dos experimentos apresentados nas pinturas, é que os mesmos tinham como objetivo promover a divulgação do conhecimento científico [...].</p>	

	Existem discussões relativas a arte que também são significativas [...]. Pode-se destacar que um elemento em comum entre as obras estudadas é o jogo de sombras e de luz, técnica de pintura que dá perspectiva e profundidade as obras.
E16	Essas pinturas do autor, com uso do claro-escuro, apresentam a realização de duas demonstrações científicas para uma pequena plateia. Wright viveu no século 18, durante o auge do Iluminismo, e era próximo dos membros do Círculo Lunar [...]. As sociedades científicas eram comuns na Europa da época, e muitas vezes serviam de público para demonstrações científicas itinerantes, que visavam popularizar a ciência entre as classes mais abastadas.
E17	[...] vemos uma interessante perspectiva sobre a relação entre a arte e a ciência, dada de uma maneira bem acessível e atraente. Wright viveu em um dos séculos mais marcantes da história da ciência que foi o “Século da Razão” [...], quando novas ideias foram introduzidas e causaram uma revolução em distintas esferas, desde na ciência até na arte, política e religião. Isso, em combinação com suas circunstâncias (criação, amizades etc), fez com que ele tivesse uma opinião bastante positiva a respeito do desenvolvimento científico, e acaba representando isso em suas obras [...]. Ambos experimentos ilustrados nas pinturas são realizados para divulgar o conhecimento científico – não para todos, mas apenas para aqueles abastados o suficiente.
E18	Como vimos Joseph Wright viveu um período de revolução doutrinária, tempo da Revolução Industrial e do Iluminismo, onde também tinha muitos amigos que eram pesquisadores e

	<p>estudiosos que faziam parte da elite erudita. Certamente isso foi um fator determinante para todos os detalhes de conhecimento que estão presentes nas suas obras, que tem temas sofisticados e uma técnica “detalhista e apurada”.</p> <p>Talvez, com essa obra, o pintor queria promover a divulgação do conhecimento científico desenvolvido [...].</p>	
--	---	--

No discurso de E3, E15 e E16, ou seja, nos códigos iniciais do quadro 4, evidenciaram-se relações significativas entre as esferas da arte e da HFC. As exposições desses alunos, principalmente as de E3, ultrapassaram as expectativas sobre o campo da arte, discutidas em aula, e de como esse cenário contribuiu para (e influenciou) as representações das telas de Joseph Wright. Conquanto, a HQ [parte 2] e o texto a ela relacionado não mencionassem o recurso “estético dos caravaggistas”, que em Wright ganha contornos maiores, considerando-se que a luz ocupa o centro das telas, em uma alusão à centralidade da razão, ao se pensar que o contexto é o do Iluminismo, E3 surpreendeu e encantou com suas menções à arte e enlaces com a história e a filosofia da ciência. Ademais, isso mostrou um interesse pela compreensão da arte, não só da ciência, nas pinturas de Wright; o que pode ter sido um fator desencadeador para a curiosidade e busca de conhecimentos por parte desse aluno.

[...] o filósofo [...] Immanuel Kant (1724-1804) acreditava que a noção de belo se dá a partir da contemplação que um indivíduo faz de determinado objeto e, por meio desta contemplação, este indivíduo pode intuir e refletir sobre o que está a contemplar. O mesmo é válido para o contexto científico, em que nenhuma teoria natural é formulada de forma isolada, dependendo sempre de quem está a contemplar a natureza, bem como das hipóteses e questões estéticas internas que este indivíduo traz consigo [...]. (FERNANDES *et al.*, 2017, p. 511)

Verifica-se, ainda no quadro 4, que os alunos teceram considerações acerca de alguns papéis atribuídos aos experimentos presentes nas pinturas “*The orrery*” e “*The air pump*”; como o fator instrutivo, por vezes demonstrativo do conhecimento científico

(divulgação científica) ponderado por E1, E3, E6, E9, E10, E11, E13, E15, E16, E17 e E18; a busca pela obtenção de dados empíricos, que podem ou não ser “confiáveis”, como mencionado por E4; ou até mesmo a apresentação dos experimentos como forma de refinação de entretenimento por parte dos espectadores, como exposto por E11. A composição de tais argumentos ocorreu por meio de ligações explícitas, por vezes implícitas, entre os distintos campos do conhecimento (arte e HFC).

Concedeu-se, então, uma maior subjetividade às falas dos estudantes acerca da função atrelada aos experimentos mediante a subsequente análise das obras de Wright. Fato esse que demonstrou que o experimento pode ser, como já aludido, dirigido por objetivos sociais, históricos, culturais, epistêmicos e etc. (HACKING, 1983).

Quadro 5 – A discussão geral dos papéis dos experimentos sem intersecções significativas entre arte e HFC.

Amostra	Códigos	Categoria 5
E5	[...] há [...] uma complementação do contexto histórico quando há uma descrição breve da biografia de Joseph Wright [...], trazendo assim informações importantes a respeito da história da ciência e até mesmo da experimentação. O texto faz uma discussão a respeito do uso do experimento nesta época, que era para divulgar a ciência [...]. O que mais chama atenção é justamente a abordagem histórica da ciência juntamente com a arte para o ensino.	A menção e descrição geral dos experimentos e de suas funções nas obras de Joseph Wright por meio da convergência moderada entre as esferas da arte e da HFC.
E7	[...] podemos perceber a presença forte do experimento como instrumento de divulgação científica [...].	
E12	[...] nos quadros [...] mostram uma experimentação sendo significativa a existência de uma explicação sobre eles [...]. Ocorre uma troca de informações sobre a importância da experimentação no âmbito da época, que teriam demonstrações para o público, popularizando a ciência. Nos quadros	

	pode-se observar a presença de crianças, mostrando que o papel do experimento é, também, de cunho didático.	
--	---	--

Por intermédio do quadro 5, avaliou-se que E5 forneceu indicativo de uma momentânea e singela alusão ao campo da arte, não estreitando relações com outros acontecimentos históricos vivenciados por Joseph Wright, os quais compuseram um cenário mais propício para a compreensão dos experimentos e demonstrações científicas ilustradas pelo pintor em suas duas pinturas. Portanto, “[...] essa interpretação há de ser aprendida, não decorre diretamente do quadro” (FEYERABEND, 1977, p. 359).

Assim, E5, E7 e E12 debateram, de modo geral, sobre as funções dos experimentos nas obras de Wright em um contexto desconhecido que, embora se dê a conhecer de maneira subentendida, poderia contribuir para discussões mais ricas e significativas acerca das relações entre arte e HFC, por exemplo, ao mostrar “[...] que tanto o trabalho artístico quanto o científico são formas de expressar a criatividade, de inventar novas possibilidades, de ampliar a percepção da realidade e de conceber novas leituras do mundo” (FERREIRA, 2010, p. 277).

Quadro 6 – A acanhada explicação dos papéis dos experimentos e das relações entre arte e HFC.

Amostra	Códigos	Categoria 6
E2	O texto e a HQ em questão, são ótimos materiais para a discussão dos experimentos [...]. Vejo como essencial a mediação dos conceitos de uma obra para alguém que não conhece o contexto do pintor e do que se trata a pintura. O que mais me chamou atenção nas artes de Joseph Wright foi “ <i>The air pump</i> ” que na minha visão tem intenção de chocar o expectador por uma possível morte do pássaro presente na câmara.	A referência direta e vaga do conceito “experimento” e as intenções de contextualizar as ligações entre as esferas da arte e da HFC.
E8	A HQ [...] se contem nesse momento a explicar às diversas peculiaridades presentes nas duas telas e relacioná-las com a ciência, a história, a filosofia e	

	<p>também com a vida de Joseph Wright. O texto nos faz entender muito bem a influência do movimento científico e tecnológico exercida sobre a sociedade do século XVIII.</p> <p>Os experimentos estão imersos em um contexto histórico, podemos nos ater da arte para discutir o contexto filosófico que está imerso nas telas de Wright.</p>	
E14	<p>O contexto histórico e a vida do pintor se tornam fundamentais para entender as motivações [...] que o levaram a fazer as obras, que são explicadas pelo texto. Uma das passagens mais interessantes tratadas na história em quadrinhos é sobre o cunho de entretenimento dos experimentos [...] retratadas nas pinturas. O “show” tinha na ciência sua motivação, e no cientista seu artista, ora belo e grandioso, como na obra “<i>The Orrery</i>”, ora chocante e maligno, como em “<i>The Air Pump</i>”.</p>	

No quadro 6 averiguou-se, a partir dos trechos das respostas dissertativas da Q2, que E2, E8 e E14 não discutiram o papel dos experimentos presentes nas telas “*The orrery*” e “*The air pump*” de Wright; houve apenas a menção do conceito “experimento” sem os devidos esclarecimentos acerca do mesmo. Algo um tanto que vago considerando que os experimentos são “[...] parte integrante e essencial do processo de construção do conhecimento [...]” (PEDUZZI; RAICIK, 2017, p. 27).

Por outro lado, destacaram-se tentativas de E8 e de E14 para se explicitar interseções entre arte e HFC, embora isso não tenha sido destacado em E2.

6.3.2 As ponderações dos participantes: sobre a Questão 3

A análise da Q3, assim como da Q1 e Q2, também ocorreu por meio da teoria fundamentada construtivista de Charmaz (2006), entretanto, como se destacou a existência de um consenso nas respostas de E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E17 e E18; uma única e, portanto, abrangente categoria foi construída a partir da interpretação dos códigos iniciais: *As interseções*

entre as esferas da arte e da HFC na formação docente e de cientistas do campo da física, por meio de uma HQ e de seus textos correlatos, podem estimular o pensamento inovador para a formulação de novas e plurais metodologias. Logo, todos os estudantes teceram considerações positivas acerca do módulo de ensino condicionar discussões sobre as possibilidades de se pensar a ciência, bem como outros campos do saber, sob novas perspectivas e de se refletir sobre o desenvolvimento de práticas pedagógicas e científicas mais diversificadas.

E2, por exemplo, argumentou que “o contato com esse tipo de material [o módulo de ensino] é importante para a reflexão da prática pedagógica e para a formação de nós graduandos, [pois] incentiva a busca pelo conhecimento [...]”.

E3, sob outro viés, ponderou que a HQ [parte 1 e 2] e os textos a ela relacionados:

[...] são um estímulo a uma prática pedagógica criativa, [...] especialmente na área da física; que à primeira vista assusta por seus conceitos e suas fórmulas [...]”. O recurso gráfico “[...] propiciado pelas HQs permite algo que não se estimula muito [...] nas disciplinas voltadas às [...] ciências exatas, que é a imaginação. (E3)

Em relação às condições fornecidas pelo âmbito escolar reportado por E3, E10 posicionou-se:

[...] basta olhar para o nosso próprio curso: durante 4 anos somos constantemente expostos a um mesmo padrão de aulas: poucas discussões e contexto histórico, muitas equações. Não que isto seja um problema, afinal, é impossível compreender a física sem conhecer a matemática que a descreve. Porém, esta formação pode muito bem ser complementada com [...] abordagens mais variadas [...].

É notória, então, a necessidade de se criar situações, ambientes e contextos apropriados para a formação de cidadãos não só críticos, mas, precipuamente, interventivos na sociedade. Daí a relevância de se implementar o módulo na formação de futuros professores e pesquisadores e de se apresentar propostas diversificadas das tradicionalmente enrijecidas por um modelo sistemático, disciplinar e linear de educação. Como afirma Postman (1994, p. 191-192):

[...] o currículo não é uma “série de estudos”, em absoluto, mas sim uma miscelânea sem sentido de temas. Ele nem sequer apresenta uma visão clara do que constitui uma pessoa educada, a não ser que é uma pessoa que possui “habilidades”. Em outras palavras, [...] [é] uma pessoa sem nenhum

compromisso e nenhum ponto de vista, mas com uma abundância de habilidades vendáveis.

O ser humano é uma unidade complexa que se articula a um só tempo físico, biológico, psíquico, cultural, social, histórico e etc.. Diante disso, tornar-se preciso trabalhar “[...] conhecimentos dispersos nas ciências da natureza, nas ciências humanas, na arte, na literatura e na filosofia, e colocarmos em evidência a articulação indissolúvel entre a unidade e a diversidade de tudo que é humano” (BAZZO, 2016, p. 25). Assim, E14 enunciou “[...] que a introdução de novas formas de propagar o conhecimento sempre serão positivas na formação de qualquer aluno”.

É nesse contexto que a criatividade torna-se peça fundamental na vida do cidadão deste novo milênio – a percepção do contexto global, do multidimensional e do complexo trata-se de meio de sobrevivência; o conhecimento do novo cidadão deve enfrentar a complexidade e seus desafios. Nesta perspectiva, a educação deve favorecer a aptidão natural da mente em formular e resolver problemas essenciais e estimular o uso total da inteligência criativa no enfrentamento do novo, que se altera com frequência. (TESTONI, 2013, p. 27)

E15 expressou opinião similar:

[...] é razoável pensar que, para a construção de uma prática científica e pedagógica mais plural e diversificada, devemos debater e discutir ideias entre grupos de pessoas. Devido justamente ao fato de cada um ter uma maneira única de pensar, a melhor maneira de se diversificar algo é pelo diálogo ao conjunto. Isto, sem dúvidas, geraria uma grande quantidade de opiniões diversificadas, que podem servir de base para a solidificação de um conhecimento mais plural.

O exposto por E15, aliás, vai ao encontro dos argumentos de Feyerabend (2010) acerca do relativismo político, no qual afirma que todas as tradições têm direitos iguais. Ademais, conforme Mill (2001, p. 50):

[...] embora a opinião silenciada seja um erro, ela pode conter, e muito comumente contém, uma parcela da verdade; e desde que a opinião geral ou predominante sobre algum tema raramente ou nunca é a verdade por inteiro, é apenas pelo choque ou colisão de opiniões adversas que uma

porção da verdade tem alguma chance de ser produzida.

Verificou-se, então, como consequência da análise de alguns trechos da escrita dissertativa dos alunos na Q3, e também por meio das questões 1 e 2, que os resultados se aproximam do objetivo da investigação, respondendo, consideravelmente, ao problema de pesquisa: Que contribuições educacionais uma história em quadrinhos (HQ), frente a um módulo de ensino e a partir de um exercício particular de pensamento e argumentação entre certos aspectos da natureza da ciência (ndc) e algumas pinturas, pode propiciar ao contexto da formação de professores e de bacharéis em física?

À vista disso, apresentou-se, então, uma possibilidade, dentre muitas de se pensar na produção de um ambiente mais propício para a formação de cidadãos críticos, ativos, flexíveis, sujeitos a mudanças, e em maior sintonia com questões sociais, científicas, tecnológicas e culturais.

6.4 Algumas considerações finais

Em síntese, os resultados, oriundos das análises de 3 questões propostas aos alunos em avaliações da disciplina ECF – interpretadas de acordo com a teoria fundamentada construtivista de Charmaz (2006) –, mostraram a contribuição do módulo de ensino para a formação de professores e bacharéis em física; que foi a de desencadear discussões acerca das possibilidades de se pensar a ciência sob novas perspectivas e de se refletir sobre o desenvolvimento de práticas pedagógicas e científicas mais diversificadas, ao se explorar em uma HQ e em seus textos correlatos determinados aspectos da natureza da ciência por meio de pinturas.

Desta forma, estabeleceram-se relações entre arte e HFC, em níveis variados, como observado nos achados dos quadros 1, 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente:

- i. A confluência entre arte e HFC como mediadora para a discussão da não neutralidade na observação científica por meio da pintura “Newton” de William Blake;
- ii. A conjectura de que inexistente observação neutra sem a devida descrição dos acontecimentos históricos e das relações entre arte e HFC como fundamento para tal consideração;
- iii. A “discussão” da não neutralidade da observação sem fins explicativos e o empenho na demonstração das relações entre arte e HFC;

- iv. Os entrelaces entre arte e HFC como consequência da exteriorização dos múltiplos papéis atribuídos aos experimentos a partir das telas “The orrery” e “The air pump” de Joseph Wright;
- v. A menção e descrição geral dos experimentos e de suas funções nas obras de Joseph Wright por meio da convergência moderada entre as esferas da arte e da HFC;
- vi. A referência direta e vaga do conceito “experimento” e as intenções de contextualizar as ligações entre as esferas da arte e da HFC.

Evidenciou-se que o fato de se ter levado trechos de histórias em quadrinhos e pinturas para se discutir questões relativas a não neutralidade na observação e ao papel dos experimentos no empreendimento científico; ou para se exaltar intersecções entre arte e HFC durante as aulas da disciplina ECF, foram de extrema relevância para a criação de um cenário mais propício à implementação do módulo de ensino. Não houve resistências por parte dos estudantes para com a intervenção realizada, muito pelo contrário, houve colaborações.

O uso dos jogos, como estratégia didática para a discussão dos conteúdos presentes na HQ [parte 1 e 2] e nos textos a ela relacionados, foi bem visto pelos alunos e desencadeou debates muito significativos – antes não presenciados na intervenção preliminar via aulas expositivas “dialogadas” – sobre a temática envolvida. No que tange ao processo de execução das referidas atividades em sala, deve-se ressaltar que demandam a colaboração de, no mínimo, duas pessoas, devido aos jogos envolverem etapas que ocorrem quase que simultaneamente.

Quanto ao roteiro das histórias em quadrinhos [parte 1 e 2], pode-se dizer que foram melhor recebidas pelos alunos, em relação a do estudo piloto. Tomando-se como exemplo as falas de E14 para a HQ parte 1 (versão 2), destaca-se que:

Através do aplicativo e da situação colocada (e-mail do professor), todos os leitores [dessa disciplina e semestre letivo] já são capazes de se colocar na história e se solidarizar com a moça [Alice] em desespero. (E14)

Para a HQ parte 2, menciona-se o exposto por E4:

O caminho percorrido pelo professor [personagem fictício na HQ], ainda em branco, é uma eficiente representação do caminho a ser trilhado pelo professor que necessita não somente encontrar a solução para seu problema (novos meios de inovar o ensino em sala de aula), mas, também, de rever seus conhecimentos por novas perspectivas.

Por fim, almeja-se que a proposta implementada possa prover subsídios para que esses futuros professores e cientistas – os quais inevitavelmente atuarão como docentes – possam (re)pensar o conteúdo abordado e os procedimentos metodológicos adotados no ensino de física; embora se saiba que um longínquo e pedregulhoso caminho impõe-se cada vez mais diante da tomada dessa e de outras proposições e ações.

6.5 Referências

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; GARCIA-CARMONA, A. Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendências sobre la naturaleza de la ciência em la educación científica. **Revista Eureka sobre Ensenanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 31, n. 1, p. 3-19. 2016.

ALCANTARA, M. C. de; JARDIM, W. T.. A utilização da HFC no ensino de física a partir de representações artísticas. In: III CONFERENCIA LATINOAMERICANA DEL INTERNATIONAL, HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE TEACHING GROUP IHPST- LA. Comunicação oral CO22 (**Anais...**). Santiago de Chile, 17-19 Nov. p. 164-172. 2014.

BERGER, J. **Modos de ver**. Lisboa: Edições 70. 1999.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. do V.; BAZZO, J. L. dos S. **Conversando sobre educação tecnológica**. 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2016. 203 p.

CHARMAZ, K. **Constructing grounded theory: a practical guide through qualitative analysis**. London: Sage. 2006.

_____. **Constructionism and the grounded theory method**. In: J. A. Holstein & J. F. Gubrium (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (p. 397-412). New York: The Guilford Press. 2008.

COLAGRANDE, E. A.; MARTORANO, S. A. de A.; ARROIO, A. Reflections about teaching nature of science mediated by images. **Natural Science Education**, v. 12, n.1, p. 7-19. 2015.

EISNER, W. **Quadrinhos e arte sequencial**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

_____. **Narrativas gráficas**. São Paulo: Devir, 2005.

FERNANDES, R. de F. A. M.; PIRES, F. F.; FORATO, T. C. de M.; SILVA, J. A. da. Pinturas de Salvador Dalí para introduzir conceitos de mecânica quântica no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 509-529. 2017.

FERREIRA, F. R. Ciência e arte: investigações sobre identidades, diferenças e diálogos. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.36, n.1, p. 261-280. 2010.

FEYERABEND, P. K. **Contra o método**. Trad. Octanny S. da Mata e Leonidas Hegenberg. Rio de Janeiro, RJ. 1977.

_____. **Adeus à razão**. São Paulo: Editora UNESP. 2010.

FLORES, C. **Olhar, saber, representar**: sobre a representação em perspectiva. São Paulo: Musa Editora, 4 ed. 2007.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLOA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59. 2011.

GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n.2, p. 125-153. 2001.

HACKING, I. **Representing and intervening**: introductory topics in the philosophy of natural science. New York: Cambridge University Press. 1983.

HANSON, N. R. **Patterns of discovery**: an inquiry into the conceptual foundations of Science. Cambridge, England: Cambridge University Press. 1958. 256 p.

HANSON, N. R. **Observação e interpretação**. In: MORGENBESSER, Sidney (Org.). Filosofia da ciência. 3.ed. São Paulo: Cultrix, p. 127-138. 1979.

HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. **Science & Education**, v. 20, n. 3-4, p.293-316. 2010.

HUIZINGA, J. **Homo ludens**. Trad. João Paulo Monteiro et al. 4. ed. São Paulo, Perspectiva. 1993.

JORGE, L.; PEDUZZI, L. O. Q. As pinceladas anti-newtonianas de William Blake. In: 15º SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA. (**Anais eletrônicos...**). Florianópolis, SC, 16-18 de Nov. 2016.

_____. Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*. **Física na Escola**, v. 15, n. 2, p. 31-39. 2017.

KIEFFER, S. W. The concepts of beauty and creativity: earth science thinking, in Manduca, C.A., and Mogk, D.W., eds., *Earth and Mind: How Geologists Think and Learn about the Earth*: Geological Society of America **Special Paper 413**, p. 3-11. 2006.

MARTINS, A. F. P. Natureza da ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 703-737. 2015. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n3p703>.

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C.; ALMEIDA, C. Carta dos editores convidados: para que um diálogo entre ciência e arte? **História, Ciências, Saúde — Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 13 (suplemento), p. 7-10. 2006.

MASSONI, N. T. **Uma metodologia viável de análise qualitativa: Teoria Fundamentada**. Publicação interna. Porto Alegre: 2013.

MICHAEL, A. **Etnografia e observação participante**. Tradução de José Fonseca. Artmed. 2009. 130 p.

MILL, J. S. **On liberty**. Canada: Batoche Book. 2001. Disponível em: <<https://socialsciences.mcmaster.ca/econ/ugcm/3ll3/mill/liberty.pdf>>. Acesso em: 18 Nov. 2017.

MILLER, A. I. **Insights of genius**: imagery and creativity in science and art. Copernicus: New York. 1996.

MOURA, B. A. O que é natureza da ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46. 2014.

NOEL, C. William Blake's Newton as innovative iconography. **Undergraduate Research Journal**. v. 9.1. 2015.

PEDUZZI, L. O. Q.; RAICIK, A. C. **Sobre a natureza da ciência**: asserções comentadas para uma articulação com a história da física. Agosto, 2017, 51p. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br. Acesso em: 14 Dez. 2017.

PEDUZZI, L. O. Q. **Força e movimento**: de Thales a Galileu. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015a. 209 p.

_____. **Da física e da cosmologia de Descartes à gravitação newtoniana**. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015b. 149 p.

_____. **Do átomo grego ao átomo de Bohr**. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015c. 214 p.

_____. **A relatividade Einsteiniana**: uma abordagem conceitual e epistemológica. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015d. 271 p.

_____. **Do próton de Rutherford aos quarks de Gell-Mann, Nambu**. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2010. 112 p.

POSTMAN, N. **Tecnopólio**: a rendição da cultura à tecnologia. Trad. Reinaldo Guarany. São Paulo: Nobel. 1994.

PRETTE, M. C. **Para entender a arte**: história, linguagem, época, estilo. Trad. Maria Margherita de Luca. São Paulo: Globo. 2008.

PUJOL, R. **Educacion científica para la cidadania em formaci3n**. In: Alambique, n. 32. 2002.

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M.: Ci4ncia e arte: rela33es improv3veis? **Hist3ria, Ci4ncias, Sa3de – Manguinhos**, v. 13, (suplemento), p. 71-87. 2006.

SAGAN, C. **The demon-haunted world**: science as a candle in the dark. London: Headline. 1997.

S3NCHEZ GAMBOA, S. A. **A dial3tica na pesquisa em educa33o**: elementos de contexto. In: FAZENDA, Ivani (Org.). Metodologia da pesquisa educacional. 6 ed. S3o Paulo: Cortez, p. 91- 115. 2000.

_____. **Pesquisa em educa33o**: m3todos e epistemologias. 2 ed. Chapec3: Argos. 2012.

TESTONI, L. A. **Um corpo que cai**: as hist3rias em quadrinhos no ensino de f3sica. 2004. Disserta33o (Mestrado em Educa33o) – Faculdade de Educa33o, Universidade de S3o Paulo, S3o Paulo, 2004.

_____. **Caminhos criativos e elabora33o de conhecimentos pedag3gicos de conte3do na forma33o inicial do professor de f3sica**. 2013. Tese (Doutorado em Educa33o) – Faculdade de Educa33o, Universidade de S3o Paulo, S3o Paulo, 2013.

WESTFALL, R. S. **A vida de Isaac Newton**. Trad. Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 1995.

ANEXO A – Trecho da história em quadrinhos sobre Tales de Mileto, retirado do livro “Filósofos em Ação”, utilizado em aula.



TALES DE MILETO!



ANEXO B – Página da história em quadrinhos “Pateta faz história”
utilizada em aula.



ANEXO D – Termo de autorização de uso de depoimentos.**TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DEPOIMENTOS**

Eu _____, CPF _____,
RG _____, AUTORIZO, através do presente
termo, a pesquisadora (Letícia Jorge) do projeto de pesquisa
intitulado “Desbravando os sete mares! Ops, ... Desbravando três
pinturas através de uma história em quadrinhos: possíveis relações
entre arte e história e filosofia da ciência” a colher meu depoimento,
por meio de gravações, filmagens ou escrita verbal, sem quaisquer
ônus financeiros a nenhuma das partes.

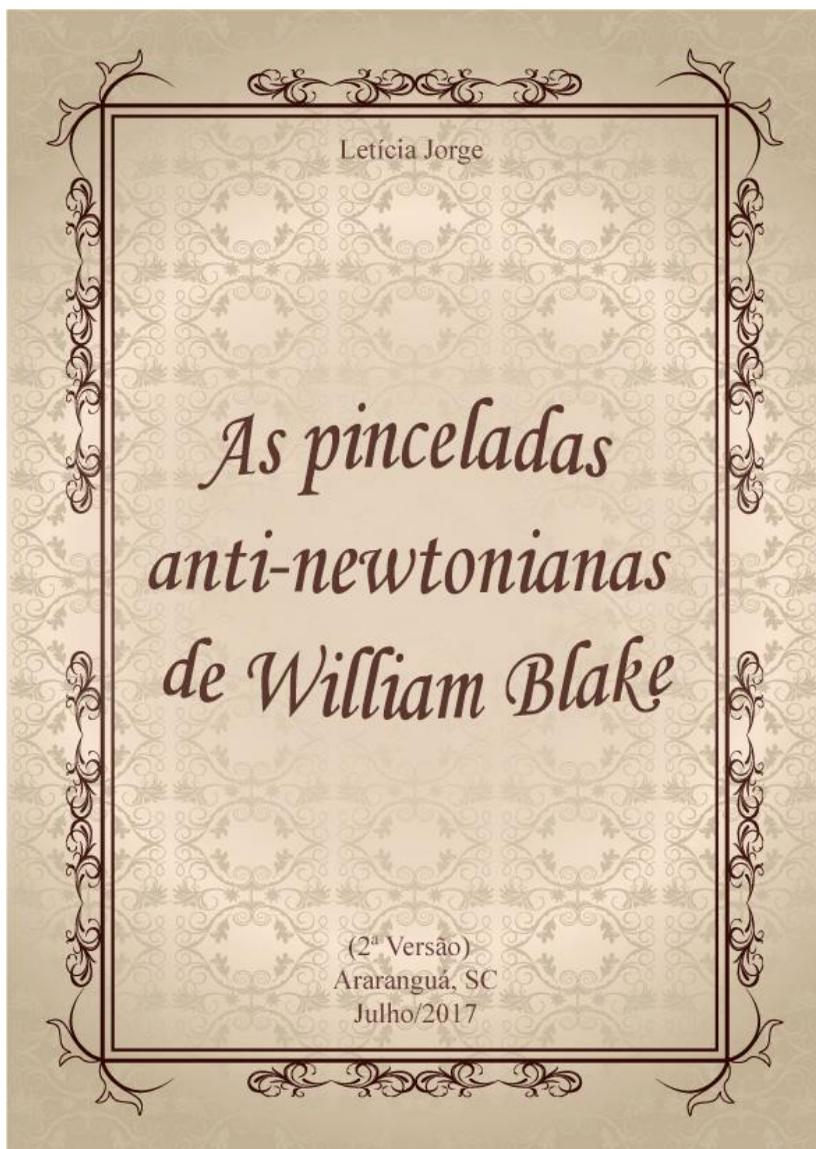
Ao mesmo tempo, caso seja de interesse, libero a utilização destes
depoimentos para fins científicos e de estudos (livros, artigos, slides e
transparências), em favor da pesquisadora, acima especificada, sendo
que nesse caso será preservado o meu anonimato como participante,
assegurando assim minha privacidade.

Florianópolis, SC, ___ de _____ de 2017.

Participante da pesquisa

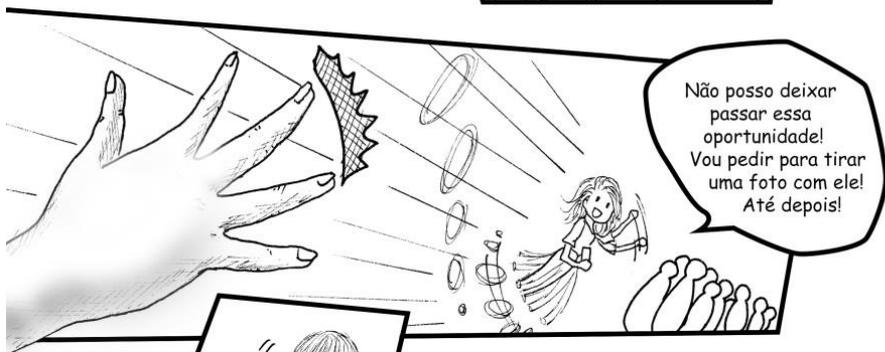
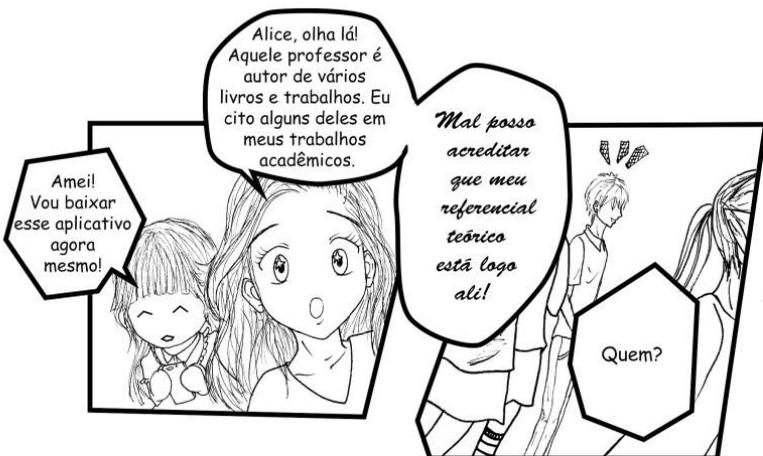
Pesquisadora responsável pelo projeto

ANEXO E – Segunda versão da história em quadrinhos [parte 1] “As pinceladas anti-newtonianas de William Blake”.













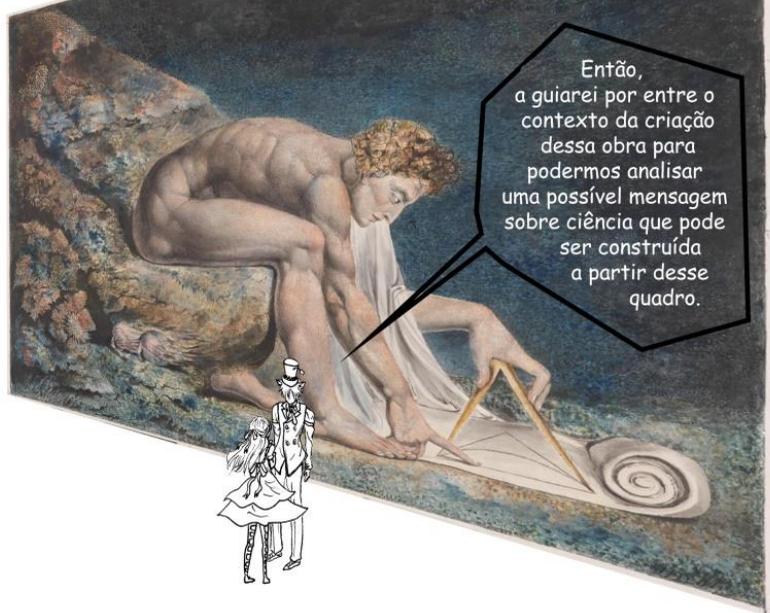
Pude notar que você parece intrigada com algumas questões e acho que eu sei o que poderia lhe ajudar.



Ele parece ser uma mistura do Chapeleiro Maluco com o Cheshire cat do livro de Lewis Carroll.



Oh! Verdade! Tenho interesse nessa pintura* do William Blake.



Então, a guiarei por entre o contexto da criação dessa obra para podermos analisar uma possível mensagem sobre ciência que pode ser construída a partir desse quadro.



Ao olhar para tela "Newton", pintada por William Blake em 1795, posso ver que o homem, supostamente o cientista Issac Newton, encontra-se tão concentrado em seu compasso e na resolução de um problema geométrico, que parece se mostrar alheio as questões que o cercam. Aliás, parece que o isolamento do cientista, retrado por Blake, pode ser interpretado como uma das condições necessárias para a produção do conhecimento científico.



Eu não vejo desta forma!
É plausível, por exemplo, que a proposição de Newton aparecer estudando sozinho seja uma metáfora a uma ciência individualista, contudo, mesmo as atividades científicas mais cooperadas não excluem momentos de reflexão privada dos cientistas.



Sim.
Concordo com a senhorita: existem enésimas interpretações para a essa pintura. Mas veja que o que eu descrevi foi uma tentativa de interpretar o que o pintor pode ter pretendido passar com sua obra.

Ok. Se for isso mesmo, então, Blake retrata Newton como alguém que produz uma ciência neutra e livre de qualquer influência! Isto, aliás, evidencia uma visão individualista da ciência, onde "os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo"².



Essa visão, socialmente neutra da ciência e de cientistas não condiz com as reflexões filosóficas contemporâneas.

A ciência, como um empreendimento científico, é influenciada pelo contexto social, cultural, político, econômico e etc., no qual se insere.

E isso evidencia a não neutralidade da ciência e do pensamento científico, que, por sua vez, difere da imagem de ciência pintada por Blake.

O mesmo vale para a observação!

Quando você e eu olhamos para essa pintura, apesar de vermos o mesmo homem, as mesmas pedras e o mesmo compasso, devido às imagens que se formam em nossas retinas serem similares, não podemos interpretá-las da mesma forma. Nossa observação é influenciada pelos nossos conhecimentos, pelas subjetividades, especificidades, expectativas, por valores e interesses: e pelo contexto em que vivemos.

Assim, eu posso inferir que Blake, ao pintar "Newton", sofreu influências de suas subjetividades e do contexto em que vivia?

Foi por isso que ele representou o Newton do jeito que representou?

Sim! Deixe-me explicar, brevemente, o contexto em que viveu Blake.



William Blake viveu no período do Iluminismo e da Revolução Industrial na Inglaterra.

Por conta das mudanças materiais sofridas pela industrialização na sociedade, Blake dedicou-se a criticar a tradição científica, tecnológica e racional que imperava no final do século XVIII.

Ele passou a não acreditar na ciência, porque ela se provia da razão e limitava a imaginação.



É essa a mensagem que, supostamente, nos é passado pelo pintor e que provavelmente irá variar de observador para observador.

Toda essa discussão mostra que as nossas concepções, as questões da época, o local em que vivemos e as influências exercidas sobre nós podem desempenhar um papel importante na aceitação ou rejeição de ideias acerca da ciência. Isso, de certa forma, acaba corroborando com a visão de que não existe prática neutra e, tampouco, neutralidade na observação.







À sua exposição nos salões e nas galerias do conhecimento: (sobre) considerações (e) finais

“ ‘ *A* cultura contemporânea’, ouvimos dizer, [...] está dilacerada [...]’ (FEYERABEND, 2010, p. 7). “É verdade que a ‘cultura’ ocasionalmente fica um tanto desorganizada. Mas a tendência não é nada nova [...]: [...] cientistas de campos diferentes criam áreas de estudos interdisciplinares [...]” (ibid., p. 8) e a arte mistura “[...] inspiração artística e descobertas científicas de uma maneira que nos lembra o que ocorreu no Renascimento no século XV. Há fragmentação, mas há também uniformidades novas e poderosas” (ibid., p. 8).

Pensar uma educação científica sob esse pretexto de singulares perspectivas pode trazer contribuições inestimáveis para a formação de cidadãos mais flexíveis, críticos, ativos e em maior sintonia com questões inerentes à sociedade (POSTMAN, 1994; BAZZO; PEREIRA; BAZZO, 2016). Mas, por onde iniciar? É notório que investir na formação inicial de futuros professores e pesquisadores (PEDUZZI, 2011; MASSONI; MOREIRA, 2014) e de se apresentar propostas diversificadas das tradicionalmente enrijecidas por um modelo sistemático, disciplinar e linear de educação, pode contribuir para que esse processo se desenvolva.

Discutir, a título de exemplo, as intersecções entre as esferas da arte (ZANETIC, 2006; MELLO; ALMEIDA, 2017) e da história e a filosofia da ciência (HFC) (HÖTTECKE *et al.*, 2010; ALCANTARA; JARDIM, 2014) na formação docente e de cientistas do campo da física, por meio de uma história em quadrinhos (SANTOS; VERGUEIRO, 2012; FIORAVANTI *et al.*, 2016), pode estimular nos mesmos a capacidade criativa e o pensamento inovador para a formulação de práticas pedagógicas e científicas mais plurais.

Essas relações buscam tanto partir do cotidiano do indivíduo, por compreender que é necessário valorizar questões nele inseridos, como introduzir elementos relativos ao campo da arte, para que o aspirante a professor vá além de seu próprio contexto e conheça outros modos de produção de conhecimento e expressão humana, e que, também, possa compartilhar tal visão com seus alunos, preparando-os para estar sempre abertos ao novo.

Importa, então, examinar: Que contribuições educacionais uma história em quadrinhos (HQ), frente a um módulo de ensino e a partir de um exercício particular de pensamento e argumentação entre certos

aspectos da natureza da ciência (ndc) e algumas pinturas, pode propiciar ao contexto da formação de professores e de bacharéis em física? Para responder a questão de investigação, foram arrolados 5 objetivos específicos, que almejavam mostrar uma profícua intersecção entre arte, filosofia, história e ensino de física, os quais foram logrados nos 6 artigos que formam os capítulos desta dissertação, a saber:

Capítulo (1): *Rabiscando aspectos da ndc através de imagens relativas à história da ciência;*

Capítulo (2): *A concepção observativa-interpretativa de Norwood Hanson, o relativismo de Paul Feyerabend e as imagens: projeções para a formação docente e científica;*

Capítulo (3): *Do casamento entre arte e ciência aos enlaces da palavra e imagem nas histórias em quadrinhos;*

Capítulo (4): *Desbravando os sete mares! Ops, ... Desbravando três pinturas através de uma história em quadrinhos: possíveis relações entre arte e história e filosofia da ciência;*

Capítulo (5): *Agora é a vez “deles”! A fala de alunos de um curso de física acerca das relações entre arte e HFC por meio de uma história em quadrinhos;*

Capítulo (6): *Uma HQ e seus textos correlatos sobre arte e HFC: o que dizem os alunos de um curso de física acerca dessas intersecções?*

O primeiro objetivo de (i) promover, em licenciandos e bacharelados da área da física, uma aproximação entre as esferas da arte e da HFC, foi contemplado nos artigos (1), (2), (4), (5) e (6).

O segundo objetivo de (ii) discutir, sob o viés epistemológico de Norwood Hanson (1958, 1979) e de Paul Feyerabend (1977, 2010), questões histórico-filosóficas por meio de imagens, foi alcançado no artigo (2).

O terceiro objetivo de (iii) viabilizar debates entre pinturas e certos aspectos da natureza da ciência, através do desenvolvimento de um módulo de ensino que comporte uma HQ e textos a ela relacionados, foi atingido com os artigos (4), (5) e (6).

O quarto objetivo de (iv) elaborar, com referência nos trabalhos dos quadrinistas Will Eisner (2001, 2005) e Scott McCloud (1995, 2006, 2008), uma HQ que verse sobre a não neutralidade da observação, bem como na produção do conhecimento, e o papel do experimento no empreendimento científico, mediante a subsequente análise de uma pintura de William Blake e duas de Joseph Wright, foi conseguido no artigo (3).

O quinto objetivo de (v) aplicar a HQ [parte 1 e 2] e os textos a ela relacionados, em uma situação de ensino que valorize discussões epistemológicas acerca da história da física, como a disciplina Evolução dos Conceitos da Física (ECF), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e avaliá-lo quanto ao seu potencial educacional, foi obtido através dos artigos (5) e (6).

Assim, verificou-se que o módulo de ensino, elaborado e implementado na formação inicial de professores e cientistas da área da física, proporcionou possibilidades de se pensar a ciência e sua colaboração com a arte sob uma nova perspectiva, ao se promover reflexões sobre uma prática pedagógica e científica mais flexiva.

Por essa razão talvez caiba mencionar que pensar esta dissertação em termos de contribuições, pelo menos em parte, para um movimento reflexivo e interventivo na área de educação científica (tanto quanto para a ciência ou à arte), pode ser bastante ilustrativo e alentador contra o vigente e retrógrado cenário educacional brasileiro “[...] que [...] trata de uma reforma contra os filhos da classe trabalhadora, negando-lhes o conhecimento necessário ao trabalho complexo e à autonomia de pensamento para lutar por seus direitos” (MOTTA; FRIGOTTO, 2017, p. 357). Albert Einstein (1879-1955) uma vez expôs: *O mundo é um lugar perigoso de se viver, não por causa daqueles que fazem o mal, mas sim por causa daqueles que observam e deixam o mal acontecer.*

É, também, na contramão de alguns dos aspectos presentes no texto da Lei nº 13.415/2017, antiga Medida Provisória nº 746/2016 – como o fato da Base Nacional Comum Curricular referente ao Ensino Médio incluir obrigatoriamente estudos e práticas de arte, mas não a essencialidade da existência dessa e de outras três disciplinas; ou o fato do ensino da arte, especialmente em suas expressões regionais, constituir componente curricular obrigatório da educação básica, mas não especificar se atingirá (ou não) os itinerários formativos (ênfases curriculares) do Ensino Médio (BRASIL, 2017) – que a presente dissertação procura mostrar seu valor ao visar pelo desenvolvimento da formação de cidadãos mais completos científica e culturalmente. A proposta, então, de discutir intersecções entre arte e HFC no século XXI é oriunda da própria necessidade da sociedade, onde, como já supracitado, a educação encontra-se em sérias dificuldades.

Considerando que para a discussão das relações entre as esferas da arte e da HFC um dos elementos mais pertinentes do módulo de ensino seja a HQ [parte 1 e 2], pelo pretexto de abordar e estruturar tais informações de uma maneira diferenciada da apresentada em seus respectivos textos, resulta relevante destacar que seu caráter explicativo,

de acordo com Testoni (2004, p. 25), no âmbito do ensino de física, não é muito utilizado:

[...] por parte do professor e no material didático de circulação nacional, devido ao trabalho que envolve a confecção deste formato de quadrinho e sua não reciprocidade com os interesses das grandes editoras, que não veem a possibilidade da física ser explicada através de desenhos bem-humorados, fugindo totalmente da diagramação padrão de um livro didático.

Talvez se atribua isso a pouca produção de histórias em quadrinhos que efetivamente tratam da temática entre arte e HFC no ensino de física (JORGE; PEDUZZI, 2016, 2017). Na dissertação, a irrupção do uso da HQ para materializar assuntos não ficcionais, isto é, reais e sérios para a nossa sociedade, culmina em verificar um caminho relativamente diferente do que é habitual. Isto, aliás, como já apontado, demanda muito tempo e esforço; principalmente em uma formação tardia, onde os alunos da disciplina ECF – ofertada no 8º semestre para o Curso de Bacharelado em Física e no 9º semestre para o Curso de Licenciatura em Física, da UFSC – já se encontram em um grau de escolarização mais avançado, “[...] acostumando-se à divisão cartesiana presente neste sistema” (SILVA; NEVES, 2015, p. 320).

Vê-se, assim, que esta dissertação assumiu um caráter reflexivo ao longo de seu desenvolvimento. “Construir caminhos que explicitem as relações entre as diversas vertentes da cultura humana, como as diferentes linguagens, os padrões sociais, o conhecimento científico e as artes, nem sempre é tarefa fácil” (FERNANDES *et al.*, 2017, p. 511). Porém, os esforços são sempre recompensadores.

Almeja-se, por fim, que a dissertação apresentada seja utilizada como mote para outras pesquisas com múltiplos efeitos de sentidos. Espera-se, também, que a investigação realizada seja aproveitada e problematizada por futuros professores, por docentes, por pesquisadores da área da física e de outras áreas do conhecimento que estejam dispostos a se enveredarem em uma travessia fluida e heterogênea.

Referências

ALCANTARA, M. C. de; JARDIM, W. T. A utilização da HFC no ensino de física a partir de representações artísticas. In: III CONFERENCIA LATINOAMERICANA DEL INTERNATIONAL, HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE TEACHING GROUP

IHPST- LA. Comunicação oral CO22 (**Anais...**). Santiago de Chile, 17-19 Nov. p. 164-172. 2014.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. do V.; BAZZO, J. L. dos S. **Conversando sobre educação tecnológica**. 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2016. 203 p.

BRASIL. **Lei nº 13.415**. Brasília, 16 fev. 2017. Disponível em: <<http://legis.senado.leg.br/legislacao/ListaTextoSigen.action?norma=602639&id=14374947&idBinario=15657824&mime=application/rtf>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

EISNER, W. **Quadrinhos e arte sequencial**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

_____. **Narrativas gráficas**. São Paulo: Devir, 2005.

FERNANDES, R. de F. A. M.; PIRES, F. F.; FORATO, T. C. de M.; SILVA, J. A. da. Pinturas de Salvador Dalí para introduzir conceitos de mecânica quântica no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 509-529, ago. 2017.

FEYERABEND, P. K. **Contra o método**. Trad. Octanny S. da Mata e Leonidas Hegenberg. Rio de Janeiro, RJ. 1977.

_____. **Adeus à razão**. São Paulo: Editora UNESP. 2010.

FIORAVANTI, C. H.; ANDRADE, R. de O.; MARQUES, I. da C. Os cientistas em quadrinhos: humanizando as ciências. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v.23, n.4, p. 1191-1208. 2016.

HANSON, N. R. **Patterns of discovery: an inquiry into the conceptual foundations of science**. Cambridge, England: Cambridge University Press, 256 p. 1958.

_____. **Observação e interpretação**. In: MORGENBESSER, Sidney (Org.). *Filosofia da ciência*. 3.ed. São Paulo: Cultrix, p.127-138. 1979.

HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. **Science & Education**, v. 20, p. 293–316. 2010.

JORGE, L.; PEDUZZI, L. O. Q. As pinceladas anti-newtonianas de William Blake. In: 15º SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA. (**Anais eletrônicos...**). Florianópolis, SC, 16-18 de nov. 2016.

_____. Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*. **Física na Escola**, v. 15, n. 2, p. 31-39. 2017.

MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. Uma análise cruzada de três estudos de caso com professores de física: a influência de concepções sobre a natureza da ciência nas práticas didáticas. **Ciência & Educação (bauru)**, v. 20, n. 3, p.595-616, set. 2014.

MCCLOUD, S. **Desvendando os quadrinhos**: história, criação, desenho, animação, roteiro. Trad. Helcio de Carvalho; Marisa do Nascimento Paro. São Paulo: Makron Books, 1995.

_____. **Reinventando os quadrinhos**: como a imaginação e a tecnologia vêm revolucionando essa forma de arte. São Paulo: M.Books do Brasil Editora Ltda., 2006.

_____. **Desenhando quadrinhos**: os segredos das narrativas de quadrinhos, mangás e graphic novels. São Paulo: M.Books do Brasil Editora Ltda., 2008.

MELLO, R. L. S.; ALMEIDA, T. Intersecções entre os campos da arte e da ciência. **Mouseion**, n. 25, p.39-51, 3 jan. 2017. Centro Universitario La Salle - UNILASALLE. <http://dx.doi.org/10.18316/1981-7207.16.37>.

MOTTA, V. C. da; FRIGOTTO, G. Por que a urgência da reforma do ensino médio? Medida Provisória Nº 746/2016 (LEI Nº 13.415/2017). **Educ. Soc., Campinas**, v. 38, nº. 139, p.355-372, abr.-jun, 2017.

PEDUZZI, L. O. Q. **Evolução dos conceitos da física**. 1.ed, Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2011. 130 p.

POSTMAN, N. **Tecnopólio**: a rendição da cultura à tecnologia. Trad. Reinaldo Guarany. São Paulo: Nobel, 1994.

SANTOS, R. E.; VERGUEIRO, W. Histórias em quadrinhos no processo de aprendizado: da teoria à prática. **EccoS**, São Paulo, n. 27, p. 81-95. jan./abr. 2012.

SILVA, J.A.P.; NEVES, M.C.D. Arte e ciência: possibilidades de reaproximações na contemporaneidade. **UNOPAR Cient., Ciênc. Human. Educ.**, Londrina, v. 16, n.4, p. 311-321, 2015.

TESTONI, L. A. **Um corpo que cai**: as histórias em quadrinhos no ensino de física. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

ZANETIC, J. **Física e arte**: uma ponte entre duas culturas. **Pro-Posições**, v. 17, n. 1, p. 39-57, jan./abr. 2006.