

ALEXANDRIA

Revista de Educação em Ciência e Tecnologia

Entre-(en)laces: Uma História em Quadrinhos sobre Arteciência na Formação de Docentes e Cientistas em Física

Interlaces: A Graphic Novel about Artscience in the Formation of Physics Teachers and Scientists in Training

Leticia Jorge^a; Luiz O. Q. Peduzzi^a

^a Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil - leticiajorgeifsc@gmail.com.br, luizpeduzzi@gmail.com

Palavras-chave:

Teoria-observação.
Teoria-experimento.
Arteciência.
Formação de professores(as) e de cientistas.
Módulo de ensino.

Resumo: Partindo-se do pressuposto de que relações da arteciência podem auxiliar na compreensão da construção histórica e cultural do conhecimento científico, apresentam-se os resultados da implementação de um módulo de ensino – constituído por uma história em quadrinhos e por seus textos associados – com intuito de se discutir a não neutralidade na observação e o papel dos experimentos no empreendimento científico através de pinturas. O módulo foi aplicado em uma disciplina de história da ciência de um curso de física. 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(as) alunos(as) possam refletir sobre a prática pedagógica e científica de modo mais crítico e diversificado. Verificou-se que o módulo de ensino apresenta potencialidade para se pensar a ciência com a arte e as pluralidades na educação científica.

Keywords:

Theory-observation.
Theory-experiment.
Artscience.
Teachers and scientists in training.
Teaching module.

Abstract: To assume that the artsience's relations can help to understand the historical and cultural construction of scientific knowledge, this paper presents the results of a teaching module's implementation that englobes a graphic novel and its related texts, in order to discuss the non-neutrality in scientific observation and the role of experiments throughout paintings. The module was applied to a history of science subject of a physics course. The objective was to analyze, based on Kathy Charmaz's constructivist grounded theory, to what extent it provides subsidies for students to reflect on pedagogical and scientific practices in a more critical and diversified way. It was found that the teaching module has the potential to think science with art and pluralities in science education.



Esta obra foi licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Por um começar...

Pensar a arte e a ciência em sua profícua relação para o ensino como um espaço onde práticas e discursos favoráveis ao confronto e ao dissenso sejam bem-vindas e vistas ou como um lugar em que seja possível colocar em exercício novos pensares, fazeres e formas de estar no mundo é uma tarefa nada trivial; porém crucial contemporaneamente. Silveira (2018), que elabora uma lista com algumas siglas e terminologias utilizadas na literatura nacional e internacional referentes ao diversificado campo de intersecções entre arte e ciência – em prol da criação de uma futura taxonomia da área –, adota o termo arteciência para expressar a reconciliação necessária entre elas “(...) a fim de que ambas possam partilhar e contribuir com elementos essenciais ao ensino e ao desenvolvimento das sociedades” (ibid., p. 30).

Eventualmente, o acolhimento da arteciência sob um viés histórico-filosófico na formação inicial de docentes e de cientistas da área da física (MASSONI; MOREIRA, 2014; JORGE, 2018; LARSSON *et al.*, 2021; JORGE; PEDUZZI, 2021), por exemplo, pode propiciar um entendimento mais humano acerca da própria construção do conhecimento científico, pode auxiliar na formulação de práticas pedagógicas e científicas mais plurais, pode despertar o interesse de conhecer outros modos de produção de conhecimento e de ampliar o repertório expressivo para um pensar inovador e criativo que contribua na busca de soluções para os problemas que se impuserem sob as mais diversas faces e circunstâncias. Isto dado ao fato de que há muitos mundos a serem destrancados e muitas leituras a serem aprendidas.

Nessa perspectiva, a história e a filosofia da ciência (HFC), além de ser uma abordagem utilizada por pesquisadores(as) para o tratamento de interlocuções da arteciência voltadas ao âmbito educacional (COLAGRANDE *et al.*, 2015; ALCANTARA; JARDIM, 2014; JORGE; PEDUZZI, 2017; 2019; 2021), também é uma vertente que propicia melhores compreensões acerca da natureza e do trabalho científico (PEDUZZI; RAICIK, 2020). A HFC viabiliza, portanto, reflexões acerca de natureza da ciência (NdC). Embora não haja convergências entre definições e concepções acerca da NdC (e.g., podendo ser discutida sob o viés de aspectos consensuais, por meio da semelhança familiar, etc.), é viável ponderar, em termos mais abrangentes, que ela “(...) envolve um arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da ciência” (MOURA, 2014, p. 33).

Ademais, no que tange à comunicação e materialização da discussão histórico-filosófica da ciência, intercalada às artes visuais (PANOFSKY, 1955; GOMBRICH, 2018), muitos trabalhos se mostram favoráveis ao uso e ao desenvolvimento de histórias em quadrinhos (HQs) para se alcançar tais propósitos (JORGE, 2018; JORGE; PEDUZZI, 2019; LEITE *et al.*, 2019; LEITE, 2020) dado os seus potenciais como recurso e material didáticos (SANTOS; VERGUEIRO, 2012; FIORAVANTI *et al.*, 2016).

Diante dessas relações, busca-se investigar: como uma HQ, frente a sua inserção em um módulo de ensino que envolve discussões entre certos aspectos da NdC e algumas pinturas, pode contribuir no contexto da formação de docentes e de cientistas em física? Para tanto, estrutura-se um módulo de ensino, constituído por uma HQ e por textos a ela relacionados, com intuito de se debater sobre a não neutralidade na observação científica a partir da tela “*Newton*” (1795) de William Blake (Fig. 1) e sobre o papel dos experimentos científicos presentes nas pinturas “*A philosopher giving that lecture on the orrery in which a lamp is put in place of the sun*” ou “*The orrery*” (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*” ou “*The air pump*” (Um experimento com um pássaro na bomba de ar – 1768) (Fig. 2) de Joseph Wright.

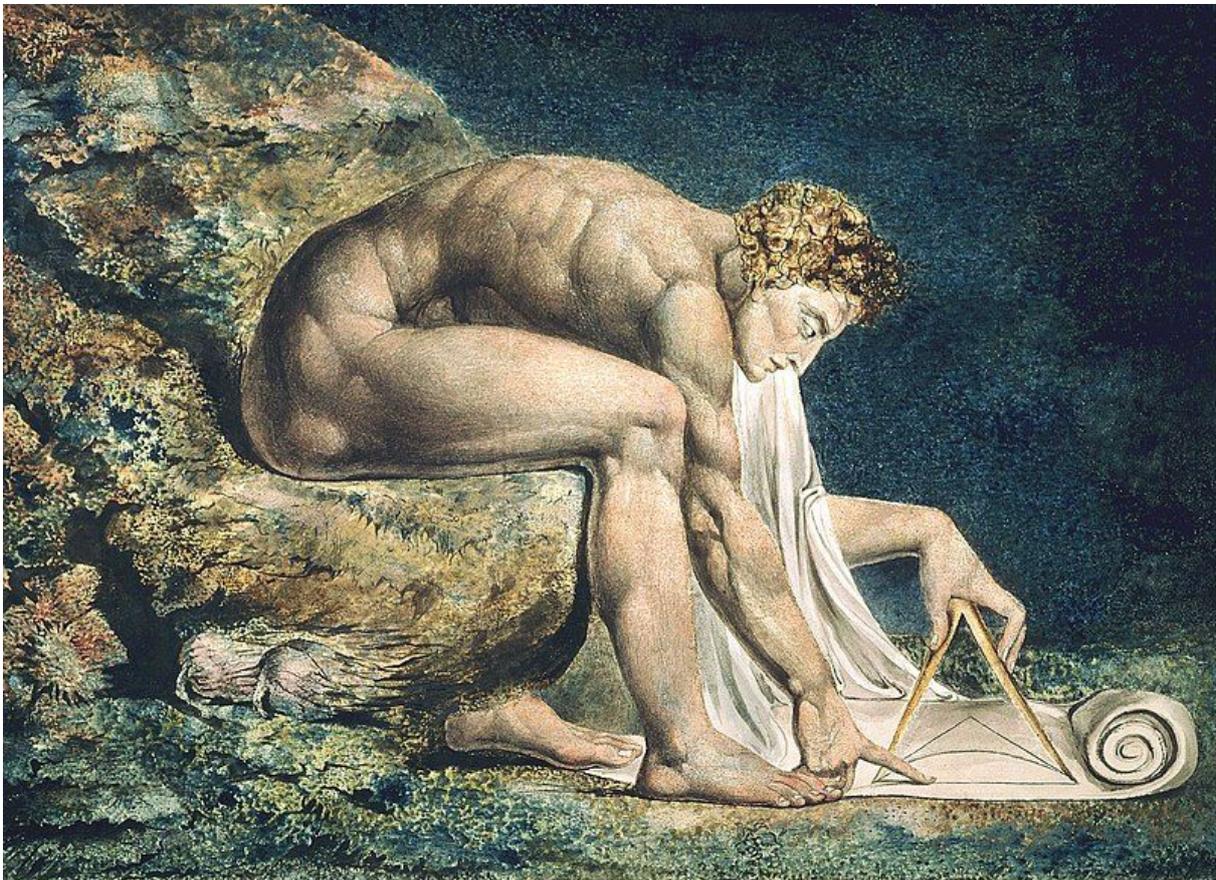


Figura 1 – Tela “*Newton*” (1795) de William Blake.
Fonte: Domínio Público.



Figura 2 – Tela “*An experiment on a bird in an air pump*” (1768) de Joseph Wright.
Fonte: Domínio Público.

Objetiva-se, com isso, averiguar como o módulo, direcionado a alunos(as) de uma disciplina sobre a história da física, proporciona ou não debates sobre as possibilidades de se pensar a ciência sob novas perspectivas; a ponto de promover em futuros(as) docentes e cientistas reflexões sobre o desenvolvimento de uma prática pedagógica e científica mais plural, criativa, diversificada e interventiva. Isto ao utilizar das relações da arteciência como meio para tal verificação.

Para fins de contextualização: (i) inicialmente, são apresentados os componentes do módulo de ensino – sendo a HQ¹ um deles – e a descrição de sua implementação em uma disciplina de um curso superior de física. Em um (ii) segundo momento, são explicitados os procedimentos metodológicos (e.g., enfoque crítico-dialético a partir de Sánchez Gamboa (2012) e aspectos da observação etnográfica de Angrosino (2009)) e analíticos (e.g., a teoria fundamentada construtivista (TFC) de Charmaz (2006)) da pesquisa frente aos dados coletados. Por fim, (iii) são examinadas as potencialidades da HQ, dentro do módulo de ensino, e a relação arteciência mediada pela HFC na formação de inicial de docentes e cientistas do campo da física.

¹ Os fundamentos teóricos que regem a construção da HQ são debatidos de modo sucinto dado ao fato de se fazerem contemplados no trabalho de Jorge e Peduzzi (2019).

Do criar ao implementar o módulo de ensino

O módulo de ensino tem como finalidade discutir certas características da NdC relacionadas à construção histórico-filosófica do conhecimento científico, através da aproximação arteciência. O módulo comporta uma HQ, constituída em duas partes, e dois textos a ela relacionados – que abarcam informações adicionais não contempladas nos quadrinhos.

Para a elaboração da HQ – parte 1² (Fig. 3)³ e parte 2⁴ (Fig. 4)⁵ – utilizam-se conceitos e procedimentos metodológico-artísticos apresentados nas obras dos teóricos de quadrinho Scott McCloud (1995) e Will Eisner (2001). De modo a facilitar a organização e a apresentação do assunto-tema (roteiro/enredo) na história em quadrinhos, empregam-se alguns dos princípios programáticos do conteúdo (e.g., diferenciação progressiva, reconciliação integradora e organização sequencial) de Ausubel (1963) – propostos em sua teoria da aprendizagem significativa.

² A primeira parte da história em quadrinhos está disponível em: <<https://pt.calameo.com/read/004648586b4c2f7f11d62>>. Acesso em: 24 jun. 2022.

³ No enredo da parte 1 da HQ (versão 2) 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 se requisita o desenvolvimento de um 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 à temática do trabalho sugerido. Contudo, quando a garota pressiona a tecla da obra para obter informações sobre a pintura, inesperadamente, ela é levada para dentro do aplicativo devido a um erro ou defeito na configuração do mesmo. Dentro do aplicativo a personagem principal se encontra com um guia turístico, uma espécie de central de ajuda, com características similares as de um gato, que a auxilia a compreender o contexto artístico e científico que envolve a criação da obra a ponto de conseguir estabelecer aproximações sobre a não neutralidade da observação e da produção do conhecimento científico.

⁴ A segunda parte da história em quadrinhos encontra-se disponível em: <<https://pt.calameo.com/read/0046485864c82a0b38360>>. Acesso em: 24 jun. 2022.

⁵ No enredo da parte 2 da HQ 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 até a parada de ônibus na expectativa de chegar logo a seu destino. No ônibus o professor começa a divagar sobre possibilidades de inserir novas ferramentas, com potencial didático, que possam lhe auxiliar a atuar de forma diferenciada e a desenvolver uma 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. Após atravessar o túnel, o professor percebe que o ônibus continua a se mover em um espaço inexistente – como que em uma tela em branco – e de alguma maneira, dentro do veículo, não há ninguém, exceto ele e o condutor do ônibus. O professor se aproxima do motorista – que se apresenta como sendo uma espécie de guia turístico destinado a prestar toda e qualquer informação. Entretanto o guia não fornece indicativo de lugar, pois conjectura que o interesse do professor está em como diversificar sua prática pedagógica ao utilizar relações entre arte e ciência, por exemplo. É por conta disso que as obras *“The orrery”* e *The air pump”* de Joseph Wright aparecem de modo repentino na HQ – a cena expressa a aspiração do professor sendo concretizada pelo guia, sobretudo quando examinam o planetário rudimentar e a bomba a vácuo nas pinturas para compreender o papel desses experimentos.

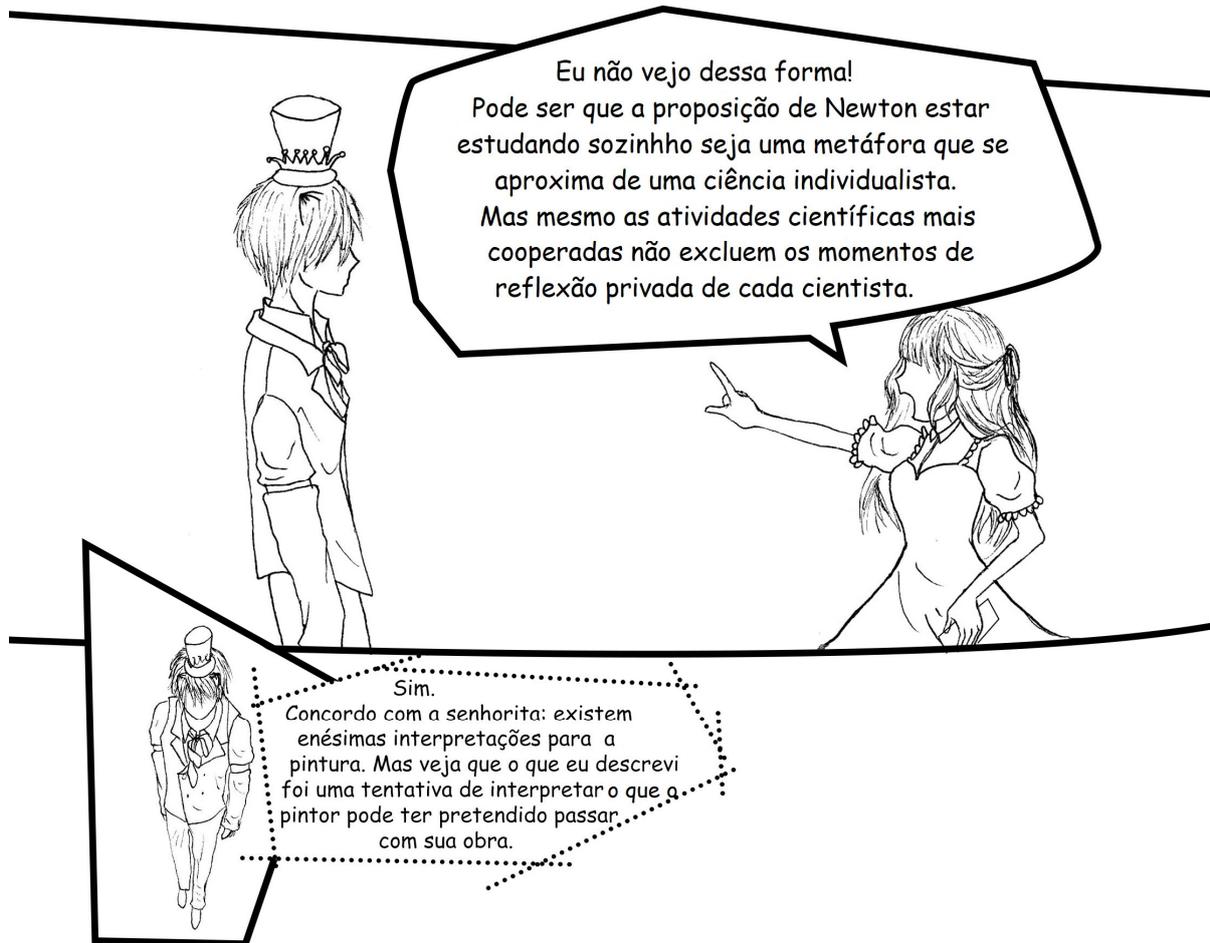


Figura 3 – Discussões – realizadas pelos personagens desta parte da HQ – sobre as possíveis interpretações da obra *Newton* de William Blake. Painéis presentes na página 7 da parte 1 da HQ.

Fonte: Elaboração própria.

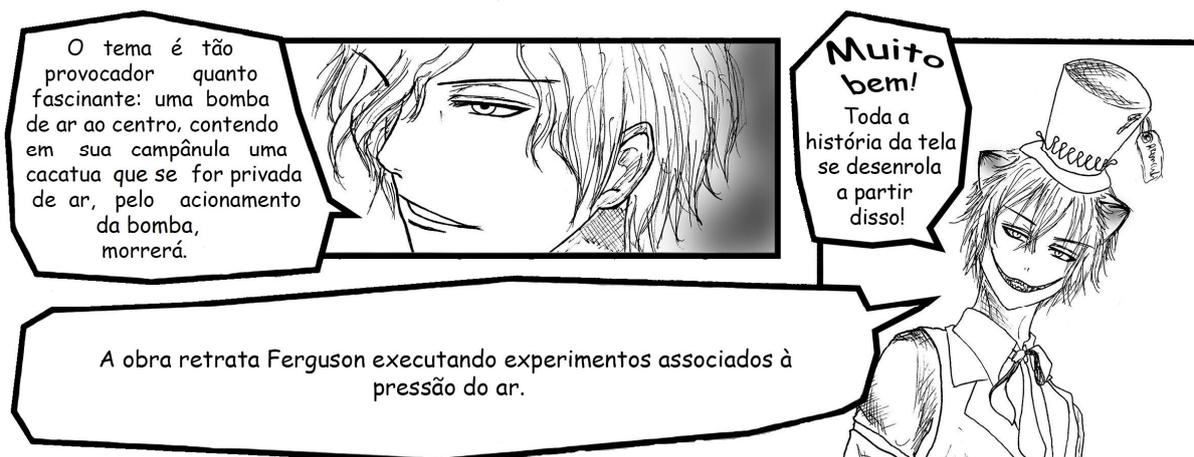


Figura 4 – Ponderações realizadas – pelos dois protagonistas desta parte da HQ – sobre personagens históricos e experimentos supostamente retratados nas obras *The orrery* e *The airpump* de Joseph Wright. Painéis presentes na página 10 da parte 2 da HQ.

Fonte: Elaboração própria.

Na HQ são abordadas discussões acerca da não neutralidade da observação, bem como da construção do conhecimento, e do papel dos experimentos no empreendimento científico

(PEDUZZI; RAICIK, 2020) a partir do estudo de três pinturas (e.g., “*Newton*”, “*The orrery*” e “*The air pump*”).

A implementação da HQ, no contexto do módulo, ocorre no segundo semestre letivo do ano de 2017 na disciplina Evolução dos conceitos da física – que faz parte do currículo do curso de física nas modalidades bacharelado e licenciatura do departamento de física da Universidade Federal de Santa Catarina. O objetivo da disciplina, ofertada no 8º período para o bacharelado e no 9º para a licenciatura, envolve realizar uma análise histórica e epistemológica dos desenvolvimentos conceituais das teorias físicas; desde a Grécia antiga AEC até meados do século XX EC.

Nesse momento se identificam 18 alunos(as) – através de uma codificação alfanumérica (18 Estudantes = E1 a E18) –, sendo 3 deles(as) da licenciatura, 14 do bacharelado e 1 de um curso de história. É válido ressaltar que todos(as) os(as) alunos(as), por meio da assinatura de um termo de autorização de uso de depoimentos, concordam com a liberação de informações no âmbito desta pesquisa.

Ao todo são 16 aulas – sendo duas destinadas às avaliações –, de 50 minutos cada, mediadas em conjunto com o professor titular da disciplina. A pesquisadora, também autora deste trabalho, durante as aulas realiza diversas intervenções nas discussões regulares da disciplina; especialmente quando se relacionam aos conceitos-chave presentes no módulo de ensino (e.g., observação não neutra, experimentos científicos, HQs, arte visual, pinturas, etc.). Das 14 aulas com a participação efetiva dos(as) alunos(as), somente duas se tornam objeto de um estudo mais específico devido a envolverem com maior clareza o posicionamento crítico dos(as) estudantes acerca da implementação do módulo de ensino.

Para os dois principais dias de execução da proposta, solicita-se aos(as) alunos(as) que realizem a leitura prévia da HQ e de seus textos associados (JORGE, 2018) (i.e., a leitura da primeira parte para a aula de nº12 e a leitura da segunda parte para a aula de nº14) para serem discutidos a partir de uma atividade dinâmica de perguntas e respostas.

A turma, então, em ambos os momentos é dividida por afinidade em dois grupos; um caracterizado pela cor amarela e outro pela cor azul. À cada grupo e dia se destinaram 9 questões^{6,7} referentes às informações presentes nas distintas partes da HQ. Os enunciados, respondidos por um(a) dos(as) integrantes do grupo a partir do sorteio de seu nome, possuem quatro alternativas – (a), (b), (c) e (d) – como respostas, sendo apenas uma a correta. O tempo

⁶ A atividade referida para a aula de nº12 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/?present=1>>. Acesso em: 24 jun. 2022.

⁷ A atividade referida para a aula de nº14 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/?present=1>>. Acesso em: 24 jun. 2022.

despendido para o membro pensar na resposta da questão, após o término de sua leitura, é de 2 minutos. Quando um(a) respondente apresenta dúvida acerca da pergunta, ele(a) pode contar com três tipos de ajuda: a (1) dos pós-graduandos (e.g., a pesquisadora e um convidado externo à disciplina são responsáveis por eliminar duas das quatro alternativas da questão, restando duas para que o membro sorteado possa escolher); a (2) dos colegas universitários (e.g., o grupo a que pertence o(a) integrante(a) pode sugerir, em conjunto, uma única alternativa como correta para a questão); ou a (3) de um colega universitário (e.g., o membro sorteado pode escolher um(a) colega de seu grupo para eliminar duas das quatro alternativas direcionadas à pergunta). Para as ajudas se estabelece a duração de 1 minuto. Nos dois dias se constroem tabelas (Fig. 5) no quadro que auxiliam na organização e na síntese das atividades em aula.



Figura 5 – Tabelas esboçadas em sala para a realização da atividade do jogo de perguntas e de respostas.
Fonte: Elaboração própria.

Do analisar ao organizar dos dados

Diante disso, salienta-se que a presente investigação se faz inserida na perspectiva de uma pesquisa com enfoque crítico-dialético (SÁNCHEZ GAMBOA, 2012) por empregar técnicas de registro de informações qualitativas (e.g., testes padronizados, questionários estruturados, guias de observação, etc.) e por envolver “(...) estratégias conhecidas como investigação-ação, investigação militante e algumas formas de investigação participante e técnicas historiográficas” (ibid., p. 94).

Na perspectiva das 16 aulas mencionadas e das atividades anteriormente descritas, utilizam-se aspectos teóricos da observação etnográfica (ANGROSINO, 2009) como instrumento de pesquisa para a coleta dos dados. Essa estratégia “(...) é feita em campo (...)” e o “(...) observador tem (...), em maior ou menor grau, um envolvimento com aquilo que está observando” (ibid., p. 74-75). Algo que se adequa à proposta da presente investigação de recolher informações sobre o estudo de uma experiência (implementação de um módulo de ensino) desenvolvida no âmbito educacional; isto é, em um cenário que se “naturaliza” a partir do envolvimento do observador em práticas e vivências humanas ao passo de se tornar um *insider* e não *outsider* no processo. Por conta disso, busca-se, conforme alguns pressupostos da observação etnográfica, ser um pesquisador que se estabeleça entre um “participante-como-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” (ibid., p. 74-75), e um “participante totalmente envolvido”, em que “(...) ele 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” (ibid., p. 74-75).

Com o auxílio desse procedimento técnico é possível registrar os dados a partir da produção escrita dos sujeitos da pesquisa em duas avaliações dissertativas previstas na disciplina Evolução dos conceitos da física. As avaliações são desenvolvidas individualmente pelos alunos(as), os(as) quais têm acesso aos enunciados das questões através do *Moodle* antes das datas marcadas para cada prova. O desenvolvimento das avaliações ocorre fora do período de aula, sendo fixado *a posteriori* um prazo para entrega. Durante esse processo os(as) estudantes podem sanar eventuais dúvidas. Após a correção das provas, elas são disponibilizadas aos(as) alunos(as) para conferência e, posteriormente, devolvidas para uma subsequente análise.

À vista disso, são selecionadas três questões (uma da primeira avaliação e duas da segunda avaliação) para análise. As questões elegidas são aquelas especificamente relacionadas à pesquisa; cujos enunciados são, respectivamente:

Questão 1 (Q1)

1) Desenvolva uma análise crítica sobre:

- a) O texto da história em quadrinhos [parte 1] (Título 1 da HQ ocultado para a não identificação da autoria);
- b) A história em quadrinhos [parte 1] (Título 1 da HQ ocultado para a não identificação da autoria).

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] (Título 2 da HQ ocultado para a não identificação da autoria);
- b) A história em quadrinhos [parte 2] (Título 2 da HQ ocultado para a não identificação da autoria).

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 airpump*” 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, 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), respalda-se na teoria fundamentada construtivista (TFC) de Charmaz (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 nossas teorias fundamentadas por meio de nossos envolvimento e das nossas interações com as pessoas, as 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, as teorias fundamentadas são construídas a partir da interação do pesquisador com os dados, isto é, por meio da análise e da codificação das opiniões e das vozes escritas dos sujeitos da pesquisa. A codificação, por exemplo, “(...) é o elo fundamental entre a coleta de dados e o desenvolvimento de uma teoria emergente para explicar esses dados” (CHARMAZ, 2006, p. 46). Na proposta da autora, há duas principais codificações: a inicial e a focalizada. A codificação inicial envolve um estudo de fragmentação dos dados que ocorre a partir da produção escrita dos(as) alunos(as) nas questões 1 (Q1), 2 (Q2) e 3 (Q3); os trechos selecionados de interesse para a pesquisa são denominados códigos iniciais. Esses códigos, posteriormente, são classificados, sintetizados, integrados e organizados – de acordo com as suas similitudes – em categorias (i.e., códigos focais); essa fase refere-se à codificação focalizada. Das sobreposições entre as categorias criadas emerge a “*core category*” – a categoria principal que tem a potencialidade de integrar uma teoria a ponto de desenvolvê-la em torno de seus eixos conceituais (ibid., 2006).

Exaltando-se relações a partir das questões

Tendo em vista, então, as informações aludidas anteriormente e as extensas redações dissertativas de cada um dos(as) 18 alunos(as) para cada uma das 3 questões, opta-se, nesta pesquisa, por inserir apenas algumas das falas escritas dos(as) estudantes – de modo a fornecer um panorama geral, sucinto e objetivo das respostas (códigos iniciais e focais) que fundamentam a criação das teorias. A seguir, discorre-se sobre os resultados.

Perpassando pela questão 1

A partir dos Quadros 1, 2 e 3, são apresentadas reflexões relativas aos códigos iniciais selecionados para a construção de categorias (códigos focais) conforme as informações oriundas da análise da questão 1 (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 da pesquisa	Códigos iniciais	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	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. 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.	

Com base no exposto no Quadro 1, verifica-se que os(as) alunos(as) supracitados(as) ponderam sobre a não neutralidade da observação científica a partir da pintura “*Newton*” de William Blake; uma vez que consideram que tanto o ato de observar quanto o de interpretar é

mediado por valores culturais, étnicos, sociais, econômicos, políticos, por subjetividades, especificidades, expectativas, por interesses e pelo contexto no qual é produzido (HANSON, 1979). Como subsídio para essa discussão utilizam explicitações acerca dos acontecimentos históricos do século XVIII EC – época da Revolução Industrial, Iluminismo e Romantismo na Inglaterra – presenciados pelo pintor e que exercem influências no processo de elaboração de sua obra.

Nessa perspectiva, E1, E3 e E4 apresentam a arte como cenário para a discussão filosófica do aspecto da NdC correspondente à não neutralidade da observação científica e à história como parte inerente a esse processo.

Disso constrói-se a categoria: “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”, na qual há a explicitação, a partir dos códigos iniciais dos sujeitos da pesquisa, da relação entre as esferas da arte e da história e filosofia da ciência ao se utilizar da subsequente análise da obra de Blake para exemplificar o debate da inexistência de uma observação neutra.

Quadro 2 – A discussão da não neutralidade na observação sem a descrição de relações explícitas entre arte e HFC.

Amostra da pesquisa	Códigos iniciais	Categoria 2
E2	A arte contempla muitos elementos associados à 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 da arte e HFC como fundamento para tal consideração.
E8	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 traz, além disso, a tona a questão da não neutralidade na observação o que pode ser discutido e entendido pelo leitor.	
E15	[...] o texto fornece detalhes e discussões interessantes sobre a não neutralidade na observação científica, e 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.	

A partir das interpretações dos códigos iniciais de E2, E8 e E15, no Quadro 2, nota-se que os sujeitos externalizam discussões sobre a observação não ser neutra e fundamentam a afirmativa ao ponderarem como alguns fatores externos e internos à William Blake exercem influência no ato de elaboração de seus trabalhos. Há, nesse caso, menção por parte desses(as)

alunos(as) acerca da relevância do contexto histórico para o desenvolvimento da obra “*Newton*”; porém, não há descrição dos principais acontecimentos históricos que envolvem o teor da pintura, sejam eles científicos ou artísticos, ou de elementos e características que possam auxiliar na exploração da conjectura levantada; já que a arte e a ciência, “(...) como toda e qualquer realização humana, estão conectadas com as condições históricas de sua concretização” (ZANETIC, 2006, p. 48). Afora isso, evidencia-se nos códigos de E2, E8 e E15 pouca intersecção da arteciência por meio da HFC.

Dessas elucubrações surge, então, a categoria “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”, na qual a não neutralidade no ato de observar é destacada pelos alunos sem que uma ligação significativa seja efetuada entre arte e HFC.

Quadro 3 –A reminiscência de que a observação não é neutra e a intersecção quase inexistente entre arte e HFC.

Amostra da pesquisa	Códigos iniciais	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, avalia-se a inexistência, ao menos explícita, de argumentos acerca da observação não ser neutra. A preocupação dos(as) alunos(as) parece pairar em uma breve e singela menção a fatores externos que podem ter influenciado o pintor William Blake na criação da pintura “*Newton*”. Entretanto, não há descrições sobre os famigerados eventos externos, assim como os internos, sendo esses de extrema relevância para a compreensão, em parte, da pintura. Como quando se pondera que o contexto sociocultural (e.g., o da revolução industrial, do movimento romântico, 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 individualista, 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).

A partir dessas ponderações cria-se, assim, a categoria “A ‘discussão’ da não neutralidade da observação sem fins explicativos e o empenho na demonstração das relações entre arte e HFC”, sobre a qual se destaca a falta de caracterização do aspecto da natureza da ciência correspondente à não neutralidade da observação e uma singela lembrança acerca das intersecções da arteciência a partir da história e filosofia da ciência nas escritas dos alunos.

Seguindo para a questão 2

Quanto à 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 analisados na questão 2 (Q2), a ponto de se exaltar as relações da arteciência por meio da discussão histórico-filosófica 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 da pesquisa	Códigos iniciais	Categoria 4
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 próprio testemunha, por suas amizades na Sociedade Lunar, dos experimentos científicos e dos maquinários e instrumentos, em plena revolução industrial. Se os experimentos precisavam de “testemunhas”, como propunham as sociedades científicas inicialmente, vão tornar-se um momento de divulgação científica [...].	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.
E15	Europa passava por um período de intensas transformações, devido a Revolução industrial [...] [e ao] Iluminismo [...]. Além desse importante contexto histórico, o texto também discute a importância da “Sociedade Lunar” nos trabalhos de Wright. [...] uma característica importante acerca dos experimentos apresentados nas pinturas, é que os mesmos tinham como objetivo promover a divulgação do conhecimento científico [...]. 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.	

No discurso de E3, E15 e E16, ou seja, nos códigos iniciais do Quadro 4, evidenciam-se relações significativas entre as esferas da arte e da HFC. As exposições desses(as) alunos(as), principalmente as de E3, ultrapassam as expectativas sobre o campo da arte discutidas em aula e de como esse cenário contribui para as representações das telas de Joseph Wright. Conquanto, a HQ [parte 2] e o texto a ela relacionado não mencionem 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 surpreende e encanta com suas menções à arte e enlaces com a história e a filosofia da ciência. Ademais, isso mostra 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. Essa experiência mostra que “(...) nunca olhamos para uma coisa apenas; estamos sempre olhando para a relação entre as coisas e nós mesmos” (BERGER, 1999, p. 10-11).

Verifica-se, ainda no Quadro 4, que os(as) alunos(as) tecem 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 ou até mesmo a apresentação dos experimentos como forma de refinação de entretenimento por parte dos espectadores. A composição de tais argumentos ocorre por meio de ligações explícitas, por vezes implícitas, entre os distintos campos do conhecimento (arte visual e HFC).

À vista do exposto, surge a categoria “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”, na qual se concede uma maior subjetividade às falas dos estudantes acerca da função atrelada aos experimentos mediante a subsequente análise das obras de Wright que permeiam os âmbitos científico e artístico. Fato que demonstra que o experimento pode ser, como já aludido, dirigido por objetivos sociais, históricos, culturais, epistêmicos, etc. (HACKING, 1983).

Quadro 5 – A discussão geral dos papéis dos experimentos sem intersecções significativas entre arte e HFC.

Amostra da pesquisa	Códigos iniciais	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, avalia-se que E5 e E12 fornecem indicativo de uma momentânea e singela alusão ao campo da arte, não estreitando relações com outros acontecimentos históricos vivenciados por Joseph Wright, os quais compõem um panorama mais propício para a compreensão dos experimentos e demonstrações científicas ilustradas pelo pintor em suas duas pinturas. Parecem, também, refletir de modo geral sobre o significado dos experimentos na construção do conhecimento científico, ao considerarem a prática experimental como ferramenta de transformação da realidade impregnada de teoria, sendo esta também carregada pelas práticas experimentais e fundamentalmente pelos artefatos (HACKING, 1983).

E5, E7 e E12 debatem, assim, sobre as funções dos experimentos nas obras de Wright em um contexto científico e artístico 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, já “(...) que tanto o trabalho artístico quanto o científico são formas (...) de ampliar a percepção da realidade e de conceber novas leituras do mundo” (FERREIRA, 2010, p. 277).

É, então, nesse cenário que a categoria “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” floresce. Nela, a discussão em torno do aspecto da natureza da ciência correspondente ao papel do experimento nas duas obras de Wright se faz, em parte, presente; todavia, o meio, as relações da arte com a HFC que tornam esse debate mais propício e evidenciado, encontram-se quase ausentes.

Quadro 6 – A escassa explicação dos papéis dos experimentos e das relações entre arte e HFC.

Amostra da pesquisa	Códigos iniciais	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 “The air pump” 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 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. 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.	
E14	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 “The orrery”, ora chocante e maligno, como em “The air pump”.	

No Quadro 6 averigua-se que, a partir dos trechos das respostas dissertativas da Q2, E2, E8 e E14 não discutem o papel dos experimentos presentes nas telas “*The orrery*” e “*The air pump*” de Wright; há 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, 2020), cujas funções 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.

Por outro lado, destacam-se tentativas desses sujeitos para se explicitar intersecções entre arte e HFC, como quando E8 pondera sobre como o uso do campo da arte pode contribuir para o debate do contexto filosófico (relativo ao experimento) que está imerso nas telas, embora não haja maiores informações sobre o movimento iluminista e de sua interlocução com o período histórico mencionado.

À vista disso, surge a categoria “A referência direta e vaga do conceito “experimento” e as intenções de contextualizar as ligações entre as esferas da arte e da HFC”, dado ao fato desses sujeitos da pesquisa destacarem como relevante o conceito experimento e não a função que poderia exercer no contexto das pinturas de Wright – passíveis de se serem analisadas se os eventos históricos (e.g., Iluminismo e Revolução industrial) fossem apresentados.

Chegando até a questão 3

A análise da Q3, também, ocorre por meio de aspectos da teoria fundamentada construtivista da Charmaz (2006). Entretanto, como se destaca a existência de um consenso

nas respostas dos(as) 18 estudantes (E1 a E18); uma única e, portanto, abrangente categoria foi construída a partir da interpretação dos códigos iniciais: “As intersecções 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(as) os(as) estudantes tecem considerações positivas acerca do módulo de ensino condicionar discussões sobre as possibilidades de se pensar a ciência-física sob novas perspectivas e de se refletir sobre o desenvolvimento de práticas pedagógicas e científicas mais diversificadas.

E2, por exemplo, argumenta 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, pondera que a HQ [partes 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 as (...) ciências exatas, que é a imaginação. (E3)

Em relação às condições fornecidas pelo âmbito escolar, reportado por E3, E10 conjectura:

(...) 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 e cidadãs não só críticos(as), mas precipuamente interventivos(as) na sociedade. Daí a relevância de se implementar o módulo na formação de futuros(as) docentes e cientistas. 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, etc. Diante disso, torna-se necessário trabalhar conhecimentos dispersos nas ciências da natureza, nas ciências humanas, na arte, na literatura e na filosofia para se colocar em evidência a articulação indissolúvel entre a unidade e a diversidade de tudo que é humano. Nessa perspectiva, E14 anuncia “(...) *que a introdução de novas formas de propagar o conhecimento sempre serão positivas na formação de qualquer aluno*”.

É nesse contexto que a criatividade se torna 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 expressa 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.

Verifica-se, então, como consequência da análise de alguns trechos da escrita dissertativa dos alunos na Q3, e por meio de Q1 e Q2, que os resultados se aproximam do objetivo da investigação; respondendo, consideravelmente, ao problema de pesquisa.

Um finalizar...

Em síntese, os resultados oriundos das análises de 3 questões propostas aos(as) alunos(as) em avaliações da disciplina Evolução dos conceitos da física – interpretadas de acordo com a teoria fundamentada construtivista de Charmaz (2006) –, mostram, em termos abrangentes, a contribuição do módulo de ensino para a formação de docentes e de cientistas da área da física. Sua significação se pauta, então, no apresentar de possibilidades para se pensar a ciência sob novas perspectivas (artísticas) 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 junto as pinturas.

No exame final das informações coletadas e classificadas é possível identificar níveis variados de relações da arteciência a partir da HFC; bem como observado nas categorias (códigos focais) presentes nos Quadros 1, 2, 3, 4, 5, 6 e na oriunda da análise da Q3. A teoria fundamentada, então, que emerge da sobreposição desses códigos focais se caracteriza por: “O entre-(en)laçar da arteciência como matéria de potência e seu evidenciar pouco salientado por aspectos histórico-filosóficos”.

Diante do surgir da teoria desta pesquisa, pondera-se sobre quão profícuos e benéficos são os debates da arteciência para a educação, sobretudo para a formação inicial dos sujeitos da investigação – algo evidenciado em suas falas escritas. Formas distintas de compreender o conhecimento científico-físico são expressas na perspectiva de exaltar singulares e pluralidades. Entretanto, há muito mais a ser trabalhado; como destacado em um “debate” pouco acalorado sobre aspectos históricos-filosóficos por parte dos(as) alunos(as). Na busca por respostas para esta problemática, Bullot, Seeley e Davies (2017) declaram haver uma “(...) grande deficiência da visão das ‘Duas Culturas’ [de C. P. Snow] e do relato pessimista dos vínculos arteciência (...) que contribuíram para silenciar a história filosófica de tais relações de dependência” (ibid., p. 461, tradução livre).

Portanto, são necessárias que mais propostas, próximas à esta, sejam desenvolvidas em vista de se minimizar a lacuna existente entre arte e ciência, bem como a maneira “(...) exclusivamente conteudista-disciplinar que é formatada a educação hodierna” (SILVA, 2013, p. 22). Como implicação desta investigação, devaneia-se acerca da possibilidade de se inserir as discussões materializadas na HQ e em seus textos correlatos em disciplinas – de natureza similar à anteriormente descrita – que se façam presentes nos currículos de semestres iniciais dos cursos de física. Isto dado ao fato de que em uma formação tardia, os(as) alunos(as) – da disciplina Evolução dos conceitos da física, ofertada no 8º semestre para o curso de bacharelado em física e no 9º semestre para o curso de licenciatura em física, da Universidade Federal de Santa Catarina – já se encontram em um grau de escolarização mais avançado, “(...) acostumando-se à divisão cartesiana presente neste sistema” (SILVA; NEVES, 2015, p. 320) que divide arte da ciência e vice-versa.

Por essa razão talvez caiba mencionar que pensar esta pesquisa 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 a 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).

Almeja-se, por fim, que o trabalho apresentado seja utilizado como mote para outras pesquisas com múltiplos efeitos de sentidos. Espera-se, também, que a investigação realizada seja problematizada por futuros(as) professores(as), por docentes, por pesquisadores(as), por cientistas da área da física e de outras áreas do conhecimento que estejam dispostos a enveredar pelos caminhos da arteciência.

Referências

- ANGROSINO, M. V. *Etnografia e observação participante*. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- ALCANTARA, M. C. de; JARDIM, W. T. A utilização da HFC no ensino de física a partir de representações artísticas. In *Anais da III Conferencia Latino americana del International, History and Philosophy of Science Teaching Group IHPST – Chile* (p. 164-172). Santiago, Chile. 2014.
- AUSUBEL, D. P. *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton. 1963.
- JORGE, L. *Na formação de professores e cientistas, uma HQ sobre aspectos da NDC e imagens: encantar-se com os entre-(en)laces*. 2018. 335 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.
- JORGE, L.; PEDUZZI, L. O. Q. Do encantamento ao horror científico: as pinceladas de Joseph Wright em *The orrery* e em *The air pump*. *A Física na Escola*, v. 15, s/n, p. 31-39. 2017.
- JORGE, L.; PEDUZZI, L. O. Q. Do casamento entre arte e ciência aos enlaces da palavra e imagem nas histórias em quadrinhos. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 1, p. 61-83. 2019.
- JORGE, L.; PEDUZZI, L. O. Q. No discursar do educar, um histórico-(des)filosofar da arteciência: é por aí que vamos começar. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.16, n.2, p. 323-345. 2021.
- BERGER, J. *Modos de ver*. Lisboa: Edições 70. 1999.
- BULLOT, N. J.; SEELEY, W. P.; DAVIES, S. Art and science: a philosophical sketch of the historical complexity codependence. *The Journal Of Aesthetics Art Criticism*, v. 75, n. 4, p. 453-463. 2017. <http://dx.doi.org/10.1111/jaac.12398>
- CHARMAZ, K. *Constructing grounded theory: a practical guide through qualitative analysis*. London: Sage. 2006.
- 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.
- FERREIRA, F. R. Ciência e arte: investigações sobre identidades, diferenças e diálogos. *Educação e Pesquisa*, v. 36, n. 1, p. 261-280, 2010.
- FEYERABEND, P. K. *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*, v. 23, n. 4, p. 1191-1208, 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.
- GOMBRICH, E. H. *A história da arte*. 1ª ed. de bolso. Trad. Cristina de Assis Serra. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 2018.
- HACKING, I. *Representing and intervening: introductory topics in the philosophy of natural science*. New York: Cambridge University Press. 1983.
- HANSON, N. R. Observação e interpretação. In Morgenbesser, S. (Org.). *Filosofia da ciência* (p. 127-138). 3.ed. São Paulo: Cultrix. 1979.
- LARSSON, J.; AIREY, J.; LUNDQVIST, E. Swimming against the tide: five assumptions about physics teacher education sustained by the culture of physics departments. *Journal of Science Teacher Education*, s/v., s/n., p.1-18. 2021. <http://dx.doi.org/10.1080/1046560X.2021.1905934>
- LEITE, M. R. *Histórias em quadrinhos como material didático para a aproximação da história e filosofia da ciência ao ensino dos elementos químicos*. 2020. 235f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru. 2020.
- LEITE, M. R. V.; GATTI, S. R. T.; CORTELA, B. S. C. Abordagem da história e filosofia da ciência por meio das histórias em quadrinhos. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, v. 3, n. 2, p. 35-52. 2019. <http://dx.doi.org/10.30691/relus.v3i2.1668>
- 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*, v. 20, n. 3, p. 595-616, 2014.
- MCCLLOUD, S. *Desvendando os quadrinhos: história, criação, desenho, animação, roteiro*. Trad. Helcio de Carvalho; Marisa do Nascimento Paro. São Paulo: Makron Books. 1995.
- MILL, J. S. *On liberty*. Canada: Batoche Book. 2001.
- 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.*, v. 38, n. 139, p. 355-372, 2017.
- 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.
- PANOFSKY, E. *Meaning in the visual arts: papers in and on art history*. Garden City, NY: Doubleday Anchor Books, 1955.
- PEDUZZI, L. O. Q.; RAICIK, A. C. Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 25, n. 2, p. 19-55, 2020.
- POSTMAN, N. *Tecnopólio: a rendição da cultura à tecnologia*. São Paulo: Nobel. 1994.
- SÁNCHEZ GAMBOA, S. A. *Pesquisa em educação: métodos e epistemologias*. 2 ed. Chapecó: Argos. 2012.

SANTOS, R. E.; VERGUEIRO, W. Histórias em quadrinhos no processo de aprendizado: da teoria à prática. *EccoS – Rev. Cient.*, s/v., n. 27, p. 81-95, 2012.

SILVA, J. A. P. da. *Arte e ciência no Renascimento: discussões e possibilidades de reaproximação a partir do codex entre Cigoli e Galileo no século XVII*. 2013. 505 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Paraná. 2013.

SILVA, J. A. P.; NEVES, M.C.D. Arte e ciência: possibilidades de reaproximações na contemporaneidade. *Cient., Ciênc. Human. Educ.*, v. 16, n. 4, p. 311-321, 2015.

SILVEIRA, J. R. A. da. *Arteciência: criações sem limites além das fronteiras do futuro*. 2018. 264 f. Tese (Doutorado em Química Biológica – Educação, Gestão e Difusão em Biociências) - Instituição de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2018.

TESTONI, L. A. *Caminhos criativos e elaboração de conhecimentos pedagógicos de conteúdo na formação inicial do professor de física*. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.

ZANETIC, J. Física e arte: uma ponte entre duas culturas. *ProPosições*, v. 17, n. 1, p. 39-57, 2006.

SOBRE OS AUTORES

LETÍCIA JORGE. Licenciada (2016) em Ciências da Natureza com habilitação em Física pelo Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e Mestre (2018) em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Atualmente está doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC.

LUIZ O. Q. PEDUZZI. Bacharel (1973) e Mestre (1980) em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Doutor (1998) em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professor titular (aposentado) do Departamento de Física da UFSC. Coordenador do Apeiron - Grupo de História, Filosofia e Ensino de Ciências. Até 2015, e desde a sua fundação, foi um dos editores do Caderno Brasileiro de Ensino de Física.

Recebido: 25 de agosto de 2022.

Revisado: 29 de junho de 2022.

Aceito: 29 de julho de 2022.