

NO DISCURSAR DO EDUCAR, UM HISTÓRICO-(DES)FILOSOFAR DA ARTECIÊNCIA: É POR AÍ QUE VAMOS COMEÇAR

In the discourse of educating, a historical-(un)philosophize of artsience: this is where we begin

Letícia Jorge [leticiajorgeifsc@gmail.com]

*Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica
Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Universitário Trindade, Florianópolis, SC, Brasil*

Luiz O. Q. Peduzzi [luizpeduzzi@gmail.com]

*Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica
Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Universitário Trindade, Florianópolis, SC, Brasil*

Recebido em: 03/11/2020

Aceito em: 10/05/2021

Resumo

É plausível considerar, frente a desvalorização das humanidades, das artes e das ciências – sobretudo no âmbito educacional – que a contemporaneidade brasileira carece de articulações entre diferentes campos do saber; essenciais para conhecer com e por outras vias. As artes e as ciências, distintas, por exemplo, são modos característicos de entendimento e de produção do conhecimento. Eventualmente, o acolhimento da arteciência sob um viés histórico-filosófico para a formação (inicial ou continuada) de professores(as) e/ou de cientistas do campo da física pode propiciar uma compreensão mais humana e plural do processo de construção de saberes pedagógicos e científicos. Diante disso, desenvolve-se um estudo exploratório, centrado na produção científico-acadêmica expressa em dissertações de mestrado e em teses de doutorado, com publicações entre os anos de 2002 a 2018, a nível nacional de Programas de Pós-Graduação (PPG). Considerando o interesse da investigação em examinar produções sobre arteciência na área da física, a partir da história e filosofia da ciência, priorizou-se por se debruçar sobre a análise de 7 trabalhos (e.g., 5 dissertações de mestrado e 2 teses de doutorado) de 7 distintos PPGs. Com isso, um questionamento é instaurado: como são abordadas e percorridas as relações da história e filosofia da ciência, na perspectiva *da* e *sobre* ciência, com a arte na formação (inicial ou continuada) do(a) professor(a) de física e/ou do(a) cientista? Da busca por respostas, e da concomitante análise, foi identificada uma predominância de trabalhos sobre discussões arteciência na perspectiva da história e/ou da sociologia da ciência. Por outro lado, verificaram-se poucos estudos que se debruçaram sobre a temática aludida que incluía a vertente da história e da filosofia da ciência.

Palavras-Chave: Revisão de literatura; Levantamento de dissertações e teses; Arteciência para a prática científica e pedagógica.

Abstract

It is plausible to consider, in the face of the devaluation of the humanities, arts and sciences – especially in the educational sphere – that brazilian contemporaneity lacks articulations between different fields of knowledge; essentials to know with and by other means. The arts and sciences, for instance, are characteristic modes of understanding and producing knowledge. Eventually, the reception of the artsience under a historical-philosophical bias for the teachers (in training) and/or

scientists of the field of physics can provide a more human and plural understanding about the construction's process of pedagogical and scientific knowledge. Therefore, an exploratory study is developed, centered on scientific-academic production expressed in master's dissertations and doctoral theses, with publications between the years 2002 to 2018, at the national level of Graduate Programs. Considering the interest of the investigation in examining productions about artscience in the field of physics, from the history and philosophy of science's perspective, it was prioritized for examining the analysis of 7 works (e.g., 5 master's dissertations and 2 doctoral theses) from 7 distinct Graduate Programs. With this, a questioning is established: how are the relations of history and philosophy of science, from the perspective of and about science, with art in the teachers (in training) or the scientist? From the search for answers, and from the concomitant analysis, a predominance of works on the discussions artscience in the perspective of history and/or the sociology of science was identified. On the other hand, there were few studies that dealt with the subject matter that included the history and philosophy of science.

Keywords: Literature review; Survey of dissertations and theses; Artscience for teaching and scientific practice.

1. O CATALOGAR DE UM PREFÁCIO

“Os adultos me aconselharam a deixar de lado os desenhos [...] e me interessar, em vez disso, [...] pela aritmética e pela gramática”, descreve Saint-Exupéry (2014, p. 8) – autor e um dos personagens principais da obra “O Pequeno Príncipe” – quanto às reminiscências de sua infância. Os “crescidos”, aqueles que só se interessam pelos números, “[...] são incapazes de entender as coisas sozinhos, e é cansativo ter que ficar lhes explicando tudo, o tempo todo” (ibid., p. 8).

Palavras postas que parecem servir de metáfora à construção de uma visão uniforme, unidimensional e limitada do conhecimento tão propalada aos conterrâneos brasileiros por meio de leis (e.g., Reforma do Ensino Médio – Lei nº 13.415/2017 (Brasil, 2017)) e de documentos oficiais (e.g., Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018)) que proclamam por uma “[...] formação integral do aluno [...]” (Brasil, 2017) ao, paradoxalmente, outorgarem maior apreço a determinadas áreas em detrimento de tantas outras.

O desacolhimento face a saberes relativos as ciências, as artes ou as humanidades, que – não limitados pelo enquadramento do belo, agradável e afável aos olhos – causam inquietações e despertam reflexões, pode acarretar em um premente empobrecimento da compreensão sobre as transformações do mundo e das próprias relações humanas que se constroem a partir dele e com ele.

É plausível, então, considerar que o âmbito educacional carece de articulações entre diferentes campos do saber. Essenciais para conceber e interpretar multi-realidades, elas são possibilidades de conhecer com e por outras vias. As artes e as ciências, distintas, por exemplo, são modos característicos de entendimento e de produção do conhecimento; são formas singulares de criatividade, de expressividade e de criticidade. A exequibilidade das intersecções entre essas esferas se faz existente, na história da humanidade, desde a antiguidade, sobretudo no período do Renascimento (Reaves & Pedretti, 1987; James, 2003; Shrimplin, 2009; Silva & Neves, 2014).

Grandes estudiosos, isto é, artistas e cientistas como Leonardo da Vinci (1452-1519), Salvador Dalí (1904-1989), Galileo Galilei (1564-1642) e Albert Einstein (1879-1955), transitaram pelas vias de conexão entre a arte e a ciência ao desenvolverem o conhecimento e o seu comunicar das mais diferentes formas (Massarani, Moreira & Almeida, 2006; Reis, Guerra & Braga, 2006; Zanetic,

2006). Disto, importa ponderar que tanto a arte quanto a ciência apresentam uma multiplicidade de sentidos que podem ser empregados em vastíssimos e fecundos contextos.

Encontrar, então, um termo adequado que englobe a interação destas áreas é um desafio nada trivial. Silveira (2018), à título de exemplo, elabora uma lista de algumas siglas, expressões e terminologias utilizadas pela literatura tanto a nível nacional quanto internacional para se referir ao diversificado campo de intersecções entre arte e ciência, em prol da criação de uma futura taxonomia da área: a saber, *Artscience*, *Arteciência*, *Art and Science*, *Arte e Ciência*, *Art-science*, *Arte-ciência*, *Art + Science*, *Art & Science*, *Arte & Ciência*, *Art/Science*, *Arte/Ciência*, *Artsci*, *Art-Sci*, *Art/Sci*, *Art/Sci*, *ArtBio*, *Art+Bio*, *Art and Technology*, *Arte e Tecnologia*, *Art, Science and Technology*, *Arte, Ciência e tecnologia*, *Science, Art and Technology*, *Ciência, Arte e tecnologia*, *Science-Art*, *Bioart*, *Sciart*, *Science & Art*, *Science-Art*, *CienciArte*, *Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics* (STEAM), *Sciences, Engineering, Arts, and Design* (SEAD), *Polymathics* e etc..

Tendo em atenção a “[...] extrema divisão cartesiana vivenciada na atualidade [...] expressando o enorme distanciamento existente entre arte e ciência, [...]” (Silva, 2013, p. 22) e o “[...] modo exclusivamente conteudista-disciplinar que é formatada a educação hodierna” (ibid, p. 22), elege-se, neste artigo, o termo “arte-ciência” para descrever o campo de atuação que evidencia a “[...] reconciliação necessária entre ciência e arte em nosso tempo, a fim de que ambas possam partilhar e contribuir com elementos essenciais ao ensino e ao desenvolvimento das sociedades” (Silveira, 2018, p. 30).

Salienta-se, ainda, que não cabe aqui designar definições ora à arte (Coli, 1995; Gombrich, 2018) ora à ciência (Chalmers, 1993; Feyerabend, 2010), uma vez que tantas e tão diferentes são as concepções imbricadas a esses dois complexos universos, mas sim pensar a ciência e a arte em sua profícua relação para o ensino, como um espaço onde práticas e discursos favoráveis ao confronto e ao dissenso sejam bem-(vistas e)vindas. Um lugar em que seja possível colocar em exercício novos pensares, fazeres e formas de estar no mundo. Um meio que oportunize novos modos de conhecer e elaborar o conhecimento, valorizando a história da construção de um saber mais humano e plural.

Todavia, para aqueles que “[...] não pode[m] viver sem princípios que se mantêm independentes da situação, da forma do mundo, das exigências da pesquisa [...]” (Feyerabend, 2011, p. 236), elucida-se que, aqui, a experiência de pensar a arte encontra-se atrelada à opção de compreendê-la por meio de representações pictóricas bidimensionais (Panofsky, 1955; Gombrich, 2018) (e.g., como pinturas – que excluem, sem desmerecer, filmes, teatros, esculturas, dentre outras formas de expressão). Tal escolha leva em deferência o posicionamento de Galileu Galilei, em uma de suas cartas direcionadas a seu amigo pintor Lodovico Cardi (1559-1613) em 1612 (Nascimento, 1981), quando fornece argumentos plausíveis sobre a sua preferência por composições artísticas bidimensionais sem deixar de mencionar as dificuldades de retratá-las em comparação a outro tipo de arte manifesta; como a escultura, por exemplo, cuja tridimensionalidade é dada pela natureza, ao ser tingida pela luz, e não por técnicas artísticas (e.g., perspectiva e *chiaroscuro*) como ocorre em casos de obras construídas sobre o plano que proporcionam – quando se objetiva por – uma percepção de realidade tridimensional.

Quanto ao saber científico, considera-se que compreender o desenvolvimento *da* e *sobre* ciência (Forato, Pietrocola & Martins, 2011), especificadamente na área da física, permite percebê-la como um campo de estudos humanizado. O entendimento *da* ciência pressupõe considerá-la como um corpo de conhecimentos historicamente construído – concebido no contexto singular de cada época e, portanto, multifacetado – no qual os saberes se estendem para além da compreensão dos conteúdos científicos, buscando vínculos entre conceitos e princípios da física com sua história, para assim demonstrar e contra exemplificar suas características (Martins, 2015; Clough, 2018). A experiência de (re)pensar *sobre* a ciência adentra no domínio de saberes metacientíficos; saberes esses

sobre a natureza da ciência (NdC) que envolvem processos criativos, pressupostos, influências contextuais, que produz, avalia, legitima e compartilha o conhecimento científico, que possibilita julgar o dogmatismo geralmente presente no ensino e proporciona senso de reflexão e criticidade (Matthews, 2018; Peduzzi & Raicik, 2020). De outro modo, o devanear *sobre* a ciência configura avaliar as enésimas possibilidades de caminhos (a serem) trilhados até o impávido despertar dos conhecimentos *da* ciência. Tece-se junto a essa escrita o ponderamento de que a utilização de análises histórico-filosóficas acerca das características da NdC – como “[...] um arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da ciência” (Moura, 2014, p. 33) – facilita a criação dessa perspectiva. Por conta disso, elege-se a história e filosofia da ciência (HFC), dentre distintas vertentes (que envolvem os vieses de CTS, CTSA, psicologia ou sociologia da ciência, entre outros), para se abordar a NdC na educação científica. Isto tendo em vista que há um número notável de pesquisas sobre os benefícios do uso da HFC no ensino, inclusive sobre ela propiciar melhores compreensões acerca da natureza da ciência (Sobiecziak, 2017; Raicik, 2019).

No que toca a coerência entre arte e ciência – em particular representações pictóricas bidimensionais e HFC – e, concomitantemente, as dificuldades de discussão e implementação de questões relativas a ela no ensino por parte dos professores, dado a conhecer o atual contexto educacional brasileiro, Jorge e Peduzzi (2017, p. 2) argumentam que:

[...] ao não terem sido apresentados à diversidade e a um pluralismo epistêmico e metodológico durante a sua formação inicial, [os professores] 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.

Carl. R. Rogers, psicólogo que passou a estudar os diversos fatores que influenciariam no processo de ensino e aprendizagem dos alunos do ensino superior em psicologia na universidade em que trabalhava (Sobreira, Tassigny & Bizarria, 2016) – mas, que também poderiam ser compreendidos e expandidos à outras áreas –, evidencia que possivelmente a postura teórica e a prática do professor no âmbito escolar reflete, conscientemente ou não, a própria educação incutida em si por políticas públicas avessas a transformações (Rogers, 1978).

Complementarmente, Borges (2013) ressalta a importância de se refletir na possibilidade de mudança do paradigma da “igualdade” para o da “diferença” enquanto modo de se pensar uma reorganização da escola. Nesse caso, não se fala na igualdade atribuída ao direito de acesso à educação, mas na igualdade que não se apresenta consistente e coesa no processo de ensino e aprendizagem diante do fenômeno da diversidade e pluralidade.

Eventualmente, o acolhimento da arteciência sob um viés histórico-filosófico na formação de professores (Alcantara & Jardim, 2014; Colagrande, Martorano & Arroio, 2015; Maurício, Valente & Chagas, 2016; Reiners, Bliersbach & Marniok, 2017; Jorge, 2018) e de cientistas¹ (Root-Bernstein *et al.*, 2008; Kampourakis, 2017) do campo da física, em particular, pode propiciar um entendimento mais humano acerca da própria construção do conhecimento científico; pode auxiliar na formulação de práticas pedagógicas e científicas mais plurais, pode despertar o interesse de conhecer outros modos de produção de conhecimento e de ampliar o repertório expressivo para um pensar inovador e criativo que contribua na busca de soluções para os problemas que se impuserem sob as mais diversas faces e circunstâncias. Haja vista o fato de que há muitos mundos a serem destrancados e muitas leituras a serem apreendidas.

¹ Profissionais que ao cursarem o bacharelado e derem prosseguimento à sua formação (tornando-se mestres e, principalmente, doutores), ao menos no contexto das universidades, também atuarão no âmbito educacional.

“Nessa sala se achava a biblioteca / Do paraíso; todas as perguntas / Que jamais me atormentaram, / Toda a sede de conhecimento / Que me havia queimado, / Encontrava ali sua resposta [...]”; versos de uma composição poética declamada por Hermann Hesse (2014, p. 525) – laureado com o Prêmio Nobel de Literatura no ano de 1946 – que parecem moldar-se em alegoria quanto a relevância da realização de uma pesquisa bibliográfica. É a partir de um estudo exploratório (Salvador, 1981), centrado na produção científico-acadêmica expressa em dissertações de mestrado (acadêmicos e profissionais) e em teses de doutorado (D&T) a nível nacional de Programas de Pós-Graduação (PPGs), que a presente investigação se debruça. Isto, tendo em vista o questionamento que se inquieta: como D&T tratam e discorrem sobre as relações da história e filosofia da ciência, na perspectiva *da e sobre* ciência, com a arte na formação (inicial ou continuada) do professor de física ou do futuro cientista?

A busca por respostas inicia-se no identificar das justificativas, motivações e objetivos manifestados pelos autores e autoras das D&T para a abordagem didática da arteciência no ensino, em particular, na ou para a formação de professores e de cientistas da área da física. Também é avaliado se e como os estudos articulam essas discussões com o viés da história e filosofia da ciência (HFC), dado que a literatura especializada vem enfatizando, no perpassar dos anos, a necessidade e proficuidade da HFC na educação científica (Forato, Pietrocola & Martins, 2011; Moura, 2014; Damasio & Peduzzi, 2017; Autor 2, 2019) – uma vez que elas podem permitir, além de uma melhor compreensão de conceitos científicos, a análise de uma ciência multifacetada, questionadora, não absoluta, inserida no contexto sociocultural de seu período, dentre outras questões que podem ressaltar sua essência humanística há muito esquecida. Por conta disso, a investigação busca examinar as referências filosóficas da ciência e os referenciais educacionais (em termos de teorias de aprendizagem) declaradas pelos autores e, concomitantemente, as possíveis articulações realizadas entre esses dois aportes teóricos.

Da análise, amparada pela teoria fundamentada construtivista (Charmaz, 2006; 2008), procura-se avaliar como os resultados encontrados a partir das D&T – na perspectiva do presente estudo – podem vir a contribuir para o processo formativo desses cidadãos e como esses estudos podem refletir, em parte, a pesquisa em educação.

2. UM PANORAMA DAS PRODUÇÕES CIENTÍFICAS-ACADÊMICAS

Objetiva-se, então, conhecer as produções sobre arteciência em PPGs à luz do recorte feito (i.e., da seleção de D&T que envolvam ou discorram sobre o viés da HFC junto a formação – inicial ou continuada – de professores e/ou de cientistas do campo da física) que, respeitando a amplitude dos estudos em geral, volta-se à matéria de interesse específico. O presente estudo exploratório (Salvador, 1981) situa-se, portanto, no tipo “estado da arte” ou “estado do conhecimento” (Ferreira, 2002) – dado o fato de seu carácter visar a identificação de um certo grupo de trabalhos acadêmicos e científicos sobre um tema a ser investigado que, posteriormente, é analisado e categorizado para revelar enfoques e perspectivas.

A procura por D&T se dá inicialmente por meio do Catálogo de Teses e Dissertações² (CT&D) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que, por vezes, fornece o resumo dos trabalhos; os quais são encaminhados pelas instituições de ensino onde as pesquisas são defendidas e aprovadas. Contudo, somente os resumos, seja por serem muito sucintos ou em dadas circunstâncias fazerem-se ausentes, não viabilizam informações suficientes para a análise proposta. Por conta disso, e assumindo como imprescindível a leitura do texto na íntegra, para a localização dos trabalhos completos efetuou-se uma busca nos sítios das universidades – além de

² Disponível em: <<https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

seus respectivos PPGs³ – para a seleção de outros possíveis trabalhos relacionados. Cabe ressaltar, ainda, que do mesmo modo com que se propõe identificar nas esferas das ciências e da matemática relações com a arte, torna-se viável (embora não objeto desta análise) ponderar a possibilidade de se encontrar no campo das artes conexões com física, química, biologia e matemática.

Assim, após uma triagem preliminar – que envolveu a seleção inicial de D&T que continham as expressões ou descritores “arte”, “ciência”, “formação (inicial ou continuada) de professores e/ou de (futuros) cientistas” no título, no resumo ou no corpo do texto – no CT&D, realizou-se uma busca pela completude dos trabalhos escolhidos nos seus PPGs de origem. Foram identificadas 35 dissertações de mestrado (Figura 1) e 21 teses de doutorado (Figura 2) em 18 Programas de Pós-Graduação das áreas das ciências, da matemática e das artes, perfazendo um total de 56 trabalhos relativos ao tema da revisão bibliográfica, com publicações entre os anos de 2002 a 2018. Esse tipo de abordagem propiciou, portanto, que o período de análise identificado emergisse do processo.

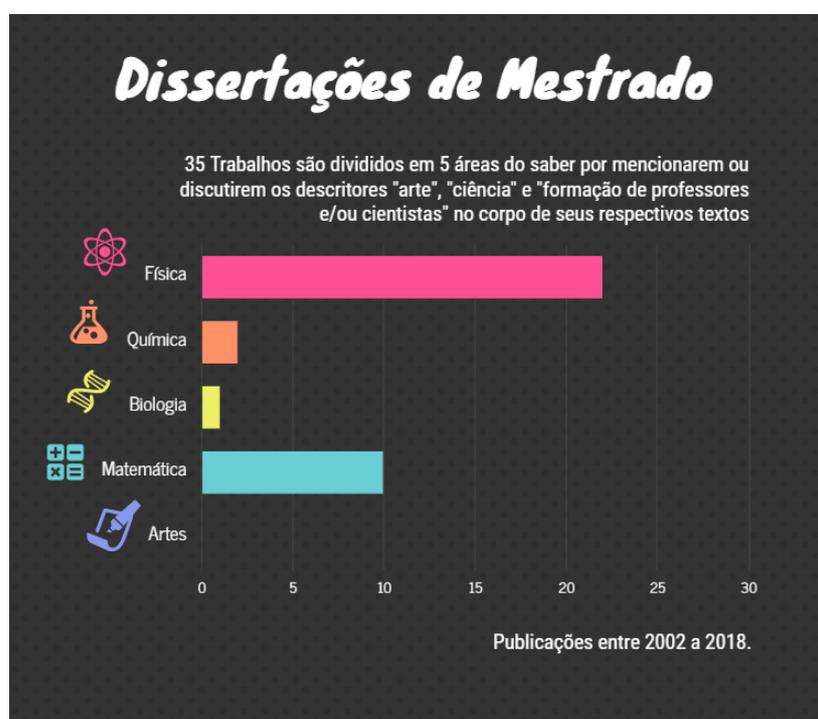


Figura 1 – Das 35 dissertações de mestrado, 22 delas – por serem direcionadas ao ensino de física ou por mencionarem ou discutirem conceitos relativos a essa área junto a arte – foram agrupadas no campo “Física”; 2 dissertações foram alocadas no campo “Química”; 1 dissertação no campo “Biologia”; 10 no campo “Matemática” e nenhuma no campo “Artes” – isto é, não foram identificadas dissertações de mestrado que realizassem menções ou discussões sobre arte junto a área das ciências ou matemática vinculadas a formação de professores/cientistas. Fonte: Elaboração própria.

³ Os PPGs selecionados foram os em educação; educação científica e tecnológica; ciência, tecnologia e educação; formação científica, educacional e tecnológica; ensino científico e tecnológico; ensino de ciências e matemática; educação para a ciência e a matemática; interunidades em ensino de ciências; educação em ciências na Amazônia; ciências em engenharia de produção; ensino de física; história da ciência; filosofia; artes; educação, arte e história da cultura.

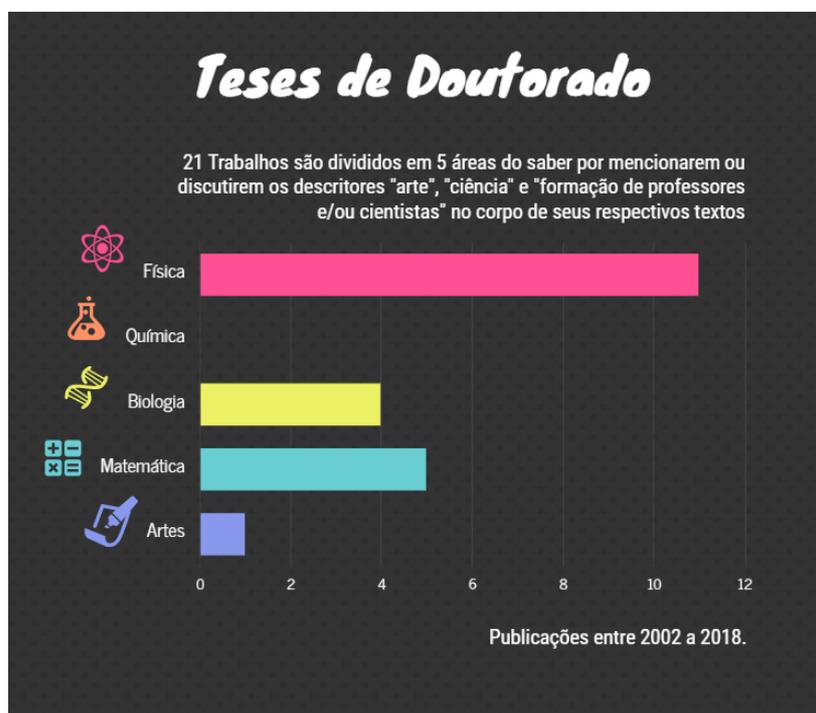


Figura 2 – Das 21 teses de doutorado, 11 foram categorizadas no campo “Física”; nenhuma no campo “Química” – sem menções ou discussões sobre conceitos ou ensino de química junto a arte; 4 teses foram incorporadas no campo “Biologia”; 5 no campo “Matemática” e 1 no campo “Artes”. Fonte: Elaboração própria.

No que toca as figuras 1 e 2, é possível destacar uma representação do cenário de pesquisas das áreas da física, da química, da biologia, da matemática e das artes que mencionam, e não necessariamente descrevem em certo momento do estudo, sobre arte, ciência e formação docente e/ou de cientistas.

Nesse sentido, e considerando, então, o interesse da investigação em examinar produções científico-acadêmicas, por meio de D&T, sobre arteciência a partir da HFC – que se apresentam como potencial didático, sobretudo para o aprimoramento do senso crítico e criativo de estudantes (Forato, Pietrocola, Martins, 2011) – na formação (inicial ou continuada) do professor de física e/ou do (futuro) cientista-físico, priorizou-se por se debruçar sobre a análise dos 33 trabalhos (e.g., 22 dissertações de mestrado e 11 teses de doutorado) da área da física. Isto, tendo em vista conjecturar sobre como os resultados encontrados podem refletir a pesquisa em educação e em que medida podem vir a contribuir para o processo formativo dos cidadãos supracitados.

A partir da leitura na íntegra das 33 D&T relativas à física, verificou-se que (i) os descritores utilizados para as suas seleções, geralmente, se apresentavam como alusões – meras menções, sem caracterizações ou explicações – feitas ao longo do corpo do texto e se mostravam, portanto, desconexos das demais expressões usadas na busca, uma vez que o foco dessas pesquisas, em sua maioria, não se direcionava a tais interlocuções. Notou-se que, embora se tenha observado a existência de problematizações acerca da formação do docente e de sua prática pedagógica frente a um sistema de ensino enrijecido, (ii) em algumas pesquisas não houve a identificação de propostas e/ou de aplicações de cunho arteciência direcionadas à formação inicial e/ou continuada do professor – sujeitos centrais, junto aos (futuros) cientistas, desta investigação –, mas sim proposições e/ou implementações de unidades didáticas por parte de docentes à educação básica. Por fim, avaliou-se que (iii) alguns estudos se debruçaram sobre cinema, teatro e museus; não sendo – estes – considerados como objetos de análise na referida investigação, uma vez que não se alinhavam ou se

adequavam a perspectiva de pensar a arte por meio de representações pictóricas bidimensionais, como pinturas, por exemplo.

Estes fatos transmutaram-se em critérios de exclusão e somente os trabalhos que explicitassem as presenças, as descrições e as interlocuções de e entre todos os descritores (e.g., “arte”, “ciência”, “formação (inicial ou continuada) de professores e/ou de (futuros) cientistas” no título, no resumo ou no corpo do texto) foram considerados para a avaliação. Por conta disso, elegeram-se – dentre as 22 dissertações de mestrado e 11 teses de doutorado da área da física – 7 trabalhos de 7 PPGs; sendo, destes, 5 dissertações de mestrado e 2 teses de doutorado suscetíveis a potencial de análise. Um número concebível de trabalhos, ao se considerar que “a falta de um consenso sobre a nomenclatura [arte e ciência] é um enorme obstáculo para a pesquisa bibliográfica e também no objetivo de identificar artistas, cientistas e pesquisadores que produzem trabalhos nesse campo” (Silveira, 2018, p. 28). De todo modo, no Quadro 1 apresenta-se o panorama geral das produções selecionadas, isto é, a relação das instituições (IES), PPGs, a quantidade de trabalhos analisados em cada IES, seus títulos e autores.

Quadro 1 – Levantamento e identificação das D&T, entre 2002 e 2018, para a análise – amostra final da pesquisa⁴.

INSTITUIÇÃO	ÁREA	DISSERTAÇÕES			TESES		
		TÍTULO	AUTOR(A)	IDENTIFICAÇÃO	TÍTULO	AUTOR(A)	IDENTIFICAÇÃO
UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES (URI/RS)	MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (MENCT/PPGENCT)	AS CONTRIBUIÇÕES DE LEONARDO DA VINCI PARA A INTERDISCIPLINARIDADE DA CIÊNCIA E DA ARTE NA EDUCAÇÃO.	VANIA TERESINHA HANSEL	(HANSEL, 2014) -D1-	-	-	-
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR)	MESTRADO PROFISSIONAL EM FORMAÇÃO CIENTÍFICA, EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA (MFCET)	CIÊNCIA E ARTE NA SALA DE AULA: MEDIAÇÕES POSSÍVEIS ENTRE ARTE URBANA, JOSEPH WRIGHT E O ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA.	MILENA DUTRA DA SILVA	(SILVA, 2015) -D2-	-	-	-
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC)	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA (PPGECT)	NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES E CIENTISTAS, UMA HQ SOBRE ASPECTOS DA NDC E IMAGENS: ENCANTAR-SE COM OS ENTRE-(EN)LACES.	LETÍCIA JORGE	(JORGE, 2018) -D3-	-	-	-
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ (UEM/PR)	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA E A MATEMÁTICA (PCM)	VASCONCELLOS	-	-	ARTE E CIÊNCIA NO RENASCIMENTO: DISCUSSÕES E POSSIBILIDADES DE REAPROXIMAÇÃO A PARTIR DO CODEX ENTRE CIGOLI E GALILEO NO SÉCULO XVII.	JOSIE AGATHA FARRILHA DA SILVA	(SILVA, 2013) -T1-
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INTERUNIDADES EM ENSINO DE CIÊNCIAS (PPGIEC)	O DIÁLOGO ENTRE A FÍSICA E A ARTE NO RENASCIMENTO: CONSTRUINDO UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR ENVOLVENDO O ESTUDO DE PONTES NO ENSINO MÉDIO.	KLEBER ROBERTO SCHÜTT	(SCHÜTT, 2015) -D4-	-	-	-
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO (PUC/SP)	PROGRAMA DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS EM HISTÓRIA DA CIÊNCIA (PHC)	EFEITO CÉZANNE: UMA ABORDAGEM EPISTEMOLÓGICA A EXPERIÊNCIA DA PERCEÇÃO E DO PENSAMENTO ENTRE ARTE E CIÊNCIA.	MIGUEL DE FRIAS E VASCONCELLOS FILHO	VASCONCELLOS (FILHO, 2008) -D5-	-	-	-
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ)	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (PPGEP)	-	-	-	DIÁLOGOS INTERDISCIPLINARES: RELAÇÕES ENTRE FÍSICA E PINTURA NA VIRADA DO SÉCULO XIX PARA O XX.	JOSÉ CLÁUDIO DE OLIVEIRA REIS	(REIS, 2002) -T2-

Fonte: Elaboração própria.

3. ARTECIÊNCIA, PESQUISAS, ENSINO E/OU APLICAÇÃO: TEMOS UMA REVISÃO

A partir da leitura integral das D&T elegíveis no Quadro 1, foram elaboradas resenhas e fichamentos – ou como coloca Salvador (1981, p. 15): “[...] *resumo[s] de assunto*” – que permitiram

⁴ Para fins de simplificação, as dissertações de mestrado foram renomeadas por uma classificação alfanumérica de D1 à D5, enquanto as teses de doutorado compreenderam o espectro de T1 à T2.

direcionar as discussões para a organização do texto. Salvador (1981, p. 15-16) elenca diferentes etapas para esse processo:

- a) Ler e reler o[s] texto[s] [...];
- b) Procurar a ideia-tópico de cada parágrafo [...];
- c) Eliminar tudo o que não seja essencial à compreensão da ideia-tópico [...];
- d) Relacionar e ordenar as ideias [...];
- e) Escrever a síntese, formando frases que envolvam todas as ideias essenciais [...];
- f) Confrontar a síntese com o [texto] original para ver se nenhuma ideia ficou esquecida;
- g) Estilizar as frases dando-lhes uma feição literária. Sempre há a possibilidade de melhor expressar uma ideia, com o aparato mais artístico.

Essas ações são compatíveis com os métodos da teoria fundamentada construtivista de Charmaz (2006, p. 15) que dão ênfase a “[...] orientações flexíveis em vez de prescrições rígidas. Com orientações flexíveis, você dirige seu estudo, mas deixa sua imaginação fluir”. Sendo assim, os trabalhos foram inicialmente descritos para se averiguar possibilidades de inter e independência entre suas interlocuções.

Nessa perspectiva, a análise dos trabalhos transcorreu por meio da identificação das justificativas, motivações ou objetivos manifestados pelos autores e autoras das D&T para a abordagem didática da arteciência no ensino, em particular, na formação (inicial ou continuada) de professores ou de (futuros) cientistas da área da física. Também foi avaliado se e como os estudos articulam tais discussões com o viés da história e filosofia da ciência. Por conta disso, em um primeiro momento, a investigação buscou examinar os fundamentos teóricos declarados pelos autores e, concomitantemente, as possíveis articulações realizadas entre os aportes educacional e epistemológico. Em um segundo momento, as produções científico-acadêmicas foram classificadas em categorias, com auxílio da teoria fundamentada construtivista de Charmaz (2006; 2008).

3. 1. DAS PRODUÇÕES ÀS SUAS EXPOSIÇÕES

A discussão sobre os trabalhos que estreitam relações entre arteciência e a formação (seja inicial ou continuada) de professores ou cientistas tem início a partir da de D1, intitulado “As contribuições de Leonardo da Vinci para a interdisciplinaridade da ciência e da arte na educação” (Hansel, 2014). Para o desenvolver dessa dissertação, a autora traz como justificativa a existência de princípios e práticas essenciais relativas às artes “[...] que precisam ser constantemente alimentadas com ciclos de enriquecimento de estudos e aperfeiçoamentos por parte dos professores [...]” (Hansel, 2014, p. 56), pois – mesmo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei 5.692, de 1971, que torna obrigatório o ensino da arte na escola – “[...] há um abismo muito grande entre a letra da lei e a sua aplicação concreta” (ibid., p. 57).

Hansel (2014) também apresenta como motivação os dados coletados em sua pesquisa por meio de entrevistas pré-elaboradas realizadas com 70 professores do ensino médio das áreas de ciências e artes de escolas públicas e particulares do município de Santa Rosa, no Rio Grande do Sul. Desta análise, a autora informa que a maior parcela dos entrevistados desconhece as contribuições científicas (e.g., estudos concernentes à luz) e artísticas (e.g., técnicas do *sfumato* – um sutil sombreado – e da perspectiva) de Leonardo da Vinci para a humanidade e os modos pelos quais podem direcionar tais discussões ao ensino. Os resultados da pesquisa indicam, desta forma, a necessidade de se investir na formação continuada dos professores. Junto a essa exposição, a autora mobiliza o referencial educacional de Paulo Freire (1921-1997) quanto a relevância de uma reflexão mais crítica sobre a prática pedagógica.

É, frente a tais colocações que em D1 desenvolve-se – uma proposta – um material didático ou instrucional (e.g., *website*), com sugestões de atividades práticas interdisciplinares, com textos de apoio, obras, descrições e curiosidades de e sobre Leonardo da Vinci direcionados à professores de

ensino médio da educação básica para que possam fazer uso desse recurso na preparação de suas aulas e compreender a construção contínua da ciência na perspectiva sócio histórica tendo em vista o caráter colaborativo deste processo. Essa escrita, expõe Hansel (2014, p. 15), parece estar em “[...] sintonia com a visão epistemológica de Ludwik Fleck [(1896-1961)], que introduz os conceitos de estilo de pensamento e coletivo de pensamento, afirmando que o ato de conhecer é uma atividade que está ligada aos condicionantes sociais e culturais do sujeito pertencente a um coletivo de pensamento”.

Quanto a D2 – “Ciência e arte na sala de aula: mediações possíveis entre arte urbana, Joseph Wright e o ensino de óptica geométrica” (Silva, 2015) –, a pesquisadora reconhece que o ensino de física, como é praticado na grande maioria das escolas, encontra-se preso a modelos pedagógicos ultrapassados e que, portanto, necessita sofrer reformulações. O estudo propõe, então, (re)pensar a física, em especial o ensino de alguns tópicos da óptica, a partir de sua relação com a arte. Baseando-se nestas intersecções, Silva (2015) desenvolve uma unidade didática alternativa para a transposição de conceitos da óptica geométrica no ensino médio e o implementa em 3 turmas de 3 colégios estaduais em Curitiba. A intervenção, mediada pela observação participante, teve como concepção norteadora a pedagogia dialógico-problematizadora de Paulo Freire – mesmo aporte teórico utilizado em D1 quanto a questões de ensino e aprendizagem –, sendo a arte urbana (especialmente o grafite) o tema gerado, o conceito de ciência utilizado para a discussão suscitada e a problematização realizada através da tela *An Experiment on a Bird in the Air Pump* (1766) do pintor Joseph Wright, que apresenta potencial para discussões de cunho científico.

Silva (2015, p. 17) pondera que a sequência didática em D2 “[...] busca oportunizar [...] uma discussão sobre a natureza da ciência e seu papel na sociedade”. Dito isso, embora a autora exponha que “dentre as abordagens que acredita serem adequadas para o ensino de ciências [...] a história e filosofia das ciências [podem ser uma delas] [...]” (ibid., p.13), a pesquisadora supõe que “[...] o registro da influência de fatores sociais e históricos na construção do conhecimento científico é um caminho para se apresentar a física como construção coletiva e em constante evolução” (ibid., p.18). Deste modo, o interesse “[...] sobre as relações entre ciência a arte como áreas do conhecimento humano construída sócio [e] historicamente [...]” (ibid., p.6) não pressupõe a declaração de um aporte filosófico da ciência no desenvolver da pesquisa.

De toda a maneira, após a aplicação da unidade nos espaços supracitados e a consequente análise dos dados, a autora de D2 expõe que “[...] o educando teve acesso aos conhecimentos introdutórios da óptica geométrica, vivenciou etapas da construção do conhecimento científico, [e] teve contato com aspectos da história da ciência e da arte [...]” (Silva, 2015, p. 118), o que pode ter contribuído para a “[...] *superação da visão ingênua e acrítica do mundo* [que] foi possibilitada pelo processo no qual o educando *vivenciou* [...]” (ibid., p. 115).

No que concerne ao desenvolvimento de D3, “Na formação de professores e cientistas, uma HQ sobre aspectos da NdC e imagens: encantar-se com os entre-(en)laces” (Jorge, 2018), a autora leva em consideração “[...] a necessidade [do professor] [...] desenvolver distintas metodologias [...]” (Jorge, 2018, p. 29-30) em sua prática. Também pondera “[...] que as relações entre [...] [arte e ciência] no ensino [...] podem tornar-se uma maneira de buscar novos rumos na educação, precipuamente, no que concerne a criação de estratégias pedagógicas” (ibid., p. 29).

Nesse sentido, em D3 elabora-se um módulo de ensino, que oportuniza relações entre arte e história e filosofia da ciência, voltado a alunos de cursos que formam bacharéis e licenciados em física. O módulo é desenvolvido na perspectiva de explorar questões relativas a não neutralidade na observação, bem como na construção do conhecimento, e ao papel do experimento no empreendimento científico por meio 3 pinturas – *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. Para subsidiar tais discussões, embasadas no viés epistemológico de Norwood R. Hanson (1924-1967) e de Karl P. Feyerabend (1924-1994), o módulo – que comporta uma história em quadrinhos e textos a ela relacionados – é estruturado a partir dos princípios básicos da teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel (1918-2008) (Jorge, 2018).

A partir da inserção da unidade de ensino em uma disciplina que integra a grade curricular dos cursos de licenciatura e de bacharelado em física da Universidade Federal de Santa Catarina, a pesquisadora argumenta em D3, com auxílio da teoria fundamentada construtivista de Kathy Charmaz, que o módulo proporciona aos alunos (re)pensarem nas possibilidades em uma prática pedagógica e científica mais diversificada e inventiva.

No que tange a D4, denominado “O diálogo entre a física e a arte no renascimento: construindo uma proposta interdisciplinar envolvendo o estudo de pontes no ensino médio” (Schütt, 2015), o pesquisador traz como justificativas para o desenvolver do estudo os contrastes no âmbito escolar; a saber: “[...] as aulas [que] podem ser [vistas como] apenas mais um lugar de transmitir informação/conhecimento [...]” (ibid., p. 21) e “o ensino de física que objetiva apenas a matematização, a memorização de fórmulas e conceitos [...] [e] a negação da criatividade, da imaginação e da dialogicidade” (ibid., p. 23). Um “[...] resgatar [d]o contexto sociocultural da física [...]” (Schütt, 2015, p. 42), segundo o autor, torna-se necessário para compreender os processos relativos à produção do conhecimento.

Pensando nisso, Schütt (2015) faz uso do referencial pedagógico de Paulo Freire para construir uma sequência didática para o ensino médio, “[...] que preze [por] uma formação reflexiva e humanizadora e não apenas [pelo] [...] acúmulo e memorização de conhecimentos” (ibid., p. 21). Para tanto, “[...] um diálogo com a realidade do estudante” (ibid., p. 38) torna-se essencial. O pesquisador parte, então, de uma situação real no entorno de uma escola pública de Osasco; a qual envolve a construção de uma ponte. E utiliza essa situação-problema como tema gerador para iniciar a discussão sobre a relação entre a física e a arte no período renascentista, em particular questões referentes à matematização da natureza, à estática dos corpos rígidos (e.g., conceitos de força, equilíbrio estático e decomposição de forças) e à projeção do desenho em perspectiva. Isto, tendo em vista problematizar projetos arquitetônicos “[...] permitindo a abstração da obra em um espaço bidimensional antes de sua construção real [...]” (Schütt, 2015, p. 15).

Com a aplicação da sequência de D4 no âmbito educacional e de seu respectivo exame, o pesquisador destaca que “[...] ficou bem claro que a parte prática da construção da ponte foi o que marcou mais os estudantes” (ibid., p. 147), eles “[...] relacionavam a parte trabalhada em sala com a parte prática e [...] [isto] gerou curiosidades sobre o processo de sustentação das pontes” (ibid., p. 147) – que envolve conceitos e princípios físicos – e das construções arquitetônicas no contexto renascentista. Diante disso, ao atribuir ênfase ao cenário sociocultural, em vista de tornar possível tanto ao educador quanto ao estudante refletir a respeito do conhecimento e ter condições para poder imaginar, criar, pensar e falar, Schütt (2015) não se debruça sobre questões acerca da filosofia da ciência.

Já o estudo desenvolvido em D5, intitulado “Efeito Cézanne: uma abordagem epistemológica à experiência da percepção e do pensamento entre arte e ciência” (Vasconcellos Filho, 2008), justifica-se “[...] pela relevância de uma reflexão epistemológica sobre a abordagem da experiência da percepção e do pensamento [...]” (ibid., p.10) ao envolver arte e ciência. A fundamentação de cunho epistêmico concernente a discussão da percepção, da intuição e do pensamento embasa-se em propostas do filósofo da ciência Gaston Bachelard (1884-1962) e em outros pensadores como o filósofo Gilles Deleuze (1925-1995) e o historiador da arte Ernst Hans Josef Gombrich (1909-2001). Todavia, como contraponto as concepções desses autores, Vasconcellos Filho (2008, p.6) apresenta as visões de “[...] físicos [– Alan Lightman (físico e romântista), Mário Schenberg (físico e crítico de

arte), José Luiz Goldfard (físico e historiador da ciência) e Ana Maria Haddad Baptista (historiadora da ciência –] acostumados com a ‘retidão do pensamento racional’, porém de alguma forma envolvidos com questões da arte”.

O autor de D5 objetiva, a partir disso, avaliar as dúvidas e inquietações ocorridas durante a vida e a elaboração das obras do artista Paul Cézanne (1839-1906) – uma linha tênue entre ser totalmente fiel às sensações e impressões frente à natureza, possível pela perspectiva do movimento impressionista, e buscar a ordem, a clareza, o equilíbrio e a harmonia existentes no clássico momento artístico (Vasconcellos Filho, 2008).

Feitas as exposições e análises, Vasconcellos Filho (2008) considera que a prática científica, bem como a artística, demanda maneiras plurais de reflexão e ação; algo viável a ser considerado tendo em vista a evolução e a transformação do pensar e estar no mundo. Deste modo, torna-se relevante ressaltar que a produção de um cientista, bem como a de um artista, pauta-se em diversas questões; a citar, em pressupostos teóricos, crenças, objetivos, vivências, habilidades desenvolvidas no campo da arte ou da ciência, dentre outras (Root-Bernstein, Bernstein & Garnier, 1995). Root-Bernstein *et al.* (2008), por exemplo, em um estudo sobre 73 cientistas – muitos dos quais agraciados com o Prêmio Nobel –, identificam um grande percentual de vocações artísticas: dentre eles evidenciam-se 25 músicos e compositores; 29 pintores, escultores, gravadores e desenhistas; e, por fim, 17 poetas, romancistas e teatrólogos. Recolhendo, estudando e interpretando as histórias contadas por pensadores e estudiosos eminentes, o estudo mostra que através da arte os cientistas (e vice-versa) encontram as ferramentas para tornar explícito o conhecimento científico.

Por fim, vale destacar que embora o autor de D5 tenha delimitado um aporte filosófico em sua pesquisa, o mesmo não o direciona para o tratamento de questões relacionadas à construção do conhecimento ou do trabalho científico. A discussão da arteciência permanece, portanto, em um âmbito histórico e social.

No que se refere as teses de doutorado, em T1 – nomeado “Arte e ciência no Renascimento: discussões e possibilidades de reaproximação a partir do *codex* entre Cigoli e Galileo no século XVII” (Silva, 2013) – ressalta-se a problemática de que há no âmbito educacional um “[...] enorme distanciamento existente entre arte e ciência [...]” (ibid., p. 22) em virtude da “[...] extrema divisão cartesiana vivenciada na atualidade [...]” (ibid., p. 22).

A autora de T1 estabelece como desígnio compreender a relação entre a arte e a ciência, suas aproximações, distanciamentos, implicações pedagógicas e epistemológicas, a partir das intersecções entre o estudioso Galileo Galilei (1564-1642) e seu amigo artista Lodovico Cardi (1559-1613) no período renascentista. Para subsidiar a interdependência dessas relações, Silva (2013) utiliza a *Madonna Assunta* pintada por Lodovico em um afresco na cúpula da Capela Paolina na Basílica Papale di Santa Maria Maggiore, em Roma.

Pela análise da imagem da *Madonna*, bem como das cartas (correspondência particular) entre os dois estudiosos, pode-se compreender questões relacionadas às observações e anotações realizadas por Galileo – parcialmente publicadas no seu livro *Sidereus Nuncius* (1610) –, a partir do uso de sua luneta, e de como seu amigo Lodovico acompanhava a construção desse conhecimento. Um exemplo disso, infere Silva (2013), encontra-se nesta pintura de Lodovico, na qual há a representação da lua (craterada) “[...] não mais sob as imposições dos cânones religiosos, mas sim, a partir de um quadro de uma nova ciência” (ibid., p. 9).

Através dessas explanações, a pesquisadora em T1 faz uso de alguns pensadores de arte e da ciência para auxiliarem no entendimento das informações e respectivas intersecções. Na arte seleciona Herbert Read (1893-1968) e na ciência Thomas S. Kuhn (1922-1996). Contudo, embora

Silva (2013) declare um eixo epistemológico, não há um direcionamento para discussões sobre a história e filosofia da ciência na pesquisa. Por outro lado, cabe mencionar que em Silva e Neves (2015) o segmento histórico supracitado apresenta-se como um episódio repleto de significado filosófico e, por conseguinte, passível de exploração epistemológica; sobretudo, no discursar da controvérsia resistiva plural que permeia as visões aristotélicas e galileanas de mundo supralunar (in)corruptível e (i)mutável que, juntamente a outras questões, possibilitam um engajamento ao estudo da Revolução Científica. A autora, em sua tese, também, não indica o uso de um referencial educacional – em termos de teorias de aprendizagem. Não obstante isso, forneceu “[...] suporte teórico [quanto a investigação da arteciência que realizou] para que a formação do professor, numa proposta interdisciplinar, se configurasse como uma prática, uma vez que esta formação poderia ocasionar mudanças na escola” (Silva, 2013, p. 399).

Em T2, designado como “Diálogos interdisciplinares: relações entre física e pintura na virada do século XIX para o XX” (Reis, 2002), o autor descreve estar preocupado com o fato da “[...] física moderna no ensino médio [...] [ser] um tema raramente abordado” (ibid., p. 29), sobretudo, de modo cultural no âmbito educacional. Também se mostra apreensivo quanto ao “[...] ensino superior que forma professores que acabam tendo grande dificuldade para mudar suas práticas e mesmo vislumbrar possibilidades de transformá-las” (ibid., p. 27). Nessa perspectiva, Reis (2002, p. 26) expressa que “[...] a partir da compreensão da construção histórico-filosófica do conhecimento” pode-se “[...] valorizar a problematização [...] [desse saber] em seu aspecto histórico, para desenvolver o diálogo, a investigação e a transformação” (ibid., p. 27).

Entretanto, embora Reis (2002) mencione o filósofo da ciência Thomas S. Kuhn para criticar o fato – exposto em um artigo de 1969, republicado como último capítulo do livro “A Tensão Essencial”, sob o título “Comentários sobre as relações entre ciência e arte” – de que não se deve “[...] buscar [...] relações [entre arte e ciência] na proximidade como artistas e cientistas trabalham, mas sim no fato de que ambos estão vivendo no mesmo ambiente cultural e por isso suas obras retratam de alguma forma tal ambiente” (Reis, 2002, p. 25), o autor acaba não desenvolvendo discussões acerca da construção desse conhecimento na vertente da filosofia da ciência.

De todo o modo, surge, então, dentre tantas outras motivações expostas pelo pesquisador, a necessidade de construir estratégias de ensino que possibilitem o entendimento da ciência como parte da cultura. Reis (2002, p.16) debruça-se sobre as relações entre pintura e física que permeiam “[...] o período que vai aproximadamente da segunda metade do século XIX até a primeira metade do XX”. Em outras palavras, o autor de T2 analisa as possibilidades e implicações de se debater a teoria da relatividade e a mecânica quântica no ensino médio, de uma escola do Rio de Janeiro, por meio de textos teóricos que abordam conceitos físicos e a partir de uma parcela da produção artística (bidimensional) da época. Isto, com a finalidade de contribuir para a construção de uma prática pedagógica significativa que possibilite aos estudantes, desse nível de ensino, desenvolverem uma compreensão mais qualificada da física moderna com um enfoque cultural. Tendo isto em vista, e a partir da implementação e da análise dessa “[...] pesquisa-intervenção no cotidiano escolar [...]” (Reis, 2002, p. 178), o pesquisador em T2 avalia que a abordagem realizada “[...] levou os alunos a se aproximarem mais e se apoderarem melhor dos conhecimentos científicos tratados” (ibid., p. 179).

Reis (2002, p. 112), além disso, e apesar de não revelar qual referencial teórico relativo ao processo de ensino e aprendizagem faz uso no universo de sua pesquisa, pondera em T2 que “[...] o professor que está em sala de aula deve ter um papel de pesquisador de sua prática pedagógica, como forma de transforma-la”.

3. 2. DAS INVESTIGAÇÕES AS CATEGORIZAÇÕES: AS INTERLOCUÇÕES (OU NÃO) DA ARTECIÊNCIA NA PERSPECTIVA DA HFC PARA O ‘ESTAR’ OU VIR A TORNA-SE PROFESSOR(A) OU CIENTISTA DA ÁREA DA FÍSICA

Feitas as descrições, parte-se, então, para as análises das D&T a partir do viés da teoria fundamentada construtivista (TFC) de Charmaz (2006, 2008), na qual se empregaram, ao menos, duas codificações: a inicial e a focalizada.

A codificação inicial envolveu um estudo de fragmentação dos dados que ocorreu a partir da elaboração de resenhas e fichamentos do material coletado, isto é, das D&T selecionadas – apresentadas anteriormente. Os recortes desses trabalhos, de interesse para a referida investigação, foram intitulados de códigos iniciais; a citar, tem-se, por exemplo, trechos em que há o destaque (ou não) atribuído pelas produções científico-acadêmicas quanto as discussões educacionais e histórico-filosóficas vinculadas à arteciência para a formação (inicial ou continuada) de professores e/ou de cientistas do campo da física.

Dando importância em razão de que toda a produção de conhecimentos, isto é, de pesquisa em educação subjaz a essencialidade de utilização e de fundamentação teórica em termos de teorias de aprendizagem (Moreira, 2004), constata-se que dos 7 trabalhos delineados 3 deles (e.g., D5, T1 e T2) não declararam a filiação educacional que orientou o desenvolvimento do estudo. Esse resultado indica, como expõe Damasio (2017), um “[...] foco no ensino e não na aprendizagem [...]”, essas pesquisas “[...] parece[m] dar pouco ou nenhuma importância para como as pessoas aprendem” (ibid., p. 53). Enquanto que D1, D2 e D4 compuseram o grupo com maior número de menções às teorias de Paulo Freire, principalmente sobre a que envolve a proposta pedagógica dialógico-problematizadora. Também foi identificada a teoria de aprendizagem significativa de David P. Ausubel em D3.

Uma vez definido o propósito educacional das investigações, menciona-se que, quando nas mesmas se opta, em certo momento, pelo uso didático da história da ciência (HC) na educação, deve-se respeitar “[...] as concepções epistemológicas da ciência recomendadas pela literatura educacional” (Forato, Pietrocola & Martins, 2011, p. 43), pois “[...] é necessário ter claro que qualquer narrativa histórica encerra uma visão da ciência e dos processos de sua construção [...]. Ao se construir, utilizar ou divulgar uma determinada versão da HC, está se propagando uma concepção de como a ciência foi construída” (ibid., p. 30). A inexistência de um aporte epistemológico compromete a representação do vasto universo de dissensos e de diversidades nas visões *da* e *sobre* a ciência.

Por conta disso, fala-se da necessidade de se avaliar as perspectivas e as fundamentações epistemológicas nos 7 trabalhos. Nesse quesito, destacaram-se as visões filosóficas de Ludwik Fleck na investigação D1, de Gaston Bachelard na pesquisa D5 e sobre Thomas S. Kuhn em T1. O estudo D3 fez referência a Norwood R. Hanson e Karl P. Feyerabend. Por outro lado, em D2, D4 e T2 não foram identificados aportes filosóficos para o tratamento de questões histórico-filosóficas da ciência, por vezes, declaradas como relevantes por alguns dos próprios autores(as) para o desenvolvimento de pesquisas no âmbito educacional. De todo o modo, houve em D2, D4 e T2 uma propensão à sociologia da ciência (i.e., uma visão socio-histórica da ciência) como contraponto ao modelo empírico-indutivista, isto é, uma oposição à visão de uma ciência concebida de modo objetivo, neutro, dogmático e linear (Gil Pérez *et al.*, 2001), compreendida como um conjunto de fatos e de verdades que se sobrepõem às questões metacientíficas.

A harmonização, então, entre os aportes educacional e filosófico ocorre apenas em D1 e D3, enquanto que em D2, D4, D5 e T1 há um solilóquio ora em mundos pedagógicos ora em epistemológicos ou, ainda, como ocorre em T2, em nenhum; inexistindo interlocuções. Isto, aliás, acaba refletindo uma das preocupações de Moreira (2004) para a pesquisa em educação: a debilidade de fundamentação teórica, filosófica e metodológica para a sua discussão.

De toda a forma, e a partir desses casos, atenta-se para a questão de alguns trabalhos analisados não considerarem a abordagem da arteciência sob o viés da história e filosofia da ciência, direcionada, em particular, à formação docente ou de cientistas da área da física. Dentre as D&T examinadas, somente D3 articula arteciência via HFC. Os demais estudos (e.g., D1, D2, D4, D5, T1 e T2) se reservam, de modo geral, a discussões – por vezes – de cunho sociológico e/ou histórico da ciência para tratar de intersecções entre arteciência e de seu constructo. Sobre o predomínio de trabalhos nessa perspectiva, Bullot, Seeley e Davies (2017), ao tecerem críticas à obra *The Two Cultures* de Charles P. Snow (1905-1980), ponderam que a principal visão abordada em as duas culturas relativa ao relato pessimista da independência de interlocuções entre a história da arte e a da ciência “[...] tem contribuído para silenciar a história filosófica de tais relações de dependência” (ibid., p. 461).

Dito isso, tem-se, por ora, sintetizar, integrar, estruturar e classificar os códigos iniciais mais significativos ou frequentes que circunscrevem o debate arteciência. Para tanto, emprega-se a codificação focalizada para o agrupamento dos mesmos em categorias (Charmaz, 2006). Estas, por sua vez, foram construídas e interpretadas através da relação dos pesquisadores com os dados, isto é, por meio do uso da codificação teórica; que segundo Charmaz (2006, p. 63) auxilia o(a) pesquisador(a) “[...] a contar uma história analítica de forma coerente”.

Entrelaça-se, então, junto a tais exposições reflexões acerca da “*core category*” (Charmaz, 2006, p. 132); a categoria principal que emerge das dissimilitudes e sobreposições dos códigos focais e que, portanto, tem a potencialidade de integrar uma teoria – bem como se apresenta no Quadro 2 –, a ponto de desenvolvê-la em torno de seus eixos conceituais.

Quadro 2 – Diversos níveis relativos à arteciência nas produções científico-acadêmicas avaliadas.

AMOSTRA DA PESQUISA	CÓDIGOS INICIAIS	CATEGORIAS (CÓDIGOS FOCAIS)	TEORIA FUNDAMENTADA (CATEGORIA PRINCIPAL)
D2	ELABORAR UMA UNIDADE DIDÁTICA PARA A TRANSPOSIÇÃO DE CONCEITOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA ATRAVÉS DA TELA AN <i>EXPERIMENT ON A BIRD IN THE AIR PUMP</i> DO PINTOR JOSEPH WRIGHT PARA O PROFESSOR DO ENSINO MÉDIO PENSAR A FÍSICA, BEM COMO A ARTE, COM E POR OUTROS MODOS – COMO ÁREA DO CONHECIMENTO HUMANO CONSTRUÍDA SÓCIO E HISTORICAMENTE.		
D4	RECONSTRUIR UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO POR MEIO DA PROBLEMATIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DE UMA PONTE – VISANDO A DISCUSSÃO ENTRE A ARTE NO PERÍODO RENASCENTISTA (E.G., A PROJEÇÃO DO DESENHO EM PERSPECTIVA) E A FÍSICA (E.G., QUESTÕES REFERENTES A MATEMATIZAÇÃO DA NATUREZA E A ESTATICA DOS CORPOS RÍGIDOS) – PARA QUE TANTO O EDUCADOR QUANTO O ESTUDANTE POSSAM REFLETIR A RESPEITO DOS PROCESSOS RELATIVOS À PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO NO CONTEXTO SOCIOCULTURAL DA ÉPOCA.	(I) NÃO MENOS MAJESTOSA É A ARTECIÊNCIA CONSTRUÍDA DE MANEIRA SÓCIO HISTÓRICA; MUITO TEM A ENSINAR AO SER PENSADA E IMPLEMENTADA PARA O 'ESTAR' PROFESSOR(A) (RE)CONSIDERAR.	
T2	CRIAR ESTRATÉGIAS EDUCACIONAIS PARA SE REFLETIR A PRÁTICA PEDAGÓGICA E SE DEBATER, SOB UM ENFOQUE CULTURAL, A TEORIA DA RELATIVIDADE E A MECÂNICA QUÂNTICA NO ENSINO MÉDIO, POR MEIO DE TEXTOS TEÓRICOS QUE ABORDAM CONCEITOS FÍSICOS E A PARTIR DE UMA PARCELA DA PRODUÇÃO ARTÍSTICA (BIDIMENSIONAL) DO PERÍODO HISTÓRICO ANALISADO, ISTO TENDO EM VISTA COMPREENDER A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO EM SEU ASPECTO HISTÓRICO.		
D1	DESENVOLVER UM MATERIAL DIDÁTICO, VOLTADO À PROFESSORES DE ENSINO MÉDIO, COM SUGESTÕES DE ATIVIDADES TEÓRICAS E PRÁTICAS RELACIONADAS À LEONARDO DA VINCI A PARTIR DA PERSPECTIVA SÓCIO HISTÓRICA DA CIÊNCIA.		
D5	ESTABELECEER, A PARTIR DA VIDA E DA ELABORAÇÃO DAS OBRAS DO ARTISTA PAUL CÉZANNE, DISCUSSÕES DA PERCEPÇÃO, DA INTUIÇÃO E DO PENSAMENTO – EMBASADAS NAS PROPOSTAS DO FILÓSOFO DA CIÊNCIA GASTON BACHELARD E EM OUTROS PENSADORES COMO O FILÓSOFO GILLES DELEUZE E O HISTORIADOR DA ARTE ERNST HANS JOSEF GOMBRICH – E CONTRASTÁ-LAS COM AS CONCEPÇÕES DE FÍSICOS ENVOLVIDOS, DE ALGUMA FORMA, COM QUESTÕES DA ARTE.	(II) EM UM QUASE FILOSOFAR; A ARTECIÊNCIA SÓCIO HISTÓRICAMENTE E SUGESTIVAMENTE VEM SE MOSTRAR AO 'ESTAR' PROFESSOR(A) E CIENTISTA, APROXIMAR.	
T1	CANALISAR A RELAÇÃO ENTRE A ARTE E A CIÊNCIA, SUAS APROXIMAÇÕES, DISTANCIAMENTOS, IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS E EPISTEMOLÓGICAS, A PARTIR DAS INTERSEÇÕES ENTRE A PINTURA MADONNA ASSUNTA E AS RELAÇÕES DO GALILEO GALILEI COM SEU AMIGO ARTISTA LODOVICO CARDI NO PERÍODO RENASCENTISTA, PARA FORNECER SUPORTE TEÓRICO À FORMAÇÃO DO PROFESSOR NO QUE TANGE A UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR.		
D3	PRODUZIR UM MÓDULO DE ENSINO, ESTRUTURADO A PARTIR DOS PRINCÍPIOS BÁSICOS DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID P. AUSUBEL, QUE OPORTUNIZE RELAÇÕES ENTRE ARTE E HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA (E.G., EXPLORAR A NÃO NEUTRALIDADE NA OBSERVAÇÃO E AO PAPEL DO EXPERIMENTO POR MEIO 3 PINTURAS) SOB O VIÉS EPISTEMOLÓGICO DE NORWOOD R. HANSON E DE KARL P. FEYERABEND, VOLTADO A ALUNOS DE CURSOS QUE FORMAM BACHARÉIS E LICENCIADOS EM FÍSICA.	(III) E AÍ ELA ESTÁ! JÁ VAI SE INTERPONDO A ARTECIÊNCIA; HISTORIANDO E FILOSOFANDO PELOS CANTOS A INTERRELACIONAR-SE; EDUCANDO O(A) PROFESSOR(A) E O(A) CIENTISTA, QUE CERTO DIA, VIRÁ A SE TORNAR.	NAS APRESENTAÇÕES SÓCIO-HISTÓRICAS, ATENTA-SE PARA A ALVURA DA TEMÁTICA HFC; DE POTENCIAL POUCO EXPLORADO E, EVENTUALMENTE, NECESSÁRIO, AO TORNAR-SE PROFESSOR(A) OU CIENTISTA NO QUE CONCERNE A ARTECIÊNCIA, UM OUTRO NOVO DESPERTAR.

Fonte: Elaboração própria.

Das informações que se mostram no Quadro 2, torna-se viável conceber 3 categorizações (códigos focais); as quais apresentam níveis característicos e, por vezes, distintos de discussões da arteciência aos sujeitos da pesquisa que se têm em vista fornecer. Nota-se, no entanto, dentre as

categorias, a pouca produção acadêmica-científica da arteciência na perspectiva da história e filosofia da ciência. Constrói-se, disso, a “*core category*” (Charmaz, 2006) ou, em outras palavras, a teoria fundamentada, sobre a qual certa atenção lhe deve ser direcionada; uma vez que as análises históricas-filosóficas das interlocuções de conteúdo tanto da arte quanto da ciência valorizam a construção de um saber mais humano e plural, proporcionando um espaço onde é possível colocar em exercício modos de olhar, pensar, construir, organizar e compartilhar conhecimentos – “[...] construídos histórico e culturalmente, abrangendo assim as mudanças trazidas pela arte, filosofia e ciência [...]” (Alcantara & Jardim, 2014, p.166).

4. O DESFECHO DE UM POSFÁCIO

Apoiado nas avaliações das investigações de D&T acerca da difusão e/ou da aplicação da arteciência à formação (inicial ou continuada) do professor e/ou do cientista, torna-se possível conhecer um panorama, dentre outros, do que está sendo produzido nesse universo. As contribuições são diversas; dentre elas, destacam-se o desenvolver de materiais didáticos ou instrucionais que podem ser utilizados pelos (futuros) professores e cientistas como meio de aprimorar e enriquecer seu conhecimento para (i) o (re)pensar da produção e do desenvolvimento do conhecimento científico como uma atividade histórica, filosófica, cultural, plural, coletiva e criativa; e para (ii) o exercitar de uma *práxis* – seja ela científica ou pedagógica – que compreenda ação, reflexão e a transformação de/sobre si mesmo e do sujeito (ou do objeto) que do processo participa.

Além dos apontamentos sobre a relevância e as importantes contribuições advindas da arteciência para a formação dos supracitados cidadãos, também se identifica a predominância de trabalhos sobre a temática aludida no âmbito da história e/ou da sociologia da ciência (Kaya *et al.*, 2018). Por outro lado, verificam-se poucos estudos que se debruçam sobre as discussões arteciência sob a vertente da história e da filosofia da ciência. A brancura de pesquisas nessa perspectiva deve transmutar-se na necessidade de se produzir trabalhos que promovam uma abrangência no olhar sobre o desenvolvimento e funcionamento da ciência, desmistificando a concepção de que ela é linear e decorrente de uma única versão histórica, “[...] além de evidenciar [e valorizar] todo o contexto histórico no qual vem sendo concebida” (Colagrande, 2016, p. 30). Isto, tendo em vista caracterizar a ciência como um constructo plural, dinâmico, “vivo” e, sobretudo, humano. “Afinal de contas, a história da ciência não consiste apenas de fatos e de conclusões retiradas dos fatos. Contém, a par disso, ideias, interpretações de fatos, problemas criados por interpretações conflitantes, erros, e assim por diante” (Feyerabend, 1977, p. 20).

À vista disso, torna-se importante salientar a questão de D1, D2 e D4 utilizarem como eixo pedagógico Paulo Freire, em uma perspectiva humanística que se alinha às discussões arteciência ao se valorizar a história da construção desses saberes de modo mais plural. Esse viés humanístico, aliás, pode ser compreendido por meio de outros referências educacionais como o de Carl R. Rogers, por exemplo, que considera “[...] a *facilitação da aprendizagem* como [...] o modo pelo qual podemos aprender a viver *como pessoas* em processo” (Rogers, 1978, p. 111) ao “libertar a curiosidade; [se] permitir [...] seguir em novas direções ditadas [...] [pelos] próprios interesses; desencadear o senso de pesquisa; abrir tudo à indagação e à análise; [e] reconhecer que tudo se acha em processo de mudança [...]” (ibid., p. 111).

Torna-se relevante, também, atribuir destaque ao fato da ciência se transformar e evoluir à medida em que diversas concepções sobre a sua natureza e sobre o trabalho científico se modificam e se estabelecem em dados períodos históricos. Algumas visões de ciência, como a empírico-indutivista, são resquícios de pensamentos em épocas passadas que ainda se refletem na educação científica (Sobiecziak, 2017). A identificação e a discussão de características da natureza da ciência – não contempladas pela análise – a partir das D&T avaliadas (ou as preliminarmente selecionadas)

poderia trazer à luz um panorama de aspectos trabalhados nesses estudos sobre arteciência para a compreensão de um saber científico dinâmico, plural, humano e influenciável por questões internas (e.g., pressupostos teóricos) e externas (e.g., social, político, cultural, etc.) a ele. Pondera-se, ainda, que “as transformações operadas no campo científico, com relação às formas de representação da natureza, vão se fazer ver no campo artístico” (Reis, 2002, p. 21).

Tal questão se direciona à exposição do período Renascentista ser o mais citado entre as produções científicas-acadêmicas (e.g., D1, D4 e T1) para estabelecer interlocuções da arteciência – embora não a partir da história e filosofia da ciência; algo viável a se ponderar levando em atenção que esta conexão nasce e se perde nesse marco histórico (Silva, 2013). Os demais trabalhos também exploram distintos períodos; D2 e D3 trilharam pelo século XVIII enquanto que D5 e T2 sobrevoam e navegam pelos séculos XIX e XX; evidenciando a proficuidade dessas relações em épocas diversas.

Também vale ressaltar que dentre as D&T averiguadas não foram identificadas abordagens ou intersecções entre arte e ciência em episódios históricos que antecedessem o renascimento, como na Grécia antiga, por exemplo; transformando-se em matéria de potência a ser explorada.

5. AGRADECIMENTO

A presente pesquisa foi realizada com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

6. REFERÊNCIAS

- Alcantara, M. C. de; Jardim, W. T. (2014). 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.
- Borges, M. C. (2013). *Formação de professores: desafios históricos, políticos e práticos*. São Paulo: Paulus.
- Brasil. (2017). *Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017*. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e nº 11.494, de 20 de junho de 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e pelo Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Diário Oficial da União, Brasília, 17 de fevereiro de 2017. Disponível em: <<http://legis.senado.leg.br/legislacao/ListaTextoSigen.action?norma=602639&id=14374947&idBinario=15657824&mime=application/rtf>>. Acesso em: 30 jan. 2019.
- Brasil. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Brasília: MEC/SEB. 595 p. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2019.
- Bullot, N. J.; Seeley, W. P.; Davies, S. (2017). Art and Science: A Philosophical Sketch of Their Historical Complexity and Codependence. *The Journal Of Aesthetics And Art Criticism*, v. 75, n. 4, p.453-463. <http://dx.doi.org/10.1111/jaac.12398>.
- Chalmers, A. F. (1993). *O que é Ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense.

- Charmaz, K. (2006). *Constructing Grounded Theory: a practical guide through qualitative analysis*. London: Sage.
- Charmaz, K. (2008). 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.
- Clough, M. P. (2018). Teaching and Learning About the Nature of Science. *Science & Education*, v. 27, n. 1-2, p.1-5. <http://dx.doi.org/10.1007/s11191-018-9964-0>.
- Colagrande, E. A. (2016). *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.
- Colagrande, E. A.; Martorano, S. A. de A.; Arroio, A. (2015). Reflections about teaching nature of Science mediated by images. *Natural Science Education*, v. 12, n.1, p. 7-19.
- Coli, J. (1995). *O que é arte*. 15ª ed., São Paulo: Editora Brasiliense.
- Damasio, F. (2017). *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.
- Ferreira, N. S. A. (2002). As pesquisas denominadas “estado da arte”. *Educação e Sociedade*, ano XXIII, n.79, p. 257-272.
- Feyerabend, P. K. (1977). *Contra o Método*. Rio de Janeiro: Francisco Alves.
- Feyerabend, P. K. (2011). *A Ciência em uma sociedade livre*. São Paulo: Editora UNESP.
- Feyerabend, P. K. (2010). *Adeus à razão*. São Paulo: Editora UNESP.
- Forato, T. C. M.; Pietrocola, M.; Martins, R. A. (2011). Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 28, n. 1, p. 27-59.
- Gil Pérez, D.; Montoro, I. F.; Alís, J. C.; Cachapuz, A.; Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n.2, p. 125-153.
- Gombrich, E. H. (2018). *A história da arte*. 1ª ed. de bolso. Trad. Cristina de Assis Serra. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda
- Hansel, V. T. (2014). *As Contribuições de Leonardo da Vinci para a Interdisciplinaridade da Ciência e da Arte na Educação*. 2014. 102 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Científico e Tecnológico) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim.
- Hesse, H. (2014). *O jogo das contas de vidro*. 5ªed., Rio de Janeiro: BestBolso.

- James, B. (2003). 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. p. 77-80.
- Jorge, L. (2018). *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.
- Jorge, L.; Peduzzi, L. O. Q. (2017). A leitura de representações imagéticas sob a concepção de observação de Norwood Hanson e sob o olhar do relativismo de Paul Feyerabend. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – XI ENPEC (Anais...). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de Jul. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0621-1.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2018.
- Kampourakis, K. (2017). History and Philosophy of Science Courses for Science Students. *Science & Education*, v. 26, n. 6, p.611-612. <http://dx.doi.org/10.1007/s11191-017-9921-3>.
- Kaya, S.; Erduran, S.; Birdthistle, N.; McCormack, O. (2018). Looking at the Social Aspects of Nature of Science in Science Education Through a New Lens. *Science & Education*, v. 27, n. 5-6, p.457-478. <http://dx.doi.org/10.1007/s11191-018-9990-y>.
- Martins, A. F. P. (2015). Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 32, n. 3, pp. 703-737.
- Massarani, L.; Moreira, I. de C.; Almeida, C. (2006). 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.
- Matthews, M. R. (2018). The Nature of Science and Science Teaching. In: MATTHEWS, M. R. (Org). *Science Teaching: The Contribution of History and Philosophy of Science*. London: Routledge, pp. 387-411.
- Maurício, P.; Valente, B.; Chagas, I. (2016). A Teaching-Learning Sequence of Colour Informed by History and Philosophy of Science. *International Journal Of Science And Mathematics Education*, v. 15, n. 7, p.1177-1194. <http://dx.doi.org/10.1007/s10763-016-9736-8>.
- Moreira, M. A. (2004). A pesquisa em Educação em Ciências e a Formação Permanente do Professor de Ciências. *Revista Chilena de Educación Científica*, v. 3, n. 1, p. 10-17.
- Moura, B. A. (2014). 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.
- Nascimento, C. A. R. do. (1981). Carta de Galileu a Ludovico Cardi de Cigoli em Roma: tradução. *Trans/Form/Ação*, s/v, n.4, p.75-79.
- Panofsky, E. (1955). *Meaning in the visual arts: papers in and on art history*. Garden City, NY: Doubleday Anchor Books.

- Peduzzi, L. O. Q.; Raicik, A. C. (2020). 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. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n2p19>.
- Raicik, A. C. (2019). *Experimentos exploratórios e experimentos cruciais no âmbito de uma controvérsia científica: o caso de Galvani e Volta e suas implicações para o ensino*. 2019. 330 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Reaves, G.; Pedretti, C. (1987). Leonardo Da-Vinci drawings of the surface features of the moon. *Journal For The History Of Astronomy*, v. 18, n. 1, p.55-58.
- Reiners, C. S.; Bliersbach, M.; Marniok, K. (2017). The Cultural Argument for Understanding Nature of Science. *Science & Education*, v. 26, n. 5, p.583-610. <http://dx.doi.org/10.1007/s11191-017-9912-4>.
- Reis, J. C. de O. (2002). *Diálogos interdisciplinares: relações entre física e pintura na virada do século XIX para o XX*. 2002. 185 f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Reis, J. C.; Guerra, A.; Braga, M. (2006). Ciência e arte: relações improváveis? *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 13, (suplemento), p. 71-87.
- Rogers, C. R. (1978). *Liberdade para aprender*. Belo Horizonte: Interlivros.
- Root-Bernstein, R. S.; Bernstein, M.; Garnier, H. (1995). Correlations Between Avocations, Scientific Style, Work Habits, and Professional Impact of Scientists. *Creativity Research Journal*, v. 8, n. 2, p.115-137. http://dx.doi.org/10.1207/s15326934crj0802_2.
- Root-Bernstein, R.; Allen, L.; Beach, L.; Bhadula, R.; Fast, J.; Hosey, C.; Kremkov, B.; Lapp, J.; Lonc, K.; Pawelec, K.; Podufaly, A.; Russ, C.; Tennant, L.; Vrtis, E.; Weinlander, S. (2008). Arts Foster Scientific Success: Avocations of Nobel, National Academy, Royal Society, and Sigma Xi Members. *Journal Of Psychology Of Science And Technology*, v. 1, n. 2, p.51-63. <http://dx.doi.org/10.1891/1939-7054.1.2.51>.
- Saint-Exupéry, A. de. (2014). *O pequeno príncipe*. 50^a ed., Rio de Janeiro: Agir.
- Salvador, A. D. (1981). *Métodos e técnicas de pesquisa bibliográfica*, elaboração e relatório de estudos científicos. 9^aed. Porto Alegre: Sulina.
- Schütt, K. R. (2015). *O diálogo entre a física e a arte no renascimento: construindo uma proposta interdisciplinar envolvendo o estudo de pontes no ensino médio*. 2015. 179 f. Dissertação (Mestrado em Interunidades em Ensino de Ciências – modalidades Física, Química e Biologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Silva, J. A. P. da. (2013). *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.

- Silva, J. A. P. da; Neves, M. C. D. (2014). Arte e ciência no renascimento: Galileo e Cigoli e as novas descobertas telescópicas. In: IV JORNADA DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E ENSINO: PROPOSTAS, TENDÊNCIAS E CONSTRUÇÃO DE INTERFACES (*Anais...*). São Paulo, Brasil. V. 9, p. 57-74.
- Silva, J. A. P. da; Neves, M. C. D. (2015). *O Codex Cigoli-Galileo: ciência, arte e religião num enigma copernicano*. Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá (EDUEM).
- Silva, M. D. da. (2015). *Ciência e arte na sala de aula: mediações possíveis entre arte urbana, Joseph Wright e o ensino de óptica geométrica*. 2015. 155 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.
- Silveira, J. R. A. da. (2018). *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.
- Shrimplin, V. (2009). Michelangelo, Copernicus and the Sistine chapel. *Proceedings Of The International Astronomical Union*, v. 5, n. 260, p.333-339. <http://dx.doi.org/10.1017/s1743921311002493>.
- Sobiecziak, S. (2017). *História da física e natureza da ciência em unidades de ensino potencialmente significativas*. 2017. 314 p. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Sobreira, M. do C.; Tassigny, M. M.; Bizarria, F. P. de A. (2016). O “ser” e o “fazer” docente no Ensino Superior na perspectiva do legado de Carl Rogers. *Educação, Ciência e Cultura*, v. 21, n. 1, p.1-21. <http://dx.doi.org/10.18316/2236-6377.16.27>.
- Vasconcellos Filho, M. de F. (2008). *Efeito Cézanne: uma abordagem epistemológica à experiência da percepção e do pensamento entre Arte e Ciência*. 2008. 82 f. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.
- Zanetic, J. (2006). Física e arte: uma ponte entre duas culturas. *Proposições*, v. 17, n.1, 39-57.