



UNICAMP UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FÍSICA “GLEB WATAGHIN”
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MULTIUNIDADES EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

MÓNIKELI WIPPEL DA SILVA

**ENSINO DE CIÊNCIAS E ARTES: UM ESTUDO BASEADO EM
DISSERTAÇÕES E TESES (2000-2019)**

CAMPINAS

2022

MÓNIKELI WIPPEL DA SILVA

**ENSINO DE CIÊNCIAS E ARTES: UM ESTUDO BASEADO EM
DISSERTAÇÕES E TESES (2000-2019)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática - PECIM, da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências e Matemática, na Área de Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a MARIA JOSÉ FONTANA GEBARA

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À VERSÃO FINAL
DA TESE DEFENDIDA PELA ALUNA MÓNIKELI
WIPPEL DA SILVA, E ORIENTADA PELA PROFA. DRA.
MARIA JOSÉ FONTANA GEBARA.

CAMPINAS

2022

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Física Gleb Wataghin
Lucimeire de Oliveira Silva da Rocha - CRB 8/9174

Si38e Silva, Monikeli Wippel da, 1991-
Ensino de ciências e artes : um estudo baseado em dissertações e teses (2000-2019) / Monikeli Wippel da Silva. – Campinas, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: Maria José Fontana Gebara.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin.

1. Arte e ciência. 2. Ensino de ciências. 3. Estado da arte. 4. Pensamento complexo. I. Gebara, Maria José Fontana, 1959-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Física Gleb Wataghin. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Sciences teaching and arts : a study based on dissertations and theses (2000-2019)

Palavras-chave em inglês:

Art and science
Science teaching
State of the art
Complex thought

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Titulação: Doutora em Ensino de Ciências e Matemática

Banca examinadora:

Maria José Fontana Gebara [Orientador]
Marcos Cesar Danhoni Neves
Rosane Moreira Silva de Meirelles
Sílvia Fernanda de Mendonça Figueirôa
Susana Oliveira Dias

Data de defesa: 12-04-2022

Programa de Pós-Graduação: Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-0951-2286>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/9382775316333619>

COMISSÃO EXAMINADORA

Data: 12/04/2022

PROFA. DRA. MARIA JOSÉ FONTANA GEBARA (Presidente/Orientadora)

**PROFA. DRA. SILVIA FERNANDA DE MENDONÇA FIGUEIRÔA – Universidade
Estadual de Campinas**

PROFA. DRA. SUSANA OLIVEIRA DIAS – Universidade Estadual de Campinas

**PROFA. DRA. ROSANE MOREIRA SILVA DE MEIRELLES – Universidade do
Estado do Rio de Janeiro**

**PROF. DR. MARCOS CESAR DANHONI NEVES – Universidade Estadual de
Maringá**

**A Ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no
SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da
Unidade**

À Ísis Conselvan (em memória).

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à professora Maria Gebara, pela orientação, dedicação e pelas valiosas contribuições dadas durante todo o percurso do doutorado.

Agradeço às professoras Rosane e Susana, e ao professor Marcos pelas contribuições durante a banca de qualificação. Da mesma forma, agradeço ao professor Jorge pelas contribuições e pelos dados disponibilizados após a qualificação para que essa tese fosse concluída. E agradeço à professora Silvia pelo aceite para participar, junto com os professores já citados, da banca de defesa.

Agradeço às minhas amigas Gisa, Luciane e Tatiele, pela amizade, por estarem sempre dispostas a me ajudar, e por ouvirem sobre minhas alegrias e lamentações durante os últimos quatro anos.

À Paula, agradeço por todo apoio, por sempre me incentivar e por estar ao meu lado nos momentos mais difíceis da conclusão dessa tese, tornando-os mais leves.

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

*“A ciência pode classificar e nomear os órgãos de um
sabiá, mas não pode medir seus encantos.*

*A ciência não pode calcular quantos cavalos de força
existem nos encantos de um sabiá.*

*Quem acumula muita informação perde o condão de
adivinhar: divinare.*

Os sabiás divinam”.

(Manoel de Barros)

RESUMO

Essa pesquisa nasce da confluência entre ensino de ciências e artes e da necessidade de compreender estudos no campo do Ensino de Ciências que abarcam essa temática. Entendemos que os diálogos entre Ciência e Arte são fundamentais, uma vez que o conhecimento não é fragmentado e compartimentado, e a realidade não é simplificada. Nesse sentido, a construção dessa tese se apoia em aportes teóricos difundidos por autores que promovem diálogos entre Ciência, Arte e ensino, e em aspectos da teoria da complexidade. Configura-se como uma pesquisa de estado da arte encaminhada pela seguinte questão: Quais caminhos de integração entre Ciência e Arte estão presentes em pesquisas brasileiras produzidas na área de Ensino de Ciências entre 2000-2019? Diante disso, nosso objetivo foi analisar perspectivas teóricas e práticas de integração entre Ciência e Arte em dissertações e teses brasileiras da área de Ensino de Ciências. A partir de um levantamento realizado no Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), complementado com uma busca no Centro de Documentação em Ensino de Ciências (CEDOC), localizamos 158 dissertações e teses, defendidas entre 2000 e 2019, as quais compõem o *corpus* de análise dessa pesquisa. Os dados foram analisados com relação a descritores de Base Institucional – ano de defesa, grau de titulação acadêmica, instituição de ensino superior, regiões geográficas, orientadores e formação inicial dos autores; e descritores de Base Temática Ciência e Arte – foco temático, nível escolar, conteúdo, tipo de arte e interação entre Ciência e Arte. Os principais resultados revelam que o número de produções acadêmicas cresceu nos últimos anos, sendo as dissertações de mestrado numericamente mais representativas que as teses de doutorado. Em sua maioria, os trabalhos foram defendidos em instituições públicas das regiões Sudeste e Sul do Brasil. Identificamos que os estudos abrangem desde a Educação Infantil até a Educação Superior, implementando propostas que envolvem Literatura, Cinema, Teatro, Música etc. Os focos temáticos prioritários estão relacionados à inserção da Arte como um recurso no ensino aprendizagem de ciências e, em seguida, à formação de professores. Quanto às interações entre Ciência e Arte, concluímos que integrações acontecem e, na maior parte das vezes, por meio de atividade didáticas baseadas em Ciência. Em tais atividades sobressaem aspectos multidisciplinares, interdisciplinares e, em menor ocorrência, transdisciplinares. Parte dos estudos analisa o potencial didático de obras de literatura, filmes, músicas, teatro, entre outras, para o ensino de ciências. Nesses, os potenciais de integração estão em consonância com os resultados encontrados pelos autores que desenvolveram atividades didáticas. Uma menor quantidade de estudos se debruça sobre subtemas e trabalhos anteriores, realizados no campo do Ensino de Ciências.

Palavras-chave: Ciência e Arte, Ensino de Ciências, Estado da arte, Pensamento complexo.

ABSTRACT

This research emerges from the intersection of science and arts teaching, as well as the need to comprehend studies in the field of Science Teaching that address this topic. We recognize the importance of dialogues between Science and Art, primarily because we agree that knowledge is not fragmented and compartmentalized. In this sense, the thesis is built on theoretical contributions disseminated by authors who promote dialogues between Science, Art, and Teaching, as well as aspects of complexity theory. It is designed as state-of-the-art research guided by the following question: What integration paths between Science and Art are present in Brazilian research produced in the field of Science Teaching between 2000 and 2019? In this sense, our purpose was to analyze theoretical perspectives and practices of science-art integration in Brazilian dissertations and theses in the field of science teaching. We found 158 dissertations and theses defended between 2000 and 2019 by conducting a survey in the Catalog of Theses and Dissertations of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) and supplementing it with a search in the Center for Documentation in Science Teaching (CEDOC); these documents makeup the corpus of this research. Data were analyzed in relation to Institutional Base descriptors – year of defense, academic degree, higher education institution, geographic region, supervisors, and the authors' initial training – and Science and Art Thematic Base descriptors – thematic focus, school level, scientific content, type of art, and interaction between Science and Art. The main findings show that the number of academic productions has increased in recent years, with master's dissertations outnumbering doctoral theses numerically. The majority were defended in public institutions in Brazil's Southeast and South regions. We unearthed that the studies range from Early Childhood Education to Higher Education, with proposals involving Literature, Cinema, Theater, Music, etc. We confirmed that the priority thematic focuses are related to the incorporation of art as a resource in science teaching learning, and, consequently, teacher training. In terms of interactions between Science and Art, we conclude that most integrations occur through didactic activities based on science. Multidisciplinary, interdisciplinary, and, to a lesser extent, transdisciplinary aspects were identified in such activities. A part of the studies focused on the didactic potential of works of art for science teaching. The identified integration potentials in these works are consistent with the findings of the authors who developed didactic activities. A smaller number of studies have concentrated on sub-themes and previous works in the field of Science Teaching that incorporate Art. The results indicate that the theme discussed in this thesis requires further development, particularly in terms of the depth of approaches between Science and Art in teaching, so that the transdisciplinary bias is maintained, and Art is not viewed solely as a resource to be used in the teaching of science.

Keywords: Science and Art, Science Teaching, State of the art research, Complex Thought.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Focos temáticos.....	71
---------------------------------	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Espiral da Cultura Científica	49
Figura 2 - Síntese dos descritores da Base Institucional e da Base Temática Ensino de Ciências e Arte.	74
Figura 3 - Distribuição das 158 dissertações e teses por ano de defesa.....	78
Figura 4 - Percentual da distribuição dos estudos entre mestrado acadêmico, mestrado profissional e doutorado.....	79
Figura 5 - Distribuição de dissertações de mestrado acadêmico, de mestrado profissional e teses de doutorado, por ano de defesa.....	80
Figura 6 - Distribuição das dissertações e teses por região geográfica brasileira.	81
Figura 7 - Distribuição de dissertações de mestrado acadêmico, de mestrado profissional e teses de doutorado, por região.	82
Figura 8 – Comparação entre o total de programas de pós-graduação na Área de Ensino de Ciências e a quantidade de programas que apresentam estudos envolvendo ensino de ciências e artes.....	85
Figura 9 - Quantidade de estudos por dependência administrativa da instituição de origem.	86
Figura 10 - Distribuição do número de estudos por estado federativo.....	87
Figura 11 – Quantidade de estudos orientados por orientador.....	88
Figura 12 - Percentual de estudos por Categoria de Integração entre Ciência e Arte.	122

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição dos estudos na Região Sudeste.	82
Tabela 2 - Distribuição dos estudos na Região Sul.	83
Tabela 3 - Distribuição dos estudos na Região Nordeste.	83
Tabela 4 - Distribuição dos estudos na Região Norte.	84
Tabela 5 - Distribuição dos estudos na Região Centro-Oeste.	84
Tabela 6 - Orientadores que mais orientaram e a(s) respectiva(s) Instituição(ões) de Ensino.	89
Tabela 7 - Formação inicial dos autores das dissertações e teses analisadas.	90
Tabela 8 - Distribuição das dissertações e teses por Foco Temático.	93
Tabela 9 - Distribuição das dissertações e teses por Nível Escolar abrangido.	104
Tabela 10 - Distribuição das dissertações e teses por Conteúdo Científico.	106
Tabela 11 - Distribuição das dissertações e teses por Tipo de Arte presente.	109
Tabela 12 – Distribuição das dissertações e teses por Tipo de Estudo.	120
Tabela 13 – Quantidade de dissertações e teses por categoria de Interação entre Ciência e Arte.	123

LISTA DE SIGLAS

ABRAPEC	Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CECIERJ	Centro de Ciências e Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro
CEDOC	Centro de Documentação em Ensino de Ciências
CEFET-RJ	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
CERN	<i>Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire</i>
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
CTS-ARTE	Ciência, Tecnologia, Sociedade - Arte
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
EPOD	<i>Earth Science Picture of The Day</i>
FACTS	<i>Festival Arts, Créativité, Technologies, Sciences</i>
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
HQ	História em Quadrinhos
IES	Instituição de Ensino Superior
IFRJ	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
IFSP	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais

PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
STEAM	<i>Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics</i>
STEM	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>
UEM	Universidade Estadual de Maringá
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UERJ	Universidade Estadual do Rio de Janeiro
UERR	Universidade Estadual de Roraima
UFABC	Universidade Federal do ABC
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UNB	Universidade de Brasília
UNESP	Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Lista das 158 dissertações e teses	155
APÊNDICE 2 - Lista de Programas de Pós-Graduação	176
APÊNDICE 3 - Quantidade de dissertações e teses por Instituição de Ensino Superior	178
APÊNDICE 4 - Quantidade de trabalhos por orientador e respectiva Instituição de Ensino	180
APÊNDICE 5 - Formação inicial dos autores segundo informações do Currículo Lattes....	185

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	21
CAPÍTULO 1 - A (RE)APROXIMAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E ARTE.....	26
CAPÍTULO 2 - RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E ARTE EM UM MUNDO	
COMPLEXO.....	43
2.1. Situando o pensamento complexo	43
2.2. Situando o diálogo entre Ciência e Arte no ensino de ciências na perspectiva do pensamento complexo	55
CAPÍTULO 3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	64
3.1 Caracterização geral da pesquisa.....	64
3.2 Etapas da pesquisa	66
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES DOS DESCRITORES DE BASE	
INSTITUCIONAL.....	77
CAPÍTULO 5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES DOS DESCRITORES DE BASE	
TEMÁTICA CIÊNCIA E ARTE	92
5.1 Foco temático	92
5.2 Nível escolar	103
5.3 Conteúdo científico	105
5.4 Tipo de Arte	108
5.5 Interação entre Ciência e Arte	119
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES.....	139
REFERÊNCIAS.....	144
APÊNDICES	155

“MEMÓRIAS INVENTADAS”

Já dizia Manoel de Barros, “há histórias tão verdadeiras que às vezes parece que são inventadas” (BARROS, 1996, p. 69). Vou contar-lhes uma breve história.

O ano era 2013. Curitiba. Último ano da graduação em Licenciatura em Física na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Era o momento de pensar no trabalho de conclusão de curso, o TCC. Quebrei a cabeça tentando encontrar um tema de pesquisa e enquanto observava meus colegas optarem por assuntos mais recorrentes, eu almejava algo diferente e que me despertasse algo além do sentimento de alívio por concluir mais uma obrigação acadêmica.

Justamente durante esse exercício de pensar, puxei pela memória as atividades que havia realizado no ano de 2011 em uma disciplina chamada “Projetos de Ensino em Mecânica”, a qual foi lecionada justamente pela professora Maria Gebara, minha atual orientadora no Doutorado. Em uma das aulas, Maria levou o livro “Viagens no tempo e o cachimbo do vovô Joe”, do físico e escritor americano Alan Lightman. Elegantemente ela leu o ensaio *Pas de Deux* para a turma, o qual narra com naturalidade e sensibilidade como a bailarina depende das leis da Física para dançar. Enquanto ela finalizava a leitura do último trecho, “a bailarina realiza um *demi-plié* e salta 60 centímetros no ar. A terra, a fim de equilibrar o seu momento, responde com seu próprio *sauté*, alterando sua órbita em 1 décimo-trilionésimo da largura de um átomo. Ninguém percebe, mas foi exato e perfeito” (LIGHTMAN, 1998, p. 15), eu já estava ansiosa para descobrir o que mais guardavam as outras páginas daquele livro que parecia tão especial. Gentilmente a Maria me emprestou o livro para que pudesse lê-lo na íntegra.

Naquele clima de sensibilidade a respeito das coisas do mundo e com a Ciência, foi naquela mesma disciplina que passei a me interessar pela união entre Ciência e Arte, primeiramente com Física e Poesia. Na ocasião, sequências de aulas eram elaboradas pelos licenciandos utilizando metodologias e abordagens diversas, e na tentativa de fazer algo insólito, incluí um poema na minha proposta didática. Foi “Um poema para Galileu”, de autoria do poeta português António Gedeão. Ainda sem muito jeito e não levando em consideração tudo o que hoje o meu olhar consegue perceber, me debrucei sobre os versos junto com um colega. Na época, essas

memórias me fizeram seguir na elaboração do TCC intitulado “Perspectivas atuais e sugestões para o uso de poesia como recurso alternativo no ensino de Física”.

Terminei a graduação um pouco esgotada, sem saber direito que rumo seguir, me questionando sobre a formação que eu tinha até então e sobre as escolhas que eu teria que fazer. Hoje, percebo que é uma situação comum à muitas pessoas nessa mesma fase da vida. Enquanto lecionava aulas de Física, ingressei no Curso de Design Gráfico também na UTFPR. Não compreendo exatamente quais motivos me levaram à escolha daquele curso especificamente, mas com certeza a necessidade de estar mais próxima da Arte de alguma forma foi um fator decisivo. Aproveitava as aulas de História da Arte, Desenho e Criatividade ao máximo, e em muitos momentos a formação científica anterior ampliava o meu entendimento sobre as coisas naquele contexto. Em diversas situações levava para as aulas discussões interdisciplinares como, por exemplo, aspectos relacionados a Newton e à luz para as aulas de Teoria da Cor. Cheguei na metade do curso, mas sem muitas perspectivas de seguir profissionalmente com aquilo. Acredito que estava ali mais por conta de necessidades da alma, então tranquei-o e segui para o Mestrado.

Ingressei no Mestrado em Ensino de Ciências na Universidade Federal do Paraná (UFPR), em 2016, e tive a honra de ter a professora Camila Silveira como orientadora. Ela também compartilhava do interesse pelo ensino, Ciência e pela Arte de uma maneira admirável, e assim pude desenvolver minha pesquisa intitulada “Ciência e Poesia: uma abordagem na formação inicial de professores de Física”. Foi uma época na qual a cada poema que lia eu refletia sobre o que Poesia significava para mim e me questionava sobre o que os versos poderiam proporcionar além do entretenimento, reflexão e emoção que a beleza estética de um conjunto de palavras possui.

Eu sempre fui entusiasmada com poesia, eu “uso a palavra para compor meus silêncios” (BARROS, 2003). Também gosto de ler, de escrever, de conhecer novas formas de expressão artística, me desperta um fascínio assistir a concertos, entender mais sobre pinturas, sobre a vida de grandes artistas e, mais recentemente, sobre teoria musical. Tenho para mim que quando um artista dá vida a uma obra ficam implícitas características da sua personalidade e de seus pensamentos, que transcendem à própria obra e revelam a beleza do(a) artista. É como se a gente tivesse a oportunidade de conhecer o(a) artista de um jeito especial. É bonito, mas

também difícil. Difícil porque isso pode significar expor, intimamente, sentimentos e pensamentos que estarão sujeitos a julgamentos.

Durante o mestrado na UFPR, cursei uma disciplina na UTFPR intitulada “Oficinas de Ciência e Arte”, a qual foi ministrada pelos professores Mario Sérgio Teixeira de Freitas, José Marconi Bezerra de Souza e contou com a colaboração da professora Milene Dutra da Silva. Durante aquele período, passei a olhar com outros olhos para a Arte para além da Literatura – que até então era o tipo de arte que eu mais tinha afinidade. Comecei a ser mais atenciosa com a Música, Dança, Pintura, Fotografia etc. Assim, de uma atividade da disciplina que envolveu fotografar e criar propostas semelhantes às publicadas no site *Earth Science Picture of The Day (EPoD)*, tive, alguns anos depois, fotografias minhas publicadas: *Grotto of the Enchanted*¹, em 2018; *Exoskeleton of Cicada*², em 2019; e, *Granite in Pico das Cabras Park*³, em 2021.

Outro fato interessante do meu envolvimento com a Arte, sem perder de vista a Ciência, esteve presente no processo da escrita da dissertação de mestrado. Como a minha orientadora da época, Camila Silveira, bem relembra sempre que esse assunto surge, foi em momento posterior a minha participação no Sarau Ciência & Arte⁴, em 2017, me apresentando em uma performance baseada na música “A Ciência em Si” de Gilberto Gil, que minhas análises e escrita fluíram melhor e de maneira mais bonita.

Com o interesse em aproximar Ciência e Arte aumentando, hoje em dia em tudo o que eu faço e em todos os lugares que vou isso me acompanha. Já é parte de mim. É interessante pensar que aquele primeiro contato, de modo bastante pontual com a temática na graduação, me fez questionar por que propostas semelhantes não tinham um lugar garantido na Educação Básica e Superior.

¹ Disponível em: <https://epod.usra.edu/blog/2018/03/grotto-of-the-enchanted.html>. Acesso em: 15 mai. 2020.

² Disponível em: <https://epod.usra.edu/blog/2019/11/exoskeleton-of-cicada.html>. Acesso em: 15 mai. 2020.

³ Disponível em: <https://epod.usra.edu/blog/2021/05/granite-in-pico-das-cabras-park.html>. Acesso em: 16 mai. 2021.

⁴ O Sarau Ciência & Arte é um evento que acontece anualmente no Departamento de Química da UFPR.

Não parei de me questionar se a integração entre ensino de ciências e artes, que foi motivadora na minha formação, também não poderia ser para demais estudantes. E mais do que isso, passei a querer entender outros aspectos além da mera motivação.

É nesse contexto que surgiu minha pesquisa de doutorado, e, seja por coincidência ou força do destino, sob a orientação da professora Maria Gebara. Parafraseando Manoel de Barros, eu penso renovar homens e mulheres usando Ciência e Arte.

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa está inserida no contexto da aproximação entre Ciência e Arte no campo do Ensino de Ciências. Essa temática não é nova na área, sendo encontrados estudos na década de 1980 que a tangenciam, como, por exemplo, a tese de doutorado de João Zanetic (1989). Acompanhando a evolução das pesquisas em Ensino de Ciências, notamos um crescente interesse pela temática e, consequentemente, o aumento da quantidade de estudos publicados.

Nesses estudos, os diálogos entre Ciência e Arte podem se apresentar com diversos caminhos e abordagens, tanto práticas quanto teóricas. Tais caminhos incluem o entendimento da Ciência enquanto cultura; a utilização das artes como recursos em práticas educativas; Arte como aliada no processo educativo em ciências e na formação de professores, por exemplo (REIS; GUERRA, BRAGA, 2006; RANGEL; ROJAS, 2014; GUIMARÃES; SILVA, 2016; CARVALHO; AFONSO, 2018; ALMEIDA 2019; WIPPEL; GEBARA, 2019). Por isso mesmo, sentimos necessidade de compreender os objetivos almejados com esses caminhos, principalmente por considerarmos importante um trabalho integrativo de saberes e disciplinas.

Também, nesses estudos, discute-se a respeito da formação de cidadãos críticos, participativos e capazes de tomar decisões em uma sociedade múltipla e tecnológica (GIL-PEREZ; VILCHES, 2005), então, o ensino de ciências deveria possibilitar condições para que o processo educativo desenvolvesse a aprendizagem científica e cultural ligada às discussões da sociedade atual sobre uma formação mais integral dos estudantes.

De acordo com Oliveira e Queiroz (2013), a partir dos anos 2000 surge na Educação em Ciências uma tendência em considerar a Ciência como atividade social, rompendo com o caráter utilitarista dos anos anteriores. Nesse caráter utilitarista, a Ciência era delimitada por princípios que a consideravam neutra, impessoal e descontextualizada. Com a nova tendência, os espaços educacionais passaram a ser percebidos como ambientes de significados e constituintes de novos sentidos, focalizando a importância da criatividade nas interações sociais. Essas interações, entre atores que atuam e definem os espaços educacionais, possibilitam a percepção de uma realidade abrangente e não fragmentada (BRAZ DA SILVA, *et al.*, 2017). Ou seja,

A Arte, por meio do processo criativo e lúdico, torna-se então, elemento catalisador das qualidades presentes no contexto social da escola e dos educandos a fim de resgatar as características e valores humanos presentes no conhecimento científico. Essa relação se sustenta em um caminho de múltiplos encontros em que nas trajetórias complementares do artista e do cientista, os recursos didáticos ganham novos contornos de produção e de ação, no âmbito de propostas interativas e dialógicas que trazem a Arte e a Ciência, com seus temas, constructos e artefatos, como um núcleo para o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas. (BRAZ DA SILVA, *et al.*, 2017, p. 12)

Aliada a isso, a valorização de manifestações artísticas e culturais e concepções que articulam saberes no ensino de ciências é prevista em documentos oficiais. Uma das competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), por exemplo, prevê a utilização da linguagem verbal, escrita, corporal, visual, sonora e digital, além de “conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo” (BRASIL, 2018, p. 9).

Em contrapartida, ao mesmo tempo que algumas propostas e novas considerações surgem, não perdemos de vista que a estrutura educacional predominante guarda heranças de um pensamento fragmentado, isola conteúdos em disciplinas, não estimula a reflexão sobre o conhecimento, prioriza a memorização e desconsidera questões que vão além da barreira disciplinar, como problemas de ordem cultural, social e ética. São heranças de métodos de ensino baseados na transmissão-recepção dos conteúdos, nos quais cabe ao aluno apenas reproduzir o saber que foi passado adiante pelo professor. Assim, configura-se como um contexto que não incentiva integração entre Ciência e Arte.

Diante do cenário exposto pelos estudos preliminares sobre a temática, consideramos pertinente explicar de qual forma vamos nos referir à Ciência e a Arte ao longo dessa tese. Utilizaremos as palavras “Ciência” e “Arte” grafadas com a letra inicial maiúscula para tratar da Ciência e da Arte como campos disciplinares, áreas do conhecimento de modo mais amplo. E “ciência(s)” e “arte(s)” quando nos referirmos ao conjunto das diferentes ciências e tipos de artes/obras artísticas, respectivamente. Quando utilizarmos “Ensino de Ciências”, estaremos falando do campo de conhecimento/pesquisa, e “ensino de ciências” para o ato de ensinar e aprender em suas múltiplas abordagens e dimensões. No entanto, isso não se aplicará às citações

diretas utilizadas nesse texto, que serão reproduzidas de modo idêntico ao escrito pelas autoras e autores.

É dentro desse contexto que almejamos aprofundar as discussões sobre possíveis diálogos entre Ciência e Arte no ensino de ciências, refletindo sobre como as integrações entre essas áreas se apresentam. Nesse sentido, a **questão** que encaminhou essa pesquisa foi: Quais caminhos de integração entre Ciência e Arte estão presentes em pesquisas brasileiras produzidas na área de Ensino de Ciências entre 2000-2019? Almejando responder a esse questionamento, nosso **objetivo geral** foi analisar perspectivas teóricas e práticas de integração entre Ciência e Arte em dissertações e teses brasileiras apresentadas na área de Ensino de Ciências.

Para tanto, foram traçados os seguintes **objetivos específicos**: **i)** Discutir, a partir do referencial teórico que norteia a pesquisa, a importância de diálogos entre Ciência e Arte; **ii)** Caracterizar a integração entre Ciência e Arte na área de pesquisa em Ensino de Ciências; **iii)** Identificar e descrever aspectos gerais de dissertações e teses, da área de Ensino de Ciências, que sugerem integração entre Ciência e Arte; **iv)** Analisar proposições e tendências de diálogos entre Ciência e Arte no ensino de ciências.

Megid Neto (2009) aponta que, sempre que um campo do conhecimento atinge uma quantidade representativa de produções acadêmicas há necessidade de realizar um estudo sistematizado. Sendo assim, acreditamos que as produções acadêmicas envolvendo Ciência e Arte no ensino de ciências constituem um rico material para ser analisado. Nesse contexto, e buscando responder à questão de pesquisa, esse estudo assume características de um “estado da arte”, focado em dissertações e teses, que apresenta dois momentos principais. O primeiro momento é o panorama da base institucional sobre a produção levantada, e o segundo é representado pela análise de descritores, previamente estabelecidos, relacionados à temática Ciência e Arte no ensino de ciências.

Essa investigação apoia-se em autores que se dedicam a investigar relações entre Ciência, Arte e ensino de ciências. Aliado a isso, nosso corpo teórico é composto, também, por aspectos da teoria da complexidade de Edgar Morin (2015), pois compreendemos o diálogo entre Ciência e Arte como parte de uma realidade que considera a integração de várias áreas do conhecimento e elucida a profundidade do pensamento. O pensamento complexo de Morin (2015) tem como princípio a busca

da religação de saberes que há muito tempo são tratados em fragmentos, para que a partir disso se possa chegar na compreensão do todo. O diálogo entre Ciência e Arte no ensino de ciências pode ser visto como parte do pensamento complexo.

A religação de saberes tem a intenção de superar dicotomias cartesianas e repensar, de modo interdisciplinar, o ensino de ciências, não com o intuito de acabar com as disciplinas, mas no sentido de um choque cultural que invista contra a tecnoburocracia escolar, programas superados, estratégias de dominação e bibliografias ultrapassadas, e que “[...] aposte nas estruturas da criatividade – os desregramentos das artes, a polifonia da literatura, a estética dos mitos, as incertezas das teorias e modelos” (CARVALHO, 2008, p. 21).

Na perspectiva de repensar o ensino, possibilitando a religação de saberes, ressaltamos a importância da multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade (NICOLESCU, 2000; MORIN, 2005) uma vez que, mesmo essencialmente diferentes entre si, elas representam caminhos comuns de resposta à fragmentação do conhecimento. Ou seja, promover diálogos multi, inter ou transdisciplinares entre Ciência e Arte no ensino de ciências – seja nas atitudes e opções metodológicas, na organização do currículo ou no modo de pensar – vai ao encontro de um ensino menos simplificador e fragmentado.

Para discutir a integração entre Ciência e Arte e seus movimentos no Ensino de Ciências, estruturamos esse trabalho em seis capítulos. No Capítulo 1, apresentamos características gerais sobre a temática e a importância dos diálogos entre Ciência e Arte. Incluímos exemplos de iniciativas preocupadas com a integração entre essas áreas e aspectos gerais sobre estudos que abrangem esse tema na pesquisa e no ensino de ciências. Em seguida, no Capítulo 2, situamos o pensamento complexo e suas principais características, definimos termos utilizados por Morin (2015) e caracterizamos o diálogo entre Ciência e Arte na perspectiva de aspectos da complexidade.

No Capítulo 3, apresentamos as características gerais da pesquisa e detalhamos os procedimentos metodológicos do processo de construção dessa tese, incluindo as etapas de busca, seleção e identificação dos trabalhos, o detalhamento dos descritores considerados na classificação, bem como considerações sobre a organização, sistematização e análise dos dados.

O Capítulo 4 é reservado aos resultados e discussões dos descritores de Base Institucional, tais como *Ano da defesa*, *Grau de titulação acadêmica*, *Instituição de ensino superior*, *Região geográfica*, *Orientador(a)* e *Formação inicial dos autores(as)*. Em seguida, no Capítulo 5, são apresentados os resultados referentes aos descritores de Base Temática Ciência e Arte, constituídos pelo *Foco Temático*, *Nível Escolar*, *Conteúdo*, *Tipo de Arte* e *Interação entre Ciência e Arte*. Finalmente, no Capítulo 6 apresentamos nossas conclusões.

CAPÍTULO 1 - A (RE)APROXIMAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E ARTE

*“Procuro nas coisas vagas
Ciência
Eu movo dezenas de músculos para sorrir
Nos poros a contrair, nas pétalas do jasmim
Com a brisa que vem roçar da outra margem do mar
Procuro na paisagem cadência
Os átomos coreografam a grama do chão [...]”.*

(Arnaldo Antunes/ Carlinhos Brown/ Marisa Monte)

Etimologicamente, a palavra Ciência vem do latim *scientia* e significa saber/conhecimento. A Ciência busca compreender leis naturais e explicar o funcionamento das coisas e do universo por meio de um método. Todavia, não existe um conceito atemporal e universal de Ciência ou de método científico. Chalmers (1993) discute diferentes visões de Ciência, de método científico e de ideias equivocadas que levam as pessoas a confiarem fielmente em qualquer afirmação ou linha de raciocínio aos quais se atribua o termo “científico”. Tal veneração, em grande parte, é devida ao sucesso alcançado principalmente pela Física, Química e Biologia, de modo que se assume que por detrás desse sucesso existe uma “receita” que, quando seguida, resulta em conhecimento certo (CHIBENI, 2004). O “método científico” se tornou interesse de estudiosos, sendo que

[...] Francis Bacon foi um dos primeiros a tentar articular o que é o método da ciência moderna. No início do século XVII, propôs que a meta da ciência é o melhoramento da vida do homem na Terra e, para ele, essa meta seria alcançada através da coleta de fatos com observação organizada e derivando teorias a partir daí. Desde então, a teoria de Bacon tem sido modificada e aperfeiçoada por alguns, e desafiada, de uma maneira razoavelmente radical, por outros. (CHALMERS, 1993, p. 20)

Na visão de Pombo (2012), “[...] é sabido que a Filosofia foi ‘a mãe’ de todas as ciências e que a ciência foi a ‘Filosofia Natural’ até ao século XVIII” (p. 187). A autora ressalta que se trata de um campo de estudo permeado pela questão “o que é?”, de modo que caberia à Filosofia da Ciência responder “o que é Ciência?” (POMBO, 2012).

Porém, no seu movimento de atenção ao que é a ciência, aos seus desenvolvimentos, aos seus resultados, aos processos que mobiliza, é possível reconhecer a existência de diferentes formulações da questão “o que é a ciência?”. Cada uma dessas formulações inscreve-se num determinado período da história da ciência e da história da filosofia. Cada uma delas determina momentos diferenciados da história da filosofia da ciência. Cada

uma delas está na raiz de um modo particular de pensar as relações entre a Filosofia e a Ciência. (POMBO, 2012, p. 191)

Analogamente, não há um conceito universal sobre o que é Arte. Cauquelin (2005) destaca que a Arte não é somente o estético, mas a cultura produzida pelas pessoas ao longo do tempo. Em outra tentativa de definição, Bosi (1986) salienta que a Arte alcança diferentes dimensões do ser humano, do social e é construção, ou seja, “[...] é um conjunto de atos pelos quais se muda a forma, se transforma a matéria oferecida pela natureza e pela cultura. [...] A arte é uma produção; logo, supõe trabalho” (p.13). Para Gombrich (1999), por exemplo, não existe arte, existem artistas. Essa última afirmação pode ser interpretada como uma crítica às posturas que enxergam a Arte como uma atividade esnobe e restrita a poucos. Frente a essa pluralidade de compreensões, é importante ter em mente que a Arte pode assumir significados diversos, em tempos e lugares. Nessa perspectiva, Freeland (2019) destaca que:

Os povos tribais antigos e modernos não distinguiriam a arte de um artefato ou ritual. Os cristãos da Europa medieval não faziam “arte” como tal, mas tentavam emular e celebrar a beleza de Deus. Na estética japonesa clássica, a arte pode incluir coisas inesperadas pelos ocidentais modernos, como um jardim, uma espada, um pergaminho com caligrafia ou uma cerimônia de chá. (FREELAND, 2019, p. 11)

Plaza (2011) afirma que, na origem do ato criador, Ciência e Arte são semelhantes, pois, cientistas e artistas apenas trabalham materiais diferentes do Universo (PLAZA, 2011). Para o autor, ambas possuem uma origem comum “[...] na abdução ou capacidade para formular hipóteses, imagens, ideias, na colocação de problemas, e nos métodos infra lógicos, mas é no seu desempenho e ‘performance’ que se distanciam enormemente, como nos processos mentais de análise e síntese” (p. 40). Ao longo da história, muito se refletiu sobre Ciência, Arte, e sobre aproximações e diferenças entre essas duas áreas do conhecimento. No artigo intitulado *Theoreticians, Artists and Artisans*, Feyerabend (1996) argumenta acerca da necessidade de compreender o mundo contingencial e o universo de todos os conhecimentos – incluindo a Arte – para se entender a Ciência.

A partir de leitura realizada por Neves e Silva (2020), acompanhamos a discussão de Feyerabend (1996) sobre a crítica de Platão às artes, para quem as obras artísticas se limitariam a copiar a natureza e, assim, afastariam o homem da real

beleza, da verdade. Para Platão, os teóricos consideram a verdade, os artesãos criam objetos úteis e os artistas não fazem nada: os artistas deveriam ser dispensados de comunidades harmoniosas. Além disso, para entrar em contato com o mundo objetivo, os Homens deveriam cortar sua natureza humana e excluir as artes, as formas populares de religião etc. Por outro lado, seria estranho definir a realidade excluindo habilidades e produtos humanos básicos:

Não seria melhor inverter o argumento e assumir que habilidades, percepções, os produtos de artesãos e os objetos mais desprezados por Platão, as obras de arte que existem e têm efeitos, não são opostos ao Ser, mas são produzidos por ele, seja diretamente, seja por meio de criaturas previamente produzidas? (NEVES; SILVA, p. 36036, 2020)

Foi nesse sentido que Aristóteles argumentou, diferentemente de Platão, que as artes podem imitar a natureza, mas vão além. De acordo com Sales (2019, p. 59), para Aristóteles “[...] a justificativa principal da obra de arte é a mimese, ou seja, a faculdade de imitação do ser humano, cujo fim último, na arte, é levar à catarse e ao prazer”.

Ainda na leitura realizada por Neves e Silva (2020), coloca-se em pauta a ideia proposta por Goethe, e elaborada por Schoenberg e Von Webern, de que as obras de arte são produtos da realidade (natureza) e produzidas por seres humanos. De forma geral, para Goethe, deveríamos reconhecer que os esforços e produtos humanos estão mais próximos e relacionados uns aos outros do que as subdivisões platônicas sugerem.

Para o historiador da Ciência Thomas Kuhn, refletindo a respeito de Ciência e Arte, “[...] a diferença mais importante é que os produtos da atividade artística do passado são ainda partes vitais da cena artística atual, ao passo que a ciência busca destruir seu passado” (MASSARANI; MOREIRA; ALMEIDA, 2006, p. 7). No posfácio da obra “A Estrutura das Revoluções Científicas”, Kuhn (2013) comenta sobre a aplicabilidade de suas teses a muitos outros campos, ou seja, “[...] na medida em que o livro retrata o desenvolvimento científico como uma sucessão de períodos ligados à tradição e pontuados por rupturas não cumulativas suas teses possuem indubitavelmente uma larga aplicação” (KUHN, 2013, p. 213). Para o autor,

[...] essas teses foram tomadas de empréstimo a outras áreas. Historiadores da literatura, da música, das artes, do desenvolvimento político e de muitas outras atividades humanas descrevem seus objetos de estudo dessa maneira desde muito tempo. A periodização em termos de rupturas revolucionárias em estilo, gosto e na estrutura institucional tem estado entre seus

instrumentos habituais. Se tive uma atitude original em face desses conceitos, isso se deve sobretudo ao fato de tê-los aplicado às ciências, áreas que geralmente foram consideradas como dotadas de um desenvolvimento peculiar. (KUHN, 2013, p. 214)

Além de ser possível a apropriação das teses de Kuhn (2013) pela Arte, como o próprio autor destaca, mencionamos também a apropriação de esquemas representacionais. Segundo Plaza (2011, p. 42), “[...] a apropriação pelo artista de esquemas representacionais de cunho científico constitui-se num recurso lícito e necessário, de caráter intertextual”.

Pensar nas interdependências entre Ciência e Arte não é algo propriamente novo, pois relações entre essas áreas sempre estiveram presentes na história e estão em constante processo de construção. As ligações entre esses dois campos do conhecimento foram fundamentais para seus desenvolvimentos, e “[...] as culturas prosperaram quando atividades que agora chamamos de ciência ou arte eram realizadas de forma unificada” (WILSON, 2009, p. 496). Historicamente, a ideia de (re)aproximação remonta aos tempos nos quais a instrução humana era baseada no domínio de distintas áreas. Uma das primeiras manifestações que remetem à relação entre Ciência e Arte pode ser encontrada em Pitágoras, na constituição do pensamento grego.

Os denominados pitagóricos captaram pela primeira vez as matemáticas e, além de desenvolvê-las, educados por elas, acreditaram que seus princípios eram os princípios de todas as coisas. A Escola Pitagórica defendia a purificação da mente através do estudo da Geometria, da Aritmética e da Música. Para os pitagóricos, por serem os números o fundamento da Matemática, eles apareciam em toda Natureza e eram os elementos de todas as coisas. Até os dias atuais músicos fazem uso da proporção áurea para o estudo da música. (SAWADA; ARAÚJO-JORGE; FERREIRA, 2017, p. 159)

Na Idade Média, o horizonte científico e o horizonte artístico se enleavam, e a oposição entre “[...] arte e ciência está, portanto, inscrita na órbita de um tipo de pensamento que separou esses saberes e os manteve isolados em suas especialidades, como se não houvesse possibilidade de diálogo entre eles” (FERREIRA, 2010, p. 263).

No Renascimento, movimento de ordem artística e científica que irrompeu entre a Idade Média e a Idade Moderna, Leonardo da Vinci (1452-1519) é referência histórica. De acordo com Isaacson (2017), as explorações científicas de Da Vinci, precursor do Renascimento na Itália, informaram sua arte.

Ele arrancou a carne dos rostos dos cadáveres, delineou os músculos que movem os lábios e, em seguida, pintou o sorriso mais memorável do mundo. Ele estudou crânios humanos, fez desenhos em camadas de ossos e dentes e transmitiu a agonia esquelética de São Jerônimo no deserto. Ele explorou a matemática da ótica, mostrou como os raios de luz atingem a córnea e produziu ilusões mágicas de mudanças nas perspectivas visuais em *A Última Ceia*. Ao conectar seus estudos de luz e óptica com sua arte, ele dominou o uso de sombreamento e perspectiva para modelar objetos em uma superfície bidimensional para que pareçam tridimensionais. (ISAACSON, 2017, p. 18-19)

Com sua multiplicidade de talentos para a Ciência e para a Arte, à medida que envelhecia Da Vinci “[...] prosseguiu em suas investigações científicas não apenas para servir à sua arte, mas por um instinto alegre de sondar as profundas belezas da criação” (ISAACSON, 2017, p. 19).

Com o “*uomo universale*” – referência ao “homem renascentista” – Da Vinci conseguiu integrar Ciência e Arte de tal modo que uma não seria entendida sem a outra, justamente devido à sua grande curiosidade, olhar de longo alcance, imaginação próspera e afeição aos mínimos detalhes (NEPOTE, 2012). Anteriormente a Leonardo da Vinci, pode-se notar ligações entre Ciência e Arte em obras do pintor e arquiteto italiano Giotto di Bondone (1267-1337), por exemplo, uma vez que iniciou a utilização da perspectiva na pintura (ROCHA; MAGALHÃES JÚNIOR; NEVES, 2018).

A ideia de que Ciência e Arte são opostas e inconciliáveis traduz um preconceito do Período Moderno. A partir do Renascimento, a especialização do conhecimento tornou-se mais presente, pois tanto a Ciência quanto a Arte passaram a revelar ocupações mais herméticas. Ou seja, a partir da revolução científica, ocorrida entre os séculos XVI e XVII, Ciência e Arte assumiram linguagens, métodos e processos cognitivos próprios e diferenciados, às vezes também opostos. A Ciência, objetiva, passou a ser relacionada com a razão, a lógica e a matemática, enquanto a Arte, subjetiva, ficou relacionada à imaginação, sentimento e gosto pessoal (FERREIRA, 2010). E assim, “[...] se consolidaram como dois ‘Campos’ independentes, cada um com as suas especificidades, lógicas internas, divisões, formações discursivas, relações de poder e hierarquias próprias” (FERREIRA, 2010, p. 267).

Diante desse abismo que se formou ao longo dos séculos, e anunciando a importância de (re)integração entre essas áreas, ressaltamos que tanto as

concepções artísticas como as científicas são coerentes. Ambas proporcionam interpretações símile sobre o funcionamento do universo, pois “[...] artistas e cientistas (ou filósofos naturais) percebem o mundo da mesma forma, apenas representam-no com linguagens diferentes” (REIS; GUERRA; BRAGA, 2006, p. 72). Ambas possuem também o que podemos chamar de “estilos”. Nas artes, a sucessão dos estilos colocava as obras e seus criadores em um mesmo caminho (BELTING, 2006). Já as ciências apresentam estilos de pesquisa – procedimentos divergentes correspondem a resultados divergentes, por exemplo – assim como as artes e a tecnologia; e, seguindo diferentes estilos, desenvolvem diferentes visões sobre o mundo (NEVES; SILVA, 2020).

Do ponto de vista de Carlos Vogt, apesar de existirem distinções teóricas e metodológicas fundamentais entre Ciência e Arte, há em comum entre elas a finalidade. Essa finalidade é a criação e geração de conhecimento, através da formulação de conceitos que são abstratos e, ao mesmo tempo, tangíveis e concretos, mesmo que soe paradoxal. Essa tangibilidade e concretude se dá pela demonstração lógica e pela experiência, no caso da Ciência, e pela sensibilização do conceito, em metáfora e pela vivência, no caso da Arte (VOGT, 2003).

Na perspectiva de integração, Rojo (2011) narra exemplos que notabilizam conexões entre Ciência e Arte, razão e emoções. Segundo o autor, Ciência e Arte servem a uma mesma divindade, no sentido que um dos propósitos da Arte é provocar a fé nas verdades da natureza.

Em um desses exemplos, Rojo (2011) tece comentários sobre os três trabalhos mais importantes do ano admirável de Albert Einstein (1879-1955), publicados em 1905, argumentando sobre convergências entre Arte, Ciência, ficção e realidade. Einstein incorporou elementos estéticos em seu raciocínio e capturou ideias que eram consideradas ficções matemáticas, aceitando-as como parte do mundo real. Isso só é possível quando “[...] a imaginação esmaece os limites entre disciplinas como a ciência, a filosofia e a arte, e se concebem o pensamento e a busca da verdade como uma atitude única” (ROJO, 2011, p. 41). No primeiro trabalho, propôs uma nova visão sobre a estrutura da luz e o intitulou “Um ponto de vista heurístico sobre a produção e transformação da luz”. De acordo com Rojo (2011), o próprio Einstein considerou seu trabalho heurístico, entendendo-se heurística – palavra que deriva de *heuristicen* cujo pretérito perfeito é *eureka* - como a arte de inventar.

As ideias sistematizadas por Einstein na teoria da relatividade haviam sido, de certa forma, representadas na pintura, em aspectos que se referem à percepção do espaço e do tempo, por pintores como Cézanne, Monet e Picasso. Na pintura *Les Femmes d'Alger*, por exemplo, Picasso abordou a junção tempo-espaço conferindo inovação à obra, representando uma mulher – que parece estar sentada ou agachada – ao mesmo tempo de frente e de costas (ROCHA; MAGALHÃES JUNIOR; NEVES, 2018).

O brasileiro Mario Schenberg (1914-1990), que para Einstein foi uma das dez personalidades mais importantes do mundo da Ciência do século XX, destacou-se tanto na esfera artística quanto na científica (LEÃO, 2014). Schenberg dedicou-se à física teórica, a participar de debates científicos, políticos, econômicos e educacionais além de ser permanentemente interessado por artes, deixando um legado de centenas de escritos. Estabeleceu paralelos entre a Filosofia, Ciência e Arte, e “[...] as suas explicações conceituais motivam os conhecimentos a fluírem – em ziguezagues ou em espiral –, passando com desembaraço do científico ao artístico, ganhando novos caminhos e correlações” (ALZENBERG, 2014, p. 102).

O interesse pelas relações entre Ciência e Arte levou diferentes autores e autoras a discutir as vantagens da colaboração entre essas áreas sob diversas perspectivas, argumentando quanto aos benefícios, desafios e contribuições de integrá-las, inclusive com enfoque voltado especificamente para o ensino de ciências.

Uma dessas perspectivas valoriza o viés da interdisciplinaridade, indo ao encontro da articulação de saberes e novas formas de compreender a relação do ser humano com o conhecimento que a contemporaneidade exige (CACHAPUZ, 2014). Entretanto, para experiências interdisciplinares serem levadas adiante torna-se necessário sofisticar cada vez mais a formação de nossos professores (ZANETIC, 2006), e isso parece ser consenso entre os autores que investigam colaborações entre ensino de ciências e artes.

Nesse sentido, Rangel e Rojas (2014) argumentam sobre a intercomplementaridade entre Arte e Ciência na formação docente. Os autores defendem que a Arte amplia a compreensão de fatos e fenômenos naturais, sociais e o alcance do olhar investigativo da Ciência. Compartilhamos dessa percepção sobre a necessária atenção à formação docente, de modo a questionar a rigidez presente

em perspectivas tradicionais, permitindo inovações e integração entre disciplinas científicas e artes.

Outro aspecto de destaque é a união com a Arte em abordagens com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no ensino de ciências. Propostas com esse viés tendem a propiciar o entendimento de conceitos científicos, tecnológicos, sociais e, ao mesmo tempo, possibilitam o trabalho com a criatividade e a ressignificação tanto da Arte como de conceitos científicos (GUIMARÃES; SILVA, 2016; GATTI; CARVALHO; AFONSO, 2018).

Nessa linha, Guimarães e Silva (2016) pautaram-se no desenvolvimento de uma performance artística com licenciandos em Química no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). A partir de um poema, o processo de elaboração da performance permitiu a compreensão de aspectos ligados à CTS, propiciou o trabalho com dança contemporânea e movimentos do circo. O trabalho envolveu a capacidade de superação de desafios pessoais dos participantes, confiança e ressignificação de conceitos químicos a partir do próprio corpo, bem como a construção de conhecimentos significativos.

Problematizando outras questões, mas também com o enfoque CTS, Gatti, Carvalho e Afonso (2018) promoveram diálogos entre arte contemporânea e a questão ambiental do lixo eletrônico a partir de obras dos artistas africanos Barthélémy Toguo e Rogobert Nimi. Segundo as autoras, a arte contemporânea e a tecnologia transformaram a participação do contemplador/aluno/fruidor, pois exigiram do sujeito sentidos que vão além da contemplação passiva, para se comunicar com a obra e recriá-la, em processo de ressignificação.

Mais um aspecto presente em trabalhos que tratam de relações entre ensino de ciências e Arte está relacionado com a abordagem cultural da Ciência. Assim como a Arte, a Ciência faz parte da cultura (ZANETIC, 1989; REIS; GUERRA; BRAGA, 2006) e essa percepção pode ajudar na compreensão do processo histórico da construção do conhecimento.

Nesse sentido, os diálogos entre ensino de ciências e Arte podem possibilitar também o diálogo com culturas de diferentes contextos. No trabalho desenvolvido por Gatti, Carvalho e Afonso (2018), discussões sobre a cultura africana colaboraram com a desconstrução de ideias equivocadas sobre a Arte da África, implementando discussões previstas na Lei Federal nº 10.639 – sancionada em 2003,

que alterou a Lei de nº 9.394 de 1996 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) e determina a inclusão obrigatória da temática “História e Cultura Afro-Brasileira” no currículo oficial.

Outra questão que gostaríamos de ressaltar diz respeito às artes como recurso para o ensino de ciências. Enquanto meio alternativo, podem dinamizar as aulas contribuindo para o aprendizado (ALMEIDA, 2019). Na nossa percepção, a utilização como recurso deveria estar acompanhada de integração entre conhecimentos, ultrapassando uma perspectiva unicamente disciplinar que coloque a Arte em patamar inferior e a serviço da Ciência.

Os pontos de encadeamento entre Ciência e Arte nem sempre são óbvios, mas essa relação é importante para criar pontes entre as áreas de humanidades e científicas (RODRIGUES, 2018). Não apenas concordamos com a autora, mas defendemos também que essa conexão é papel fundamental da formação científica e artística em todos os níveis de ensino.

Em levantamento realizado nas atas das edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), entre 1997 e 2017, Wippel e Gebara (2019) analisaram as publicações que apresentavam propostas didáticas ou discussões sobre ensino de ciências e artes. A partir dos 31 trabalhos mapeados, constataram o crescimento das publicações ao longo do tempo, englobando todos os níveis escolares desde a Educação Infantil até o Ensino Superior. Os estudos, tanto teóricos quanto os que envolvem experiências práticas, abordam conteúdos relacionados à Ciência de maneira geral, à Física, tópicos de Biologia, e Ciência e Tecnologia. Os tipos de artes identificadas pelas autoras incluem Teatro, Artes Visuais, Artes Plásticas, Música, Poesia, Desenhos, Cinema, Literatura, Histórias em Quadrinhos (HQ), e Arte como área geral.

Os trabalhos destacam que as contribuições ao inserir arte como aliada ou como instrumento no ensino de ciências estão relacionadas à maior motivação dos alunos para aprender; ao potencial facilitador de aprendizagem; à socialização dos saberes; possibilidades de exploração de aspectos éticos; criatividade dos alunos; e à formação docente (WIPPEL; GEBARA, 2019).

Em outro levantamento, Campanini e Rocha (2017) investigaram as contribuições de pesquisas publicadas nas edições de 1997 a 2015 do ENPEC abordando o potencial do teatro científico no ensino de ciências. Dos 19 trabalhos

encontrados, 11 discutem o uso do teatro em espaços formais de ensino em diferentes níveis de escolaridade, do Ensino Fundamental até a formação continuada de professores; e 8 em espaços não formais, como Museus e Centros de Ciências. Os autores apontam que é crescente a preocupação de professores – formados e em formação – em investigar o potencial do teatro científico para desenvolver o conhecimento adquirido na sala de aula com interatividade, trabalho em equipe, desinibição e outros fatores de diversidade.

Além dessas questões, os autores destacam a abordagem lúdica dos conteúdos de Química, Física e Biologia, possibilitando a interação entre professores, alunos e a comunidade escolar, contribuindo para a desmistificação de fatos científicos e aproximando a Ciência da sociedade (CAMPANINI; ROCHA, 2017).

Em linhas gerais, iniciativas em integrar Ciência e Arte no ensino de ciências parecem assumir abordagens distintas, incluindo a integração entre disciplinas, saberes e a inserção de arte em práticas educativas. Entendemos que não há formas corretas ou erradas de propor diálogos entre Ciência e Arte, mas há abordagens que exploram de modo mais amplo os potenciais de integração do que outras.

Em pesquisa objetivando conhecer práticas de integração de Arte no ensino cotidiano das ciências, Turkka, Haatainen e Aksela (2017) investigaram 66 professores finlandeses e constataram que apenas 28% organizaram integrações de Arte e Ciência em suas aulas; 27% participaram ou organizaram cursos ou atividades que integram Ciência e Arte; 45% relataram não ter tempo suficiente para organizar essas integrações; 52% afirmaram não saber o suficiente para organizar tais atividades; 73% admitiram a vontade de ter mais material para ajudá-los; e 53% apontaram que a atmosfera das escolas nas quais lecionavam incentivava a integração. Os autores questionaram a real integração entre Ciência e Arte e analisaram a prática dos professores participantes da pesquisa, classificando-as em integração a partir do conteúdo e a partir da atividade. A partir do conteúdo identificaram que ela pode acontecer: i) por meio de um tema; ii) por meio de um artefato; ou iii) por meio de uma conexão direta. A integração a partir de atividades pode ser baseada: i) em Ciência; ii) em Arte; ou iii) em ambas.

A união entre Ciência e Arte, segundo Silveira (2018), vem resultando, em nível mundial, na criação de obras artísticas inspiradas pela Ciência; projetos

inovadores e de engajamento público em diferentes áreas, incluindo a visualização de dados, criação de inteligência artificial, neurociência, robótica, criação de novas metodologias e o questionamento das abordagens reducionistas do método científico. Para o autor, a amplitude do campo da Ciência e da Arte permite interações inúmeras e variadas.

Todd Siler, artista visual americano, criador do Movimento *ArtScience*⁵ juntamente com Robert Root-Bernstein, integra artes e ciências aplicando métodos de investigação criativa, pensamento crítico, resolução de problemas do mundo real e habilidades de colaboração para enfrentar os desafios de hoje. Inicialmente, o termo *ArtScience* foi proposto para estimular a discussão sobre o cruzamento das artes e das ciências:

ArtScience integra todo o conhecimento humano através dos processos de invenção e exploração. São, ambos, o novo e o velho, o conservador e o revolucionário, o lúdico e o sério. [...] ArtScience moverá a arte para fora de galerias e museus, e a ciência para fora de seus laboratórios e periódicos, para espaços recém inventados [...]. (ROOT-BERNSTEIN, *et al.*, 2011, p. 192)

O Manifesto *ArtScience* (ROOT-BERNSTEIN, *et al.*, 2011), contendo objetivos referentes à integração do conhecimento, foi traduzido por Sawada, Araújo-Jorge e Ferreira (2017) com o objetivo de disseminá-lo em língua portuguesa. Os quatro primeiros pontos do Manifesto são:

- 1) Tudo pode ser compreendido através da arte, mas esse entendimento é incompleto.
 - 2) Tudo pode ser compreendido através da ciência, mas esse entendimento é incompleto.
 - 3) CienciArte nos permite alcançar uma compreensão mais completa e universal das coisas.
 - 4) CienciArte envolve a compreensão da experiência humana da natureza pela síntese dos modos artístico e científico de investigação e expressão.
- (SAWADA; ARAÚJO-JORGE; FERREIRA, 2017, p. 170)

Esses primeiros pontos apresentam proposições acerca do campo CienciArte, defendendo que é com a integração entre Ciência e Arte que a compreensão das coisas do mundo é mais abrangente. Os pontos seguintes enfatizam características de integração de conhecimentos e processos entre Ciência e Arte, bem como aspectos relacionados aos profissionais que praticam CienciArte:

⁵ Em língua portuguesa, ArteCiência ou CienciArte.

- 5) CienciArte funde a compreensão subjetiva, sensorial, emocional e pessoal com a compreensão objetiva, analítica, racional e pública
- 6) CienciArte incorpora a convergência de processos e habilidades artística e científica, e não a convergência de seus produtos.
- 7) CienciArte não é arte + ciência ou arte-e-ciência ou arte/ciência, nos quais os componentes retêm suas distinções e compartimentalização disciplinares.
- 8) CienciArte transcende e integra todas as disciplinas ou formas de conhecimento.
- 9) Aquele que pratica CienciArte é simultaneamente um artista e um cientista; e uma pessoa que produz coisas que são tanto artísticas quanto científicas simultaneamente.
- 10) Todo grande avanço artístico, impacto tecnológico, descoberta científica e inovação médica, desde o início da civilização, resultou de um processo de CienciArte.
- 11) Todo grande inventor e inovador na história foi um praticante de CienciArte. (SAWADA; ARAÚJO-JORGE; FERREIRA, 2017, p. 171)

Finalizando o manifesto, são apresentados os objetivos essenciais da CienciArte e a necessidade de currículos e práticas de ensino englobarem essa integração. O papel interdisciplinar, a importância da criatividade, imaginação e pensamento crítico aparecem como destaques na CienciArte.

- 12) Devemos ensinar arte, ciência, tecnologia, engenharia e matemática como disciplinas integradas, não separadamente.
- 13) Devemos criar currículos baseados na história, na filosofia e na prática de CienciArte, usando as melhores práticas da aprendizagem experimental.
- 14) A visão de CienciArte é a re-humanização de todo o conhecimento.
- 15) A missão de CienciArte é a reintegração de todo o conhecimento.
- 16) O objetivo de CienciArte é cultivar o novo renascimento.
- 17) O objetivo de Cienciarte é inspirar a abertura das mentes, a curiosidade, a criatividade, a imaginação, o pensamento crítico e a resolução de problemas através de inovação e colaboração! (SAWADA; ARAÚJO-JORGE; FERREIRA, 2017, p. 171)

Para os pesquisadores que compartilham ideias como as expressadas nesse manifesto, o futuro da humanidade e da sociedade parece depender diretamente de vinculações, as quais podem ser estabelecidas através da CienciArte, conectando e ampliando a capacidade de criação humana (RODRIGUES, 2018). Nesse sentido, para nós, o futuro do ensino de ciências residirá em conhecer as potencialidades das conexões com a Arte e nos movimentos que visam colocar esses conhecimentos em prática.

A CienciArte possibilita aos educadores associar a Arte à educação científica de modo a desenvolver novas compreensões por meio da integração do processo artístico a outros processos investigativos, “[...] bem como construir um discurso interno e público sobre a relação entre arte, ciência, atividades humanas, e

tópicos relacionados a atividade multidisciplinares e multiculturais” (SAWADA; ARAÚJO-JORGE; FERREIRA, 2017, p.172).

Uma retrospectiva de marcos importantes sobre Ciência e Arte no Brasil, necessária para compreensão sobre o tema em âmbito nacional, é apresentada por Silveira, Malina e Lannes (2018). Por meio de um levantamento realizado a partir de informações disponíveis no Currículo *Lattes*, os autores identificaram 131 pesquisadores⁶ que apresentam algum tipo de envolvimento, projeto ou produção no campo Ciência e Arte e delinearam o grupo de maior relevância, composto por 51 pesquisadores.

O estudo apontou que cerca de 78,4% dos pesquisadores realizaram a formação superior na região Sudeste; 11,8% na região Sul; 5,9% na região Centro-Oeste; e 3,9% na região Nordeste, tendo se formado em 37 distintos cursos de graduação. Com relação às formações iniciais, 39,2% incluem-se na grande área de linguística, letras e artes (LLA); 13,7% em ciências sociais aplicadas (CSA); 11,8% em ciências humanas (CH); 11,8% ciências biológicas (CB); 11,8% em ciências exatas e da terra (CET); e 5,9% em engenharias e ciências da saúde (CS). Quanto ao mestrado e doutorado, respectivamente, 76,5% e 74,5% foram realizados na região Sudeste. Esses profissionais atuam, majoritariamente, na região Sudeste (66,7%), seguidos pela região Centro-Oeste (11,8%), Sul (9,8%), Nordeste (9,8%) e região Norte (2%).

Dados obtidos por Silveira, Malina e Lannes (2018) informam também que 15% dos participantes da pesquisa realizaram pós-graduação na área da Educação e em áreas correlatas, nas quais também atuam, informação relevante para o escopo da nossa pesquisa.

Além desse panorama sobre os pesquisadores da temática Ciência e Arte no Brasil, que nos ajuda a compreender algumas características acerca desse tema, podemos citar iniciativas, programas e eventos, tanto nacionais quanto internacionais.

Dentre essas iniciativas temos a *SciArt Initiative*, organização sem fins lucrativos de Nova Iorque que apoia o intercâmbio entre diferentes áreas do

⁶ Estamos considerando o gênero humano, tanto masculino quanto feminino. Nesse caso, tanto pesquisadores quanto pesquisadoras. Ao longo de todo o texto, sempre que utilizarmos palavras como físico(s), engenheiro(s), professor(es), aluno(s), autor(es), orientador(es) e pesquisador(es), de maneira geral, estaremos nos referindo ao gênero humano. Salvo quando especificarmos, explicitamente, que se trata de um ou outro.

conhecimento, usando a Arte para construir conexões. Realiza exposições de obras de arte objetivando conectar diferentes disciplinas, além de manter um portal⁷ *online* que promove interações entre Ciência e Arte virtualmente. Conta também com uma revista própria – *Sciart Magazine* – que publica artigos focados em Ciência, Arte e Tecnologia e na Educação STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática⁸) (SCIART INITIATIVE, 2019).

O Festival Artes, Criatividade, Tecnologias e Ciências (FACTS⁹) é um evento temático bienal promovido pelo Programa de Artes e Ciências da Universidade de Bordeaux, na França. Nesse festival são realizadas performances, oficinas, debates, exposições e instalações a partir de residências de artistas em laboratórios de pesquisa científica, visando a exploração e a vivência de diferentes relações entre as artes e as ciências. Na primeira edição, em 2015, o tema foi "*Lumière(s)*", em 2017 "*Mouvement(s)*" e em 2019 "*Human Reboot*" (FACTS, 2015; 2017; 2019).

A Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear, conhecida como CERN¹⁰, conta com o programa *Arts at CERN*, em que artistas se candidatam para realizar residências artísticas nas quais, trabalhando ao lado de físicos e engenheiros, desenvolvem pesquisas sob diferentes perspectivas. Mónica Bello, curadora e chefe do Artes no CERN, pontua que além de promoverem novas abordagens para pesquisa, experimentação e produção artística, questionam como a Arte e a cultura podem promover novas visões de um ambiente altamente especializado e quais bases comuns podem ser compartilhadas entre a Arte e a Ciência (BELLO, 2019).

Além da ampliação do diálogo em instituições de pesquisa e projetos que colocam cientistas e artistas lado a lado, há movimentos voltados, especificamente, à Educação e ao Ensino. Silveira (2018), destaca a ambiguidade da interação entre Ciência e Arte no cenário nacional, pois de um lado há um significativo desconhecimento sobre esse campo na academia, falta de investimento de agências de fomento, iniciativas limitadas e pontuais projetos de extensão; e, por outro lado, há

⁷ Disponível em: <http://www.sciartinitiative.org/>. Acesso em: 09 mar. 2022.

⁸ *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*.

⁹ *Festival Arts, Créativité, Technologies, Sciences*.

¹⁰ *Antigo Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*.

pesquisadores que, mesmo com essas limitações, seguem seus caminhos e criam espaços para a ampliação do campo Ciência e Arte no Brasil.

Encontramos no Brasil algumas iniciativas focadas em proporcionar diálogos entre Ciência e Arte com diferentes objetivos e voltadas para públicos-alvo distintos. Uma delas é o Simpósio “Ciência, Arte e Cidadania”, promovido pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), bienalmente, desde 2002. O objetivo é compartilhar experiências através de atividades culturais, debates, oficinas e palestras com profissionais que atuam na interface entre Ciência e Arte. A organização do evento é uma iniciativa do grupo de estudos e práticas em CienciArte do Laboratório de Inovações em Terapias, Ensino e Bioprodutos do IOC em cooperação com os grupos da Rede Nacional Leopoldo de Meis de Educação e Ciência, do Espaço Ciência Viva e do Projeto Portinari (ARAUJO-JORGE, *et al.*, 2018).

Em 2021 foi lançada a “Rede Ciência, Arte e Cidadania”^{11,12}, marcando o início das atividades da 11ª edição do Simpósio Ciência, Arte e Cidadania. A Rede reúne diferentes grupos acadêmicos de divulgação científica, com vinculação com a Educação Básica, que estão sendo identificados e mapeados por todo o país e no exterior. A iniciativa é um dos desdobramentos da edição do Simpósio realizada em 2018.

No estado do Paraná acontece, desde 2009, o Workshop Paranaense de Arte-Ciência. O evento promove um ambiente interdisciplinar para a divulgação artística e científica e conta com palestras, oficinas interdisciplinares, apresentações de trabalhos e exposições. Envolve estudantes de graduação e pós-graduação, professores da rede municipal e estadual de ensino, e docentes universitários. O evento envolve a parceria de IES paranaenses, como Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Universidade Estadual de Maringá (UEM) e Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Outra iniciativa, ainda no estado do Paraná, é o Sarau Ciência & Arte, que acontece anualmente desde 2015, como fechamento da Semana Acadêmica de Química da Universidade Federal do Paraná. Idealizado e organizado pela Prof.^a Dr.^a

¹¹ Disponível em: <https://redecienciaarteecidadania.wordpress.com/>. Acesso em 07 jul. 2021.

¹² Disponível em: <https://www.youtube.com/c/RededeCi%C3%AanciaArteCidadania>. Acesso em 07 jul. 2021.

Camila Silveira da Silva, o evento artístico-científico explora a Ciência e a Arte a partir de apresentações e performances contemplando diversas linguagens artísticas – tais como música, teatro, poesia, dança, circo etc. – expressando relações com variados temas científicos, além de exposições de fotografias, pinturas e ilustrações. O Sarau conta com a participação de estudantes de graduação e pós-graduação, professores, artistas profissionais e amadores, e demais interessados.

Tais exemplos de iniciativas e espaços apontam diferentes conexões e potenciais de integração entre Ciência e Arte e compreendemos a importância desses eventos para aproximar o público dos diálogos entre Ciência e Arte. Além disso, entendemos que eles podem contribuir para a disseminação da temática para além dos eventos, incluindo a prática docente e a criação de obras artísticas.

Além de eventos, há importantes movimentos voltados para a integração entre Ciência e Arte, como o Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática – ou STEAM¹³, sigla em inglês também adotada no Brasil. Proposta nascida na década de 1990, nos Estados Unidos da América, o movimento Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM¹⁴) tem por objetivo “[...] identificar qualquer ação ou prática educacional envolvendo as disciplinas de ciência, tecnologia, engenharia e/ou matemática” (SILVEIRA, 2018, p. 24). Esse movimento, posteriormente, agregou ao rol de disciplinas iniciais a Arte, passando a ser conhecido pela sigla ao STEAM, e almejando uma educação pautada na criatividade e inovação entre as áreas (SILVEIRA, 2018).

Na perspectiva da temática STEAM, Roger Malina – físico americano, astrônomo e editor executivo da *Leonardo Publications* na *M.I.T Press* – apresenta, no artigo intitulado *Art-Science: an annotated bibliography* (2016), 16 trabalhos importantes para o entendimento do campo Ciência, Arte e Tecnologia, além de uma compilação de livros dedicados às discussões sobre as relações entre essas áreas.

Apesar de no Brasil o movimento STEAM não ser amplamente difundido, em nível internacional as discussões vêm crescendo. Grant e Patterson (2016) revelam que, além de crescimento na prática educacional, a produção da literatura relacionada a esse movimento também cresce. Em levantamento realizado no

¹³ *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics.*

¹⁴ *Science, Technology, Engineering and Mathematics.*

Academic Search Premier os autores encontraram, em média, uma publicação por ano sobre o assunto entre os anos de 1990 e 2004, com um ligeiro aumento – para pouco mais de uma por ano – entre 2005 e 2009. Contudo, entre 2010 e 2014 essa média saltou para cinco publicações por ano.

Park *et al.* (2016) relatam que a maioria das pesquisas sobre educação STEAM se concentra sobre as atitudes dos estudantes em relação às suas escolhas nas carreiras STEM, negligenciando a componente Arte. Além disso, indicam que poucas pesquisas têm investigado a fundo as percepções e práticas dos professores sobre essa abordagem. Os autores identificaram desafios enfrentados por professores da Coreia do Sul para conduzirem aulas na perspectiva do movimento e destacaram: tempo para realizar as aulas, aumento da carga de trabalho, falta de apoio administrativo e financeiro. Dessa forma, defendem a necessidade de apoio do governo para a ampliação dessas iniciativas, a reconstrução do currículo e mudanças no sistema de avaliação nacional.

Embora os exemplos apresentados reflitam realidades educacionais, econômicas e sociais de países diferentes, as ponderações e apontamentos que emergem dessas pesquisas contribuem para a compreensão das potencialidades e dificuldades do movimento STEAM no ensino de uma forma geral, permitindo-nos tecer considerações sobre sua efetividade no Brasil. Dentro desse panorama, na integração entre Ciência e Arte que defendemos não procede hierarquização de saberes, ou seja, a valorização tanto da Ciência quanto da Arte deve se dar de maneira horizontal.

A partir das características e exemplos de aproximação entre Ciência e Arte aqui discutidas, apresentaremos no próximo capítulo alguns pressupostos da teoria da complexidade e discutiremos a integração entre Ciência e Arte no ensino de ciências na perspectiva do pensamento complexo.

CAPÍTULO 2 - RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E ARTE EM UM MUNDO COMPLEXO

*“Passa uma borboleta por diante de mim
E pela primeira vez no universo eu reparo
Que as borboletas não têm cor nem movimento,
Assim como as flores não têm perfume nem cor.
A cor é que tem cor nas asas da borboleta,
No movimento da borboleta o movimento é que se
move,
O perfume é que tem perfume no perfume da flor.
A borboleta é apenas borboleta
e a flor é apenas flor”.*

(Alberto Caeiro)

A inspiração deste capítulo é a Teoria da Complexidade de Edgar Morin, para quem “reconhecer a complexidade do conhecimento, nos ajuda a compreender o poder que as ideias impõem sobre a organização humana para não sermos dizimados por elas” (MARTINAZZO, 2002, p. 35).

2.1. Situando o pensamento complexo

De acordo com Morin (2010), uma reforma paradigmática está ligada à Ciência, pois é na raiz das terias científicas que reside a complexidade. O conhecimento científico possibilitou progressos inéditos – como a energia nuclear e a engenharia genética, por exemplo – tornando a Ciência elucidativa, enriquecedora, conquistadora e triunfante. Esse conhecimento

[...] trouxe, e de forma singular neste século, fabuloso progresso ao nosso saber. Hoje, podemos medir, pesar, analisar o Sol, avaliar o número de partículas que constituem nosso universo, decifrar a linguagem genética que informa e programa toda organização viva. Esse conhecimento permite extrema precisão em todos os domínios da ação, incluindo a condução de naves espaciais fora da órbita terrestre. (MORIN, 2010, p. 15)

Todavia, apesar dos inúmeros progressos científicos, há áreas de tensões que envolvem esse desenvolvimento, tais como: i) o desenvolvimento disciplinar e seu consequente enclausuramento ou fragmentação do saber; ii) o desligamento das ciências da natureza das chamadas ciências do homem; iii) os vícios da especialização nas ciências antropológicas, nas quais conceitos que perpassam várias disciplinas são dilacerados; iv) a fragmentação e disjunção do saber científico tendem ao anonimato; e, v) a produção de potencialidades tanto subjugadoras ou mortais quanto benéficas (MORIN, 2010).

Deste modo, a tensão entre simplificação e complexidade provoca lacunas no conhecimento científico resultando em “[...] um paradoxo surpreendente, a ciência se desenvolve, não só a despeito do que ela tem de científico, mas graças ao que ela tem de não-científico” (MORIN, 2010, p. 186). Coloca-se em questionamento o pensamento cartesiano, que influenciou demasiadamente a estrutura do pensamento moderno no Ocidente e que na percepção de Morin (2010) foi um dos principais responsáveis por estruturar o pensamento que levou a humanidade à incapacidade de engendrar a complexidade da realidade, tanto na dimensão micro quanto na macro.

O modelo cartesiano, desenvolvido por René Descartes (1596-1650) no século XVII, ainda influencia muitas áreas e contextos da modernidade. Reducionista e racionalista propagou uma visão antropocêntrica da Ciência, colocando-a a serviço de homens e mulheres, buscando o domínio sobre a natureza. Neste período, iniciaram-se as experiências de escolarização ampla e de sistematização da educação, provavelmente – e por isso mesmo – a Educação é profundamente marcada pelo racionalismo e compartimentação do conhecimento.

Compreendemos que a simplificação desvalorizou valores da nossa cultura ao longo do tempo e a fragmentação dos saberes conduziu à formação de uma visão isolada da realidade, deixando a razão num patamar superior e levando à incompletude dos sujeitos. À vista disso, coloca-se em pauta uma nova forma de olhar para o conhecimento, que busca romper com o pensamento simplificador, com o dualismo entre mente e corpo, e com a predominância da razão e do intelecto sobre a emoção e espírito. O pensamento simplificador

põe ordem no universo, expulsa a desordem. A ordem se reduz a uma lei, a um princípio. A simplicidade vê o uno, ou o múltiplo, mas não consegue ver que o uno pode ser ao mesmo tempo múltiplo. Ou o princípio da simplicidade separa o que está ligado (disjunção), ou unifica o que é diverso (redução). (MORIN, 2015, p. 59)

Morin (2012) se contrapõe ao modelo cartesiano e busca quebrar com o reducionismo e a linearidade, propondo a interligação dos saberes e substituindo o pensamento disjuntivo e redutor por um pensamento complexo (no sentido originário do termo *complexus*: o que é tecido junto). Contudo, o autor nos alerta para a necessidade de, primeiramente, desfazer duas ilusões: “[...] a primeira é acreditar que a complexidade conduz à eliminação da simplicidade. [...] a segunda ilusão é confundir complexidade com completude” (MORIN, 2015, p. 6).

Heranças do pensamento simplificador e fragmentado que marcam a educação podem ser encontradas, entre outros exemplos, no isolamento dos conteúdos nas disciplinas, em práticas de memorização, no não questionamento e falta de reflexão sobre o conhecimento, e na desconsideração de problemas de ordem social no ensino. Entretanto, na contramão dessa visão, nossa humanidade está repleta de conflitos cuja solução depende da união entre o pensamento e a compreensão de questões científicas, culturais e sociais, entre outras, sem dividi-las. Essa é uma necessidade da sociedade. A fragmentação do saber não deixa possibilidades de ligações entre áreas e, inclusive, pode dificultar a aprendizagem no processo educativo.

[...] os conhecimentos fragmentados só servem para usos técnicos. Não conseguem conjugar-se para alimentar um pensamento capaz de considerar a situação humana no âmago da vida, na Terra, no mundo e de enfrentar os grandes desafios da nossa época. (MORIN, 2012, p. 17)

Nessa linha, concordamos que é essencial a reciprocidade entre as partes e o todo. Como Morin (2000, p. 19) frequentemente afirma, fazendo referência a Pascal, “[...] só podemos conhecer as partes se conhecermos o todo em que se situam, e só podemos conhecer o todo se conhecermos as partes que o compõem”. Entretanto, em nossa realidade educacional predomina um ideário que ordena a redução do complexo ao simples, a separação do que está ligado, a unificação do que é múltiplo e a eliminação de tudo que traz desordens ou contradições para nosso entendimento (MORIN, 2005). No contexto formado por princípios que controlam e comandam a inteligibilidade, e produzem uma visão simplificadora do universo, temos o chamado paradigma da simplificação (MORIN, 2015). Mesmo permitindo os maiores progressos ao conhecimento científico, quando um paradigma não permite perceber o contexto planetário, existe uma inteligência cega, que

[...] só sabe separar, reduz o caráter complexo do mundo a fragmentos desunidos, fraciona os problemas e unidimensionaliza o multidimensional. É uma inteligência cada vez mais míope, daltônica e vesga; termina a maior parte das vezes por ser cega, porque destrói todas as possibilidades de compreensão e reflexão, eliminando na raiz as possibilidades de um juízo crítico e também as oportunidades de um juízo corretivo ou de uma visão a longo prazo. (MORIN, 2005, p. 19)

À vista disso, faz-se necessária uma reforma religando o que a análise separa, reunindo o disperso, complexificando o simplificado, considerando o sujeito pensante como produtor e produto de seu pensamento e de suas construções

(MARTINAZZO, 2002).

O caminho para uma reforma do pensamento poderia considerar a identidade e diálogos entre ciências e artes, razão e sensibilidade, cultura científica e cultura das humanidades. Aliás, isso deveria ser “[...] o protocolo intencional mínimo de qualquer governo, partido, das instituições de ensino e pesquisa e, claro, da sociedade civil em seu conjunto” (CARVALHO, 2008, p. 19).

O ensino, neste início do século XXI, ainda carrega traços excessivamente disciplinares, que mantêm a fragmentação do conhecimento e a especialização dos saberes, impossibilitando a articulação entre eles. A organização disciplinar tem uma história – nascimento, institucionalização, evolução – estabelecendo-se, no século XIX, com a formação das universidades modernas, e, no século seguinte, desenvolvendo-se com o progresso da pesquisa científica (MORIN, 2005).

Morin (2005) salienta que o sistema educativo privilegia a separação do conhecimento e que sua organização em disciplinas seria útil apenas se estas não fossem fechadas em si mesmas, compartimentadas umas em relação às outras. Com relação às disciplinas, o autor adverte que “a disciplinaridade delimita um domínio de competência sem o qual o conhecimento tornar-se-ia fluido e vago” (2005, p. 40) e, também, que “ela desvenda, extrai ou constrói um ‘objeto’ digno de interesse para o estudo científico” (2005, p. 40).

A disciplinaridade acarreta o risco de especialização e “coisificação” do objeto estudado, podendo ocasionar o esquecimento de que o objeto da disciplina é extraído ou construído. Deste modo, as disciplinas são justificadas, intelectualmente, sob a condição de reconhecerem e conceberem a existência de ligações e solidariedades entre elas, sendo plenamente justificadas apenas se não ocultarem realidades globais (MORIN, 2005).

Diante dessa propensão em reduzir o conhecimento – separar objetos e propostas para poder estudá-los em partes independentes –, e almejando repensar o saber, a multidisciplinaridade, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade são possibilidades para perceber a realidade. Os conceitos associados a esses três termos, embora polissêmicos, representam uma ideia comum de resposta à fragmentação do conhecimento.

Na multidisciplinaridade ocorre a justaposição de disciplinas, e essa estaria em um nível inferior ao da interdisciplinaridade e da transdisciplinaridade no que se

refere ao nível de integração. Em definição de Morin (2005, p. 50), a multidisciplinaridade se constitui na associação de disciplinas em torno de um projeto ou objeto comum, de forma que estas “[...] são chamadas para colaborar nele, assim como técnicos especialistas são convocados para resolver esse ou aquele problema”. Nicolescu (2000, p. 14) apresenta uma interpretação similar, ou seja, a multidisciplinaridade é vista como aquela que diz respeito ao estudo de um objeto por várias disciplinas ao mesmo tempo, contribuindo com uma específica porque “ultrapassa as disciplinas, mas sua finalidade continua inscrita na estrutura da pesquisa disciplinar”. Por exemplo,

[...] um quadro de Giotto pode ser estudado pela ótica da história da arte, em conjunto com a da física, da química, da história das religiões, da história da Europa e da geometria. [...] Com isso, o objeto sairá assim enriquecido pelo cruzamento de várias disciplinas. O conhecimento do objeto em sua própria disciplina é aprofundado [...]. (NICOLESCU, 2000, p. 10)

A interdisciplinaridade implica em troca e cooperação entre disciplinas, ocorrendo enriquecimentos mútuos entre elas, ou seja,

[...] pode significar que diferentes disciplinas encontram-se reunidas como diferentes nações o fazem na ONU, sem entretanto poder fazer outra coisa senão afirmar cada uma seus próprios direitos e suas próprias soberanias em relação às exigências do vizinho. (MORIN, 2005, p. 50)

Pela ótica de Nicolescu (2000, p. 11), a interdisciplinaridade “[...] diz respeito à transferência de métodos de uma disciplina para outra”, sendo possível distinguir nesse processo os graus de aplicação, epistemológicos e de geração de novas disciplinas

a) *grau de aplicação*. Por exemplo, os métodos da física nuclear transferidos para a medicina levam ao aparecimento de novos tratamentos para o câncer;
b) *grau epistemológico*. Por exemplo, a transferência de métodos da lógica formal para o campo do direito produz análises interessantes na epistemologia do direito;
c) *grau de geração de novas disciplinas*. Por exemplo, a transferência dos métodos da matemática para o campo da física gerou a física matemática; os da física de partículas para a astrofísica, a cosmologia quântica; os da matemática para os fenômenos meteorológicos ou para os da bolsa, a teoria do caos; os da informática para a arte, a arte informática. (NICOLESCU, 2000, p.11).

A transdisciplinaridade, por sua vez, é caracterizada por esquemas cognitivos que atravessam as disciplinas (MORIN, 2005). Ela não nega as disciplinas, pois se apoia nelas para seu desenvolvimento, e “[...] diz respeito àquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de

qualquer disciplina” (NICOLESCU, 2000, p. 11).

Frente a essas possibilidades de integração disciplinar, Morin (2005) enfatiza que as ideias de inter e de transdisciplinaridade são as únicas importantes. É por meio delas que um mundo complexo deveria ser abordado e “[...] por toda parte, se reconhece a necessidade de interdisciplinaridade, esperando o reconhecimento da relevância da transdisciplinaridade” (MORIN, 2000, p. 40).

Desde o século XVII, o desenvolvimento da Ciência ocidental não foi apenas disciplinar, mas também transdisciplinar. Foi transdisciplinar no que se refere à existência de uma unidade de método; de postulados implícitos nas disciplinas, como o da objetividade; a eliminação do problema do sujeito; a matemática como linguagem; um modo de explicação comum; e a formalização entre outras questões (MORIN, 2005).

Nessa perspectiva, a História da Ciência é marcada por unificações transdisciplinares sinalizadas por nomes como Newton, Maxwell e Einstein. Mas essa antiga transdisciplinaridade é marcada por princípios que permitiram o enclausuramento disciplinar, como a matematização e formalização. Dessa forma, é necessário promover uma nova transdisciplinaridade, a partir de um novo paradigma que permita distinguir, separar, opor e disjuntar os domínios científicos, mas que também permita comunicarem-se entre si sem redução (MORIN, 2005).

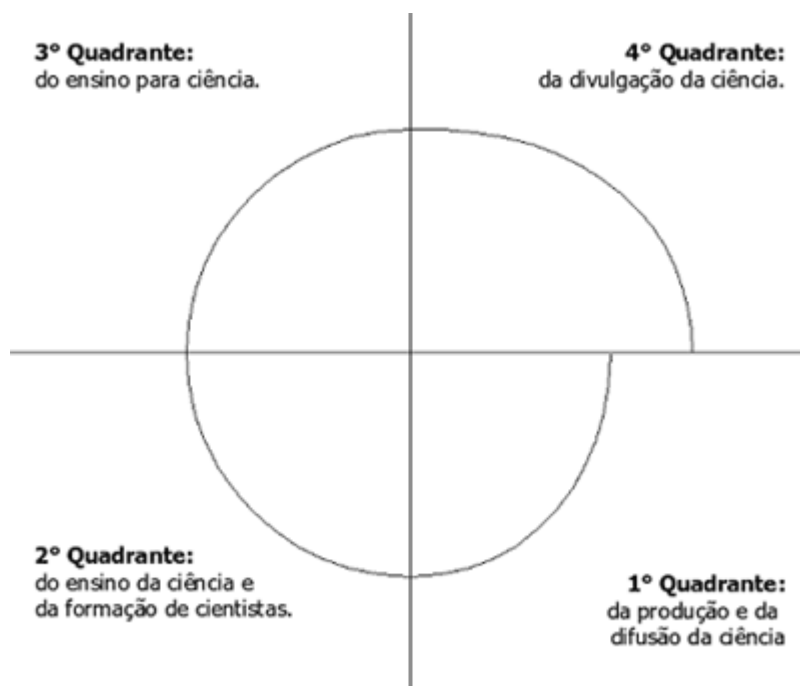
Esse novo paradigma supõe reforma do pensamento e reflexão a respeito da cultura e a maneira de enxergá-la. Cultura não é um termo com definição única, entretanto, no contexto que estamos considerando, a cultura está relacionada à compreensão do ser humano e considera suas distintas atividades. De acordo com Morin (2005), a cultura das humanidades tem fundamento na História, na Literatura, na Filosofia, na Poesia, na Arte e

em sua sequência, ela transmitia a aptidão para a abertura e para a contextualização. Além disso, favorecia a capacidade de refletir, de meditar sobre o saber e, eventualmente, integrá-lo em sua própria vida para melhor esclarecer sua conduta e o conhecimento de si. (MORIN, 2005, p. 59)

A cultura científica, por sua vez tende a se tornar especializada e a se fechar sobre si mesma, pois “[...] sua linguagem torna-se esotérica, não somente para o comum dos cidadãos, mas também para o especialista de uma outra disciplina” (MORIN, 2005, p. 59-60).

Vogt (2012) representa a dinâmica da chamada cultura científica com uma espiral dividida em quatro quadrantes, como podemos observar na Figura 1.

Figura 1 - Espiral da Cultura Científica



Fonte: Reprodução de Vogt (2003).

Podemos observar que a espiral tem como ponto de partida, no primeiro quadrante, a dinâmica da produção e da circulação do conhecimento científico entre pares; em seguida, no segundo quadrante, encontra-se o do ensino da ciência e a formação de cientistas; o terceiro quadrante configura as ações do ensino para a ciência e, finalmente, completa o ciclo no quarto quadrante com a divulgação da ciência (VOGT, 2003). A espiral busca representar as movimentações necessárias entre Ciência e cultura.

Cada um desses quadrantes pode, além disso, caracterizar-se por um conjunto de elementos que, neles distribuídos, pela evolução da espiral, contribuem também para melhor entender a dinâmica do processo da cultura científica. Assim, no primeiro quadrante teríamos como destinadores e destinatários da ciência os próprios cientistas; no segundo, como destinadores, cientistas e professores, e como destinatários, os estudantes; no terceiro, cientistas, professores, diretores de museus, animadores culturais da ciência seriam os destinadores, sendo destinatários, os estudantes e, mais amplamente, o público jovem; no quarto quadrante, jornalistas e cientistas seriam os destinadores e os destinatários seriam constituídos pela sociedade em geral e, de modo mais específico, pela

sociedade organizada em suas diferentes instituições, inclusive, e principalmente, as da sociedade civil, o que tornaria o cidadão o destinatário principal dessa interlocução da cultura científica. (VOGT, 2003, n. p.)

Já na perspectiva de Snow (2015), há a cultura voltada para as ciências – “científica” – e a voltada para as artes – “tradicional” ou “humanística”. A primeira, dos cientistas, é uma cultura no sentido intelectual e também antropológico.

Isto é, seus membros não precisam sempre compreender-se completamente, e com certeza frequentemente não o fazem; os biólogos geralmente têm uma ideia bastante obscura da física contemporânea; mas existem atitudes comuns, padrões e formas de comportamento comuns, abordagens e postulados comuns. Isto se manifesta surpreendentemente de maneira extensa e profunda. Passa por outros padrões mentais como a religião ou a política ou a classe social. (SNOW, 2015, p. 27)

Por sua vez, a cultura tradicional, que de acordo com Snow (2015) é a que governa o mundo ocidental, carrega uma incompreensão da Ciência. As diferentes características das duas culturas conduziram ao marcado distanciamento entre ambas, causado pela incompreensão mútua, reforçado pela impressão dos não-cientistas de que “[...] os cientistas são otimistas, inconscientes da condição humana”, e a dos cientistas de que “[...] os literatos são totalmente desprovidos de previsão” e “[...] indiferentes aos seus semelhantes” (p. 22).

Para Snow (2015) – que apresenta suas ideias baseado em vivências tanto com cientistas quanto com escritores – esse abismo gera perdas de ordem prática, intelectual e criativa para a sociedade, pois “quando esses dois sentidos se desenvolvem separados, nenhuma sociedade é capaz de pensar com sabedoria” (p. 72). Deste modo, a falta de comunicação entre essas culturas seria um dos grandes obstáculos para a resolução de problemas do mundo.

A convivência com intelectuais de diferentes áreas do conhecimento, segundo Snow (2015), apontou também a existência de ignorância entre sujeitos dessas duas culturas:

Muitas vezes estive presente em reuniões de pessoas que, pelos padrões da cultura tradicional, são tidas por altamente cultas, e que, com considerável satisfação, expressaram a sua incredulidade quanto à falta de instrução dos cientistas. Uma ou duas vezes fui provocado e perguntei quantos deles poderiam descrever a Segunda Lei da Termodinâmica. A resposta foi fria: também foi negativa. No entanto, eu estava perguntando algo que equivaleria em termos científicos a: Você já leu uma obra de Shakespeare? (SNOW, 2015, p. 33)

Mesmo que as ideias apresentadas por Snow (2015) tenham se tornado referência nas reflexões sobre a separação entre a cultura científica e a cultura humanística, há críticas quanto à dicotomia apontada, principalmente no sentido de ser questionável que exista estranhamento entre verdadeiros artistas e cientistas (VOGT, 2003).

Ainda sobre isso, Morin (2005, p. 60) cita que “[...] o fosso, a disjunção entre estas duas culturas é algo trágico para a nossa cultura”, e enquanto a cultura científica está imersa em uma perda da reflexividade sobre o futuro da Ciência e a natureza da ciência humana, a das humanidades “se assemelha a um moinho que não tem mais grãos para moer”.

Diante disso, a complexidade representa um grande desafio. No final do segundo milênio as ciências repousavam em três pilares de certeza, apontados por Morin (2005): a ordem, referindo-se à regularidade, constância e determinismo absoluto; a separabilidade, a ideia de que para conhecer um objeto ou resolver um problema, é necessário separá-lo em partes e examiná-lo; e, por fim, as lógicas indutiva e dedutiva, relacionadas ao valor de prova absoluta fornecidas pela indução e pela dedução. Atualmente, esses três pilares podem estar em estado de desintegração

[...] não porque a desordem substitui a ordem, mas porque começou-se a admitir que, mesmo no mundo físico, em que a ordem reinava soberana, existia na realidade um jogo dialógico entre ordem e desordem simultaneamente complementar e antagônico. [...] No que diz respeito a separação dos objetivos, havia-se igualmente esquecido que eles estavam ligados uns aos outros no interior de uma organização ou sistema, cuja originalidade primeira é criar qualidades chamadas de emergências. Elas aparecem no contexto desta organização, mas não existem nas partes concebidas isoladamente. [...] os trabalhos de Popper mostraram os limites do valor absoluto da indução. Mesmo a dedução, em si mesma, pode ter derrapagens. Basta lembrar do famoso paradoxo do cretense que pretende que todos os cretenses sejam mentirosos, ou então todos os teoremas da indecidibilidade dos quais o mais célebre é o de Gödel. (MORIN, 2005, p.61-63)

Com esses pilares abalados, o desafio da complexidade se intensifica nessa era planetária. Tornou-se necessário a contextualização em escala mundial e o pensar na incerteza, pois não podemos prever o que acontecerá amanhã. Isto posto, a reforma de pensamento deve instituir o princípio de religação, que implica a necessidade de reaprendizagem do pensamento e supõe a entrada em ação de três princípios: o circuito recursivo ou autoproductivo; o dialógico; e o princípio

hologramático (MORIN, 2005).

O princípio recursivo ou autoprodutivo rompe com a causalidade linear, que agora passa a ser representada por uma espiral. Assim, esse circuito “implica num processo no qual efeitos e produtos são necessários à sua própria produção” (MORIN, 2005, p. 66).

Nós mesmos somos, aliás, os efeitos e os produtos de um processo de reprodução. Mas somos também seus produtores, porque, se assim não o fosse, o processo não poderia continuar. Além de mais, uma sociedade é o produto das interações entre os indivíduos que a compõem. Desta sociedade emergem qualidades como a língua ou a cultura que retroagem sobre os produtos, produzindo indivíduos humanos. De modo semelhante, deixamos de ser apenas primatas graças à cultura. (MORIN, 2005, p. 66)

O princípio dialógico reconhece que é necessário juntar ideias que, inicialmente, parecem ser contraditórias, mas que na verdade são complementares. Esse princípio permite olhar para o mundo de modo menos reducionista, integrando distintas perspectivas.

Deve-se conceber uma dialógica ordem/desordem/organização, desde o nascimento do Universo: a partir de uma agitação calorífica (desordem), onde, em certas condições (encontros aleatórios), princípios de ordem vão permitir a constituição de núcleos, átomos, galáxias e estrelas. Sob as mais diversas formas, a dialógica entre a ordem, a desordem e a organização via inúmeras interretroações, está constantemente em ação nos mundos físicos, biológico e humano. (MORIN, 2012, p. 96)

O princípio hologramático é inspirado em um holograma, em que quase toda a informação da figura representada está contida em um ponto (MORIN, 2005; 2012). Este princípio coloca em evidência o aparente paradoxo das organizações complexas, em que não apenas a parte está no todo, como o todo também está em cada uma das partes.

Logo, a reforma da estrutura de pensamento sobre a qual estamos nos referindo é de natureza paradigmática, pois tange os princípios fundamentais dos nossos discursos e teorias. Lembrando que, atualmente, o paradigma dominante é o da disjunção e da redução e, em contrapartida, em um paradigma de complexidade procede a distinção, a conjunção e a implicação mútua (MORIN, 2005). No que se refere a Educação,

a necessidade de uma Reforma de pensamento é muitíssimo importante para indicar que hoje o problema da educação e da pesquisa encontram-se reduzidos a termos meramente quantitativos: “maior quantidade de créditos”, “mais professores”, “mais informática”. Mascara-se, com isso, a dificuldade-chave que revela o fracasso de todas as reformas sucessivas do ensino: não

se pode reformar a instituição sem ter previamente reformado os espíritos e as mentes, mas não se pode reformá-los se as instituições não forem previamente reformadas. (MORIN, 2005, p. 75)

Temos uma contradição, e “[...] não há resposta propriamente lógica para esta contradição, mas a vida é sempre capaz de trazer soluções a problemas logicamente insolúveis” (MORIN, 2005, p. 75). Tendo como enfoque específico questões educacionais, Morin (2000; 2005) apresenta sete saberes que seriam necessários à educação do futuro, uma reflexão geral que abarca os problemas da educação. São o que ele chama de sete buracos negros, ignorados e fragmentados nos sistemas educacionais: i) o conhecimento; ii) o conhecimento pertinente; iii) a condição humana; iv) a compreensão humana; v) a incerteza; vi) a era planetária; vii) a antropológica. O primeiro se refere ao conhecimento que o sujeito possui, que é uma tradução seguida de uma reconstrução da realidade.

O conhecimento não é um espelho das coisas ou do mundo externo. Todas as percepções são, ao mesmo tempo, traduções e reconstruções cerebrais com base em estímulos ou sinais captados e codificados pelos sentidos. Daí resultam, sabemos bem, os inúmeros erros de percepção que nos vêm de nosso sentido mais confiável, o da visão. Ao erro de percepção acrescenta-se o erro intelectual. O conhecimento, sob forma de palavra, de ideia, de teoria, é o fruto de uma tradução/reconstrução por meio da linguagem e do pensamento e, por conseguinte, está sujeito ao erro. (MORIN, 2000, p. 20)

Segundo Morin (2000), “[...] os paradigmas que controlam a ciência podem desenvolver ilusões, e nenhuma teoria científica está imune para sempre contra o erro” (p. 21), porém o desenvolvimento do conhecimento científico é importante na detecção de erros e na luta contra ilusões. O autor destaca “[...] que o conhecimento científico não pode tratar sozinho dos problemas epistemológicos, filosóficos e éticos” (p. 21), e que a educação deve-se dedicar-se à identificação da origem de erros, ilusões e cegueiras.

O segundo saber está relacionado ao conhecimento que é pertinente ao sujeito, os saberes colocados em um contexto amplo, englobando a complexidade. Morin (2000) destaca que

[...] a era planetária necessita situar tudo no contexto e no complexo planetário. O conhecimento do mundo como mundo é necessidade ao mesmo tempo intelectual e vital. É o problema universal de todo cidadão do novo milênio: como ter acesso às informações sobre o mundo e como ter a possibilidade de articulá-las e organizá-las? Como perceber e conceber o Contexto, o Global (a relação todo/partes), o Multidimensional, o Complexo? Para articular e organizar os conhecimentos e assim reconhecer e conhecer os problemas do mundo, é necessária a reforma do pensamento. (MORIN,

2000, p. 35)

Ou seja, frente à inadequação de saberes desunidos e compartimentados de um lado e realidades/problemas cada vez mais globais de outro, para que o conhecimento seja pertinente é necessário tornar evidente o contexto, o global, o multidimensional e o complexo (MORIN, 2000).

A condição humana assinala que a educação deve considerar as interações entre os indivíduos na sociedade. Conhecer o humano é não o separar do universo, mas situá-lo no universo, de modo que todo conhecimento deve contextualizar seu objeto, para ser pertinente. Assim, podemos interrogar nossa condição humana questionando, primeiramente, nossa posição no mundo: “‘Quem somos?’ é inseparável de ‘Onde estamos?’, ‘De onde viemos?’, ‘Para onde vamos?’” (MORIN, 2000, p. 47).

A compreensão humana, abrange a necessidade de compreendermos uns aos outros. Para que os cidadãos possam refletir sobre problemas do seu tempo é necessário que compreendam a condição humana no mundo (MORIN, 2000).

O quinto saber trata da importância de enfrentar as incertezas. Destaca a importância de mostrar, em todos os âmbitos, o surgimento do inesperado. Nesse sentido, Morin (2000) ressalta que

Os séculos precedentes sempre acreditaram em um futuro, fosse ele repetitivo ou progressivo. O século XX descobriu a perda do futuro, ou seja, sua imprevisibilidade. Esta tomada de consciência deve ser acompanhada por outra, retroativa e correlativa: a de que a história humana foi e continua a ser uma aventura desconhecida. Grande conquista da inteligência seria poder enfim se libertar da ilusão de prever o destino humano. O futuro permanece aberto e imprevisível. Com certeza, existem determinantes econômicas, sociológicas e outras ao longo da história, mas estas encontram-se em relação instável e incerta com acidentes e imprevistos numerosos, que fazem bifurcar ou desviar seu curso. (MORIN, 2000, p.79-80)

A era planetária – refere-se à globalização. Parafraseando Morin (2000), o mundo é atravessado por redes, fax, celulares, *internet*, mas o progresso da compreensão parece ser menor que o avanço da incompreensão. Por fim, o sétimo saber – antropoética – está ligado à ética e à moral.

[...] *indivíduo/sociedade/espécie* são não apenas inseparáveis, mas co-produtores um do outro. Cada um destes termos é, ao mesmo tempo, meio e fim dos outros. Não se pode absolutizar nenhum deles e fazer de um só o fim supremo da tríade; esta é, em si própria, rotativamente, seu próprio fim. Estes elementos não poderiam, por consequência, ser entendidos como dissociados: qualquer concepção do gênero humano significa

desenvolvimento conjunto das autonomias individuais, das participações comunitárias e do sentimento de pertencer à espécie humana. No seio desta tríade complexa emerge a consciência. (MORIN, 2000, p. 105-106)

A antropológica – a ética propriamente humana – deveria ser considerada como aquela que desenvolve a autonomia pessoal, uma participação social e a participação no gênero humano (indivíduo/sociedade/espécie). Essa seria a base para ensinar a ética. Destarte, vamos situar o diálogo e a integração entre Ciência e Arte no ensino de ciências à luz de perspectivas evidenciadas até aqui.

2.2. Situando o diálogo entre Ciência e Arte no ensino de ciências na perspectiva do pensamento complexo

O ensino de ciências poderia ser repensado a partir das implicações do pensamento complexo, pois a complexidade surge como um paradigma que considera as proposições da realidade. Nesse paradigma, o conhecimento não é fragmentado e compartimentado, o que gera polêmicas no sistema educativo, pois perceber o sistema complexo implica entender que nossa realidade não deve ser simplificada e reduzida a unidades isoladas.

Claro que não devemos conceber a complexidade como receita e resposta que irá substituir a simplificação e esclarecimento, mas sim como um desafio que nos incite a pensar. O oposto também pode acontecer e a complexidade ser entendida como inimiga da ordem, o que seria um equívoco, na medida em que a complexidade é um desafio imposto pela realidade e não há como contorná-la (MORIN, 2010).

O ensino de ciências é multidimensional e se articula com os âmbitos histórico, filosófico e cultural, dentre outros, de diferentes atores envolvidos no processo educativo – quais sejam o aluno, o professor, a comunidade escolar e a sociedade em geral – e suas vivências, experiências e condições singulares. Pensar complexamente o ensino de ciências é considerar essa multidimensionalidade, a qual “[...] implica não conceber as disciplinas, a instituição educativa, os conteúdos, a sala de aula e o planejamento como unidades fechadas e sim como unidades inter-relacionadas” (SHAW, 2010, p. 68). Nessa perspectiva, evidenciamos a integração com a Arte no ensino, especialmente o de ciências, pois

[...] a história o impele a aproximá-las, ou seja, o impele a entender que o saber científico não se comprova apenas nos limites dos laboratórios, mas sim num campo mais amplo de pesquisa, que é o cotidiano da vida social. Os

dados científicos e suas correlações, embora possam ser experimentalmente constatados e comprovados, podem também, se não encontrarem elos significativos com os fatos e com as expressões da sensibilidade humana, submeter-se ao plano teórico, de construtos e abstrações complexas. (RANGEL; ROJAS, 2014, p. 81)

A integração entre Ciência e Arte pode ser entendida como parte do paradigma ecológico, ao qual pertence o pensamento complexo (MORIN, 2005; 2010; 2012; 2015). Aproximar e integrar essas áreas é não apenas compreensível no conjunto de relações que o pensamento complexo propõe, mas uma união que apresenta potencial para a superação de aspectos do pensamento simplificador que marcam o ensino de ciências. Isso porque, para além da discussão artística

A arte tem representado, desde a Pré-História, uma atividade fundamental do ser humano. Atividade que, ao produzir objetos e suscitar certos estados psíquicos no receptor, não esgota absolutamente o seu sentido nessas operações. Estas decorrem de um processo totalizante, que as condiciona: o que nos leva a sondar o ser da arte enquanto modo específico de os homens entrarem em relação com o universo e consigo mesmos. (BOSI, 1986, p. 8)

Isso nos leva a um dos sete pilares propostos por Morin (2000; 2005) para uma educação de que temos necessidade nesse milênio. É a condição humana, elemento essencial no ensino, que está relacionada à compreensão de como homens e mulheres estão inseridos no contexto social, no universo, como interação entre si e como vivem a cultura. Acreditamos que a integração entre Ciência e Arte no ensino tem potencial para despertá-la.

Freitas e Gonçalves (2018, p. 202) discutem a perspectiva da Arte no ensino de ciências, reiterando que favorecer a experiência artística contribui para um processo educativo com emoção e afetividade, envolvendo a dimensão do sensível e colaborando para inserir o ser humano em um mundo com qualidade social “[...] justamente na compreensão sensível das múltiplas questões (social, econômica, política, ambiental, ética etc.) que se afiguram na atual sociedade, em intenso processo de transformação”. Isso poderia romper com ideias de Ciência neutra, descontextualizada, ingênua, que desconsidera a realidade, características já superadas pela Arte (MOLDER; HISSA, 2011).

Sobre isso, refletindo mais profundamente, Morin (2000) acredita que o desenvolvimento científico, principalmente no final do século XX na Cosmologia, Ciências da Terra e Ecologia, trouxe nova luz sobre as condições do ser humano no universo. Quanto a isso,

Na Cosmologia, precisamos estar cientes de que estamos num minúsculo planeta marginal, e que nossa missão não deve ser mais dominá-lo, mas civilizá-lo. Nas Ciências da Terra, precisamos ensinar que estamos num planeta formado por fragmentos provenientes da explosão de estrelas anteriores ao nosso sol, que organizados e auto-organizados geraram a vida. Precisamos revelar que a matéria, que nos constitui, foi gerada na explosão que deu início ao universo, que temos átomos de carbonos em nossos corpos que foram formados em estrelas distantes, através da fusão de núcleos de hélio, e devido ao ciclo dos elementos na natureza, átomos que nos constituem, hoje, podem ter feito parte do corpo de algum dinossauro no passado, ou de alguém da antiguidade. (CALUZI; ROSELLA, 2006, p. 9)

Os avanços científicos geraram questionamentos sobre o papel do ser humano no universo e possibilitaram reflexões sobre a complexidade do humano. Na Literatura e na Poesia, por exemplo, podem ser abordadas as relações humanas com intensidade, permitindo entender que os indivíduos estão sujeitos a sentimentos, emoções e paixões. Associar isso ao ensino de ciências possibilitaria, além da compreensão de conteúdos científicos, também a compreensão da condição do ser humano.

Propondo a integração com a Literatura, Moreira (2002, p. 17) insere a Poesia na sala de aula no ensino de ciências e aponta que “Ciência e poesia pertencem à mesma busca imaginativa humana, embora ligadas a domínios diferentes de conhecimento e valor”. Com objetivo similar, Silva e Silva (2017) relatam sobre a subjetividade, trabalho colaborativo e o despertar de sentimentos em uma abordagem que integra a Poesia na formação inicial de professores de Física.

Tanto a chamada cultura científica quanto a cultura das humanidades contribuem para o entendimento do mundo e dos sujeitos que a ele pertencem, pois “trazemos, dentro de nós, o mundo físico, o mundo químico, o mundo vivo, e, ao mesmo tempo, deles estamos separados por nosso pensamento, nossa consciência, nossa cultura” (MORIN, 2012, p. 37). Do ponto de vista de Morin (2005), as ciências humanas oferecem uma contribuição mais fraca ao estudo de tais condições, justamente porque estão desligadas, fragmentas e compartimentadas. O autor acrescenta que “[...] a religação constitui de agora em diante uma tarefa vital, porque se funda na possibilidade de regenerar a cultura pela religação de duas culturas separadas, a da ciência e a das humanidades” (p. 70).

Sob essa ótica, em toda grande obra – de Literatura, de Cinema, de Poesia, de Música, de Pintura, de Escultura – há um pensamento profundo sobre a condição humana de modo que “[...] as artes levam-nos à dimensão estética da existência e,

conforme o adágio que diz que a natureza imita a obra de arte, elas nos ensinam a ver o mundo esteticamente” (MORIN, 2012, p. 45). Dessa forma, é possível perceber que o elo entre Ciência e Arte pode auxiliar também no processo de conhecimento e vivência da diversidade cultural:

Pensar, indagar, sentir, intuir são condições humanas. O homem é um ser integral, tanto no seu corpo e mente como no desejo, legítimo e natural, de perceber-se em sua integralidade, que não pode, não deve ser “partida”, segmentada, dividida, em suas formas de sentir, agir, expressar-se, revelar-se no mundo. Por isso, não se pode também fragmentar ou romper os laços entre arte e ciência, como criações e expressões do ser humano e ser no mundo. (RANGEL, ROJAS, 2014, p. 74)

Outro pilar no qual repousa a educação está relacionado ao ensino da compreensão humana, no sentido de possuir diversos elementos de explicação, incluindo a empatia.

O outro não apenas é percebido objetivamente, é percebido como outro sujeito com o qual nos identificamos e que identificamos conosco, o ego alter que se torna alter ego. Compreender inclui, necessariamente, um processo de empatia, de identificação e de projeção. Sempre intersubjetiva, a compreensão pede abertura, simpatia e generosidade. (MORIN, 2000, p. 95)

Quando essa compreensão não é abordada no contexto do ensino, cresce o individualismo e o egocentrismo. Guimarães e Silva (2016) destacam que a integração da Arte na formação de professores de Química possibilitou, dentre outros benefícios, a ressignificação da prática pedagógica e o trabalho colaborativo entre futuros professores a partir do poema “Lição sobre a água”, de autoria de António Gedeão.

A complexidade perpassa a conscientização sobre aprender a viver em um universo plural e múltiplo, onde há incertezas e saberes diversos (MORIN, 2000). Concordamos com essa perspectiva, pois entendemos que o diálogo, a complementaridade e organização do pensamento complexo vão ao encontro de possibilidades que emergem da integração entre Ciência e Arte no ensino de ciências que defendemos.

Nossa defesa explicita a necessidade de levar a Ciência e a Arte para todos os níveis de ensino, desde a Educação Infantil até a pós-graduação, incluindo a formação de professores. E, por sua vez, assumir o ensino de ciências na perspectiva do pensamento complexo, sugere abordagens inter e transdisciplinares. Carvalho (2008) afirma que:

A transdisciplinaridade não é método, mas estratégia, caminho errático que atravessa os saberes. Não se trata de um receituário de procedimentos a serem operacionalizados diante de objetos inertes. A palavra assusta, porque mexe com certezas consolidadas e nichos de poder. Na verdade, trata-se de um domínio cognitivo que se localiza além das disciplinas, uma atitude teórico-conceitual-metodológica assemelhada a uma viagem sem porto definido. (CARVALHO, 2008, p. 20)

Abordagens inter e transdisciplinares integrando ensino de ciências e Arte não são triviais. Para nós, são aquelas que consideram as diferentes experiências culturais, não restringindo o contato com a Arte e linguagens artísticas a biografias de artistas, procedimentos técnicos e verticalizados. Devem incluir um olhar ampliado, atento e sensível sobre as pessoas, sobre todas as formas de conhecimento e as complexidades do mundo.

Quando se pensa na transdisciplinaridade no ensino de ciências, pressupõe-se o trânsito interdisciplinar dos sujeitos do conhecimento e o trânsito entre lugares que se põem para além da Ciência (HISSA, 2011). É nessa perspectiva que os diálogos do ensino de ciências com as artes se constroem. Não se reduzem a diálogos entre disciplinas científicas escolares e disciplinas artísticas, uma vez que englobam um conjunto maior de saberes e contextos. Afinal, artes como teatro, literatura, música, pintura, bem como criatividade e cultura, por exemplo, não são disciplinas científicas conforme as referências que estruturam a Ciência moderna.

Além de todos os empecilhos recorrentes de um pensamento simplificador, algumas tentativas de integrar ensino de ciências e artes fazem das músicas, filmes, obras literárias, poemas, peças de teatro, pinturas e outros tipos de obras de artísticas meros instrumentos a serviço do ensino de conteúdos científicos. À vista disso, Ferreira (2012) reconhece que, embora a Arte venha desempenhando um papel importante no ensino de ciências, trata-se de uma parceria ainda marginal. Isso porque suas potencialidades são, na maior parte das vezes, percebidas mais como instrumentos para o ensino do que como ativa participação mútua na construção de relações acerca da natureza e da humanidade.

Utilizar a arte como instrumento para o ensino, reflete-se, por exemplo, nas situações em que o professor procura no poema, na pintura, na letra da música ou no filme, questões científicas que pretende tratar com seus alunos. Ou seja, é no contato com a obra que o debate irá se estabelecer, e ela funcionará como o nexo entre a Ciência do aluno, a Ciência do professor e a Ciência do cientista (FERREIRA, 2012).

Nesses casos, o potencial interdisciplinar nem sempre é atingido, e da transdisciplinaridade passa-se ao longe.

Araújo-Jorge *et al.* (2018) indicam que umas das principais dificuldades na articulação entre Ciência e Arte no ensino está relacionada com respeitar as especificidades de cada campo sem empobrecê-los, evitando generalizações e visões superficiais sobre a Ciência e/ou a Arte. Assim, “[...] se faz necessária uma interação e um diálogo criativo entre os dois campos, recuperando a noção de inserção de ciência e arte como parte da cultura” (ARAUJO-JORGE, 2018, p. 31). Tal interação contribuiria com a necessária regeneração, aqui proporcionada pela religação da cultura científica e da cultura das humanidades, já exposta anteriormente.

Uma das possíveis dificuldades sobre abordagens interdisciplinares entre Ciência e Arte no ensino de ciências, está na própria ideia do que é interdisciplinaridade, políticas educacionais que confundem educação com instrução, falta de materiais didáticos e formação inadequada de professores (CACHAPUZ, 2014). Por meio da perspectiva artística, pode-se ampliar a compreensão de fatos e fenômenos naturais e sociais e o alcance do olhar investigativo da Ciência na formação docente (RANGEL; ROJAS, 2014).

A formação de professores de Ciências, Biologia, Física, Química, seja inicial ou continuada, com reflexos diretos na prática educativa, deve almejar atender as demandas da sociedade e da educação para a contemporaneidade, englobando, além do próprio conteúdo científico específico, a diversidade humana, sexualidade, crenças, artes em geral, entre outras questões. Nisso reside o pilar do conhecimento (MORIN, 2005), que é uma tradução da realidade – ou seja, não fidedigna em sua totalidade – e está sujeita ao erro. Quando argumentamos a favor da integração entre Ciência e Arte propomos

[...] a libertação do ser humano de padrões rígidos, preestabelecidos, de produção do conhecimento, podendo-se notar na arte contemporânea a reconciliação das informações do cotidiano com as informações da ciência. Não reconhecer essa possibilidade equivale a limitar a vida cotidiana à vida do laboratório, ou só reconhecer o valor do conhecimento cotidiano se comprovado pelo conhecimento científico. (RANGEL, ROJAS 2014, p. 82)

Segundo Ferreira (2010), conciliar ensino de ciências e artes é necessário, visto ser imprescindível buscar novos rumos na educação e na formação profissional,

a partir de instrumentos teóricos e estratégias pedagógicas que facilitem e potencializem o aprendizado de ciências:

Nossa proposta de conciliar a arte com o ensino de ciências, portanto, enquadra-se nessa perspectiva de criar estratégias pedagógicas que mobilizem pelo prazer, pela emoção e que valorizem a imaginação, a intuição e a criatividade. Que criem mecanismos de conexão dos alunos com o seu próprio desejo, fazendo-os perceber que tanto o trabalho artístico quanto o científico são formas de expressar a criatividade, de inventar novas possibilidades, de ampliar a percepção da realidade e de conceber novas leituras do mundo. (FERREIRA, 2010, p. 277)

Isso vai ao encontro da ideia de que na construção de saberes, a associação entre Ciência e Arte “[...] é o mesmo que associar razão e emoção, objetividade e sensibilidade, lógica, intuição e criação” e assim “[...] superam-se fragmentações e rupturas, para que se possa compreender, de modo mais abrangente, o mundo e as relações dos homens entre si e com a natureza” (RANGEL; ROJAS, 2014, p. 74-75). Em um paradigma simplificador esse ponto de vista não é encontrado uma vez que supõe a separação entre corpo e mente, razão e emoção. É importante reconhecer o quanto as emoções são relevantes nos processos racionais, pois,

Com efeito, os sentimentos parecem depender de um delicado sistema com múltiplos componentes que é indissociável da regulação biológica; e a razão parece, na verdade, depender de sistemas cerebrais específicos, alguns dos quais processam sentimentos. Assim, pode existir um elo de ligação, em termos anatômicos e funcionais, entre razão e sentimentos e entre esses e o corpo. (DAMÁSIO, 1996, p. 246)

Compreendendo suas implicações no ensino de ciências, torna-se necessário um trajeto para as elaborações intelectuais que tenham ponto de partida nos sentimentos, emoções e reconheçam a formação para a sensibilidade como algo essencial atualmente. Assim, aperfeiçoa-se o processo de construção do conhecimento e ampliam-se as contribuições à vida e à vivência (RANGEL; ROJAS, 2014). Para nós, praticar o ensino de ciências longe dessa realidade é negligenciar as possibilidades dialógicas dos saberes que atravessam a escola e a própria Ciência.

O conhecimento simplificador valoriza o universal, mas é na valorização da diversidade e das singularidades, na comunicação entre os saberes que Ciência e Arte possibilitam soluções inovadoras. É importante ter em mente que

Não basta estreitar os vãos tão imensos e aprofundados entre as disciplinas na experiência da nossa aprendizagem, mas é preciso transformar os

princípios gerativos dessa cisão, o que implica utilizar um repertório de estratégias novas de pensamento. (MARTON, 2005, p.121)

Nesse ponto repousa mais um dos pilares de uma educação para a complexidade, o conhecimento pertinente, que é aquele que “[...] tenta situar as informações num contexto global e, se possível, num contexto geográfico, histórico” pois “[...] o ensino realizado por meio de disciplinas fechadas nelas mesmas atrofia a atitude natural do espírito para situar e contextualizar” (MORIN, 2005, p. 87). Acreditamos que a aproximação com a Arte é uma das maneiras de situar a Ciência de modo menos fragmentado, permitindo que os estudantes tenham uma visão mais completa do conhecimento científico colocando-o em um contexto mais amplo do que os possibilitados pelas barreiras disciplinares.

Outro pilar se refere ao enfrentamento das incertezas. De acordo com Morin (2005, p. 96), “[...] permanece, porém, a ideia de que só as certezas devem ser ensinadas. No mundo mecanicista de hoje, o determinismo foi abalado e a ciência moderna tem de negociar com o incerto”. Nessa perspectiva, torna-se importante que o ensino de ciências se volte para as incertezas relacionadas ao conhecimento.

Se for preciso que o princípio da incerteza racional contamine a todos, que isso seja feito e assumido sem maiores delongas. A sociedade tem que desobedecer ao paradigma do ocidente, disjuntor do sujeito e do objeto, para que o pensamento selvagem, imaginal, próximo da intuição sensível, assumam seu devido lugar. Não se trata de denegar a força da razão, mas introjetar que a via racional não é a única forma de acessar o real por meio de teorias, conceitos, proposições. O imaginário contido nos mitos, na literatura, na música, no cinema são exemplos disso. Se real-imaginário é totalidade indivisível, precisamos aprender a religar a parte e o todo, o texto e contexto, o global e local, o universal e o planetário, para que os paradoxos gerados pelo globalismo tecnoeconômico não sejam assumidos como redutos de certeza. Passar a entendê-los como incompletos, inconsistentes e indecíveis é um começo para a almejada “mudança de paradigma. (CARVALHO, 2008, p. 21)

Nesse sentido, compreendemos que o ensino de ciências, multifocalizado e multidimensional, ao integrar-se à Arte possibilita abordagens inter e transdisciplinares, de cooperação, valorização das incertezas, troca e autonomia dos indivíduos.

Entendemos que podem surgir conflitos, principalmente quanto à organização curricular no ensino de ciências, geralmente pautada em conteúdos conceituais organizados linearmente. Seria importante discutir caminhos para repensar o currículo escolar a partir da articulação entre Ciência, Arte e Cultura,

propondo diálogos que sinalizem limitações e potencialidades, tendo em vista propósitos educacionais alicerçados por uma formação mais humana e crítica (ROSA; COSTA; GOMES, 2021).

É significativo e importante inserir a Arte no ensino de ciências enquanto estratégia, como vimos em exemplos apresentados anteriormente. Mas considerar esses diálogos desde a construção do currículo seria mais abrangente, possibilitando propostas e objetivos mais amplos. Concordamos com Rosa, Costa e Gomes (2021) que considerar as complexidades do mundo e da Ciência no ensino, contemplando-se toda a complexidade desde a organização curricular que dará base para as ações educativas, seria mais interessante.

Em decorrência de nosso plano de abordagem, bem como das considerações teóricas apresentadas, torna-se necessário detalhar, a seguir, os procedimentos metodológicos desta pesquisa.

CAPÍTULO 3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo, apresentamos uma caracterização geral da pesquisa e discorremos sobre investigações do tipo estado da arte. Em seguida, apresentamos as etapas dos procedimentos adotados nesse estudo.

3.1 Caracterização geral da pesquisa

Desde a década de 1970, pesquisas em Ensino em Ciências vêm se desenvolvendo consideravelmente no Brasil, impulsionadas pelo crescimento da pós-graduação. Esse desenvolvimento resulta em uma produção acadêmica sobre a qual precisamos refletir, principalmente sobre as publicações relacionadas à educação e à formação de pessoas em espaços escolares e não escolares (ROMANOWSKI; ENS, 2006).

Com esse avanço, torna-se importante olhar para o que vem sendo produzido, até mesmo para avaliar e repensar os rumos que devem ser tomados. Tal perspectiva faz surgir novos questionamentos sobre a produção analisada, tais como “quais são os temas mais focalizados? Como estes têm sido abordados? Quais as abordagens metodológicas empregadas? Quais contribuições e pertinência destas publicações para a área?” (ROMANOWSKI; ENS, 2006, p. 38).

Embora a evolução quantitativa das pesquisas seja relevante, não apenas isso deve ser avaliado num determinado intervalo de tempo. Teixeira e Megid-Neto (2006) destacam que o crescimento quantitativo não pode ser considerado isoladamente como critério de avanço, em qualquer que seja o campo, é importante que a preocupação com a qualidade acompanhe a análise contábil. Para tanto, recorre-se às pesquisas denominadas estado da arte, as quais têm como desafio mapear e discutir determinada produção acadêmica, com o intuito de responder que aspectos estão sendo destacados e privilegiados (FERREIRA, 2002).

Pesquisas de estado da arte vão além do caráter bibliográfico. Metodologicamente, apresentam caráter inventariante e descritivo da produção sobre o tema investigado, segundo aspectos que se caracterizam em cada trabalho e no conjunto deles (FERREIRA, 2002). Também é importante frisar que estas pesquisas possibilitam “contribuir com a organização e análise na definição de um campo, uma

área, além de indicar possíveis contribuições da pesquisa para com as rupturas sociais” (ROMANOWSKI; ENS, 2006, p. 39).

Tomando como referência o Brasil, citamos alguns exemplos de pesquisas do tipo estado da arte na área de Ensino de Ciências, Ensino de Biologia, Ensino de Física e Ensino de Química: *Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de ciências no nível fundamental* (MEGID-NETO, 1999); *Pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil [1972-2004]: um estudo baseado em dissertações e teses* (TEIXEIRA, 2008); *Perfil, evolução e perspectivas da Pesquisa em Ensino de Física no Brasil* (SALEM, 2012); *A pesquisa em ensino de química na Universidade de São Paulo: estudo das dissertações e teses (2006-2009) sob a perspectiva fleckiana* (MILARÉ, 2013); *Inovações pedagógicas no ensino de ciências dos anos iniciais: um estudo a partir de pesquisas acadêmicas brasileiras (1972-2012)* (FERNANDES, 2015).

O que move esses pesquisadores é a sensação de “[...] não conhecimento acerca da totalidade de estudos e pesquisas em determinada área de conhecimento que apresenta crescimento tanto quantitativo quanto qualitativo” (FERREIRA, 2002, p. 258-259). Movidos pelo desafio de conhecer o já produzido, os pesquisadores inventariam dados de publicações em periódicos, trabalhos em anais de eventos científicos, e pesquisas materializadas em dissertações e teses, utilizando-se de catálogos de faculdades, institutos, universidades, associações nacionais e órgãos de fomento da pesquisa como fontes básicas de referência (FERREIRA, 2002).

A consulta aos periódicos e atas/anais de eventos científicos pode ser realizada em bibliotecas de instituições de ensino superior ou em versões disponíveis *online*. No que tange aos estudos de estado da arte baseados em teses e dissertações, problemas com a obtenção do texto integral costumam ocorrer com relativa frequência, pois muitas vezes as versões eletrônicas não se encontram disponíveis ou demoram de um a dois anos para serem disponibilizados nas bibliotecas (RINK, 2014).

A busca por publicações realizadas em catálogos apresenta dois momentos distintos. No primeiro, o pesquisador identifica e quantifica os dados bibliográficos, mapeando a produção em um determinado período, local e área do conhecimento. Em seguida, busca tendências, aproximações e diferenças entre trabalhos inventariando a produção. Enquanto no primeiro momento procura-se responder perguntas do tipo “quando”, “quanto”, “onde” e “quem”, no segundo o

pesquisador deve procurar responder às questões que se referem a “o quê” e “o como” dos estudos (FERREIRA, 2002). Tais momentos refletiram-se nos descritores definidos para esse estudo – base institucional e base temática – conforme veremos posteriormente.

Destacadas as características de pesquisas do tipo estado da arte, reforçamos que a realização de uma investigação de caráter inventariante, mapeando estudos que integram Ciência e Arte no ensino de ciências, permitirá delinear conquistas alcançadas, assim como lacunas. Nesse sentido reside o valor da pesquisa, colaborando para a divulgação e reflexão acerca dos conhecimentos produzidos por essas produções ao longo do tempo.

A partir da investigação de dissertações e teses analisadas à luz de fundamentação teórica adequada, compreendemos a pesquisa de estado da arte que propomos como qualitativa, de acordo com as características apontadas por Bogdan e Biklen (1994) e Lüdke e André (2018). Em uma pesquisa qualitativa:

Os fatos, os dados não se revelam gratuita e diretamente aos olhos do pesquisador. Nem este os enfrenta desarmado de todos os seus princípios e pressuposições. Ao contrário, é a partir da interrogação que ele faz aos dados, baseada em tudo o que ele conhece do assunto - portanto, em toda a teoria disponível a respeito. (LÜDKE; ANDRÉ, 2018, p. 5)

Apresentadas as características gerais da pesquisa, passamos ao detalhamento das etapas adotadas para o desenvolvimento deste estudo, bem como os descritores que serão considerados para análise.

3.2 Etapas da pesquisa

Etapa 1 – Busca, seleção e identificação das dissertações e teses.

A localização das dissertações e teses que fazem parte deste estudo foi realizada a partir de consulta ao Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao catálogo do Centro de Documentação em Ensino de Ciências (CEDOC) da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas.

O CEDOC reúne dissertações e teses defendidas no Brasil, desde 1972, sobre Ensino na Área de Ciências da Natureza. O Catálogo da CAPES, por sua vez,

reúne registros desde 1987 e possui como referência a Portaria nº 13/2006¹⁵ que estabeleceu a divulgação, por meio digital, de teses e dissertações produzidas pelos programas de doutorado e mestrado reconhecidos.

Realizamos o levantamento bibliográfico considerando o período de 2000 a 2019, com o intuito de verificar, sistematizar e discutir características gerais de trabalhos que se inserem na temática “Ciência e Arte” no ensino de ciências. Consideramos o marco inicial do período de busca como o ano 2000, quando foi criada, oficialmente, a área de Ensino de Ciências e Matemática pela CAPES.

O procedimento de busca foi finalizado em meados do mês de março de 2021 e, entendendo que os dados relativos ao ano de 2020 ainda não constavam em sua totalidade no Catálogo da CAPES à época, decidimos considerar o ano anterior como marco final. Assim, determinamos a busca até 2019 em virtude do momento no qual o levantamento foi realizado.

No Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES é possível refinar as buscas com o uso de filtros, de forma a evitar que trabalhos de áreas que apresentam abordagens distantes do Ensino de Ciências fossem trazidos no levantamento. Os seguintes filtros guiaram nossa busca: a) “Grande Área do Conhecimento”, definimos como sendo a “Multidisciplinar”; b) “Área do Conhecimento”, consideramos “Ensino de Ciências e Matemática”. Além disso, procuramos identificar no título e/ou resumo e/ou palavras-chaves os termos “arte”, “ciência e arte”, “cinema”, “dança”, “fotografia”, “literatura”, “música”, “pintura”, “poesia” e “teatro”.

A definição dos termos utilizados na busca foi uma escolha, e entendemos que há outras possíveis, de forma que é possível que existam estudos relacionados ao tema de interesse que não foram considerados. Alguns estudos retornaram na busca de dois ou mais dos termos supracitados, mas foram considerados apenas uma vez. De toda forma, em um primeiro momento, todos os títulos, resumos e palavras-chaves dessas referências foram lidos.

A partir disso, selecionamos pesquisas que tratavam da temática dessa investigação, incluindo apenas estudos que apresentavam alguma relação sobre ensino de ciências com a Arte ou com os tipos de artes relacionadas aos termos de

¹⁵ Disponível em: http://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/Portaria_013_2006.pdf. Acesso em: 12 fev. 2020.

busca. Foram excluídos aqueles que, após leitura do título, resumo e palavras-chave não declaravam implícita nem explicitamente relação com a temática, embora estivessem no resultado da busca, como por exemplo: “a arte de ensinar [...]” ou “o estado da arte das pesquisas [...]”. Enfatizamos que não consideramos trabalhos relacionados, exclusivamente, à Educação Matemática, Educação Ambiental ou Educação em Saúde, pois entendemos que essas áreas têm identidade própria que ultrapassam e/ou divergem os/dos interesses da nossa pesquisa.

Ao optar por determinados critérios de busca em detrimento de outros, certamente, deixamos de incluir estudos relacionados com a temática, mas que não explicitaram no título ou resumo tais aproximações, ou aqueles defendidos em Programas de Pós-Graduação em Educação. Ao mesmo tempo, acreditamos que os trabalhos locados na Grande Área Multidisciplinar e Área do Conhecimento de Ensino de Ciências e Matemática da CAPES constituem um universo de estudo representativo e abrangente, de forma a contemplar os objetivos dessa pesquisa.

Na pesquisa realizada no CEDOC, cujo acervo *online* disponibiliza estudos que abrangem o intervalo de 1972 a 2011, utilizamos critérios semelhantes aos utilizados no Catálogo da CAPES, tais como os termos de busca e o pertencimento à Área de Avaliação de Ensino e Área Básica de Ensino de Ciências e Matemática. Como o acervo *online* do CEDOC não abrange, na íntegra, nosso recorte temporal (2000-2019), um dos professores responsáveis pelo Centro gentilmente cedeu arquivos contendo dados, de 2011 a 2019, de dissertações e teses sobre Ensino de Ciências que ainda não estão disponíveis *online*. Ao final das buscas, consideramos como *corpus* de análise dessa pesquisa 158 referências de dissertações e teses.

Etapas 2 – Descritores considerados na classificação dos documentos

Estabelecemos dois macrodescritores, definidos a partir de pesquisas do tipo estado da arte presentes na literatura nacional (MEGID-NETO, 1999; TEIXEIRA, 2008; RINK, 2014) e das especificidades da temática “Ciência e Arte” no ensino de ciências. São eles: Descritores de base institucional e Descritores de base temática Ciência e Arte.

Descritores de base institucional

Esse grupo é composto por descritores utilizados para identificar aspectos institucionais das dissertações e teses, sendo eles:

Título: Título do estudo.

Autor(a): nome e sobrenome do(a) autor(a) do estudo.

Orientador(a): nome e sobrenome do(a) orientador(a) do estudo.

Ano da defesa: ano de defesa do estudo

Grau de titulação acadêmica: Mestrado, Mestrado Profissional ou Doutorado. Não consideramos o Doutorado Profissional, pois essa modalidade é bastante recente – disposta na Portaria MEC nº 389, de 23 de março de 2017 – e, segundo dados da Plataforma Sucupira, há atualmente apenas 3 programas em funcionamento, iniciados em 2019. Dessa forma, não há teses defendidas até o momento.

Formação inicial do(a) autor(a): formação inicial do(a) autor(a) do estudo segundo informação coletada no Currículo *Lattes*.

Instituição de Ensino Superior: Instituição de Ensino Superior onde a dissertação ou tese foi defendida.

Natureza da Instituição: federal, estadual ou particular.

Região geográfica: região geográfica brasileira em que o programa de pós-graduação está localizado (Centro-Oeste, Nordeste, Norte, Sudeste, Sul).

Descritores da base temática Ciência e Arte

Os descritores pertencentes a esse grupo estão relacionados a aspectos da temática Ciência e Arte no ensino de ciências. São eles: Foco Temático, Nível Escolar, Área de Conteúdo Científico, Tipo de Arte, e Interação entre Ciência e Arte.

Foco temático

Definimos os indicadores de foco temático *a priori*, utilizando como base as linhas temáticas do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), realizado em 2019. Consideramos o ENPEC, encontro bienal promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), como o evento nacional mais importante da área de Educação em Ciências. Inicialmente,

seu conjunto de linhas temáticas seria um parâmetro adequado para a classificação que desejamos.

As linhas temáticas do XII ENPEC foram: i) Ensino e aprendizagem de conceitos e processos científicos; ii) Formação de Professores; iii) História, Filosofia e Sociologia da Ciência; iv) Educação em espaços não-formais e divulgação científica; v) Educação Ambiental; vi) Educação em Saúde; vii) Linguagens e Discurso; viii) Alfabetização científica e tecnológica, abordagens CTS/CTSA; ix) Currículos; x) Diferença, multiculturalismo, interculturalidade; xi) Processos, recursos e materiais educativos; xii) Políticas educacionais; xiii) Questões teóricas e metodológicas da pesquisa. A partir delas, adaptamos um conjunto de focos temáticos para nosso estudo.

De acordo com Salem (2012), “[...] linhas, enfoques, campos, áreas, focos ou categorias temáticas vêm sendo criados ou utilizados ao longo dos anos tendo em vista identificar e analisar as principais tendências da pesquisa em nossa área” (p. 131). A autora também chama atenção para essas diferentes denominações, que são usadas sem distinção e sem definições, pois, por exemplo, ‘foco temático’ ou ‘área temática’, seriam dados pelos próprios termos, sem maiores explicações.

As adaptações realizadas caminharam no sentido de desconsiderar focos temáticos que fogem do objetivo dessa pesquisa – como Educação Ambiental e Educação em Saúde, por exemplo – e levar em consideração focos revelados em trabalhos sobre ensino de ciências e artes abordados anteriormente nos Capítulos 1 e 2. No Quadro 1, sistematizamos os focos temáticos.

Quadro 1 - Focos temáticos.

Foco temático	Descrição
Abordagens CTS	Relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente no ensino de ciências. Abordagens STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) ou STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática).
Arte como Recurso no Ensino e Aprendizagem/Alfabetização em Ciências	Estudos relacionados a atividades, unidades ou sequências didáticas que integrem ensino de ciências e Arte. Estudos sobre artes enquanto recursos didáticos. Estudos relacionados ao ensino e/ou aprendizagem de conceitos científicos promovendo diálogos entre Ciências e Arte. Aspectos cognitivos, sociais, culturais e afetivos envolvidos no ensino e na aprendizagem de conceitos científicos com artes.
Educação em Espaços não-formais, Divulgação Científica	Investigações relacionadas à divulgação científica. Educação em museus, centros, feiras, exposições e outros espaços não formais de Educação em Ciências.
Formação de Professores	Investigações relacionadas às artes na formação inicial e/ou continuada de professores. Modelos e práticas de formação de professores. Desenvolvimento profissional.
História e Filosofia da Ciência	Investigações relacionadas à História, Filosofia e/ou Sociologia da Ciência e da Tecnologia a partir de diálogos com artes. Epistemologia e natureza da Ciência e da Tecnologia.
Outros	Investigações que discutem outras perspectivas dentro da temática Ciência e Arte.

Fonte: A autora (2021).

Nível escolar

Os indicadores de nível escolar têm como parâmetro o sistema educacional brasileiro. De acordo com a Lei nº 12.796 de 2013, que altera a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) – Lei n.º 9.394 de 1996 – a educação obrigatória é organizada em Pré-Escola, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Apesar de não

serem obrigatórias, existem, também, a educação para crianças de zero a três anos e a Educação Superior. Dessa maneira, os indicadores de Nível escolar são:

- Educação Infantil (de zero a três anos e pré-escola)
- Ensino Fundamental
- Ensino Médio
- Educação Superior
- Outros – quando não envolverem, especificamente, os níveis anteriores, por exemplo, Educação de Jovens e Adultos (EJA), professores e estudantes de forma geral sem especificar níveis.
- Não se aplica – quando se tratar de processos não-escolarizados ou não-formais de ensino.

Conteúdo científico

Para esse descritor, tomamos como referência a área das Ciências da Natureza, que inclui conhecimentos de Física, Química, Biologia, Astronomia e Geociências, além de suas interações e desdobramentos. Considerando as disciplinas curriculares escolares obrigatórias que abrangem Ciências da Natureza, os indicadores definidos para esse descritor são:

- Biologia
- Física
- Química
- Geral – quando há conteúdos de Ciências de forma geral, sem especificar alguma subárea.
- Outro – quando há especificação dos conteúdos, mas esses não se enquadram, especificamente, em Biologia, Física ou Química.

Tipo de Arte

Conforme vimos no Capítulo 1, não podemos responder de modo único o que é Arte, pois seu entendimento é plural. Mas é fato que a Arte se expressa através de distintas manifestações artísticas, que aqui optamos por chamar de “tipos de arte”.

Não há na literatura uma classificação exata que estabeleça quantos e quais tipos de arte compõem essa área do conhecimento. Entretanto, ao longo do

tempo, alguns estudiosos propuseram classificações para as expressões artísticas. Hegel, por exemplo, propôs uma classificação das artes em três formas – simbólica, clássica e romântica – e enumerou, de modo hierarquizante, seis expressões artísticas: arquitetura, escultura, pintura, música, dança e poesia (COVALESKI, 2012). Nesse exercício de compreender o que essas classificações consideram, criamos o conjunto de tipos de arte que consideraremos nesse descritor do nosso estudo. De acordo com Salles (1998), a questão de não existir criação sem tradição é discutida por críticos e criadores:

Uma obra não pode viver séculos futuros se não se nutriu dos séculos passados. Nenhum artista, de nenhuma arte, tem seu significado completo sozinho. Assim como o projeto individual de cada artista insere-se na tradição, é, também, dependente do momento de uma obra no percurso da criação daquele artista específico: uma obra em relação a todas as outras já por ele feitas e aquelas por fazer. (SALLES, 1998, p. 42-43)

Nessa perspectiva, cada nova arte se cria a partir de características ou traços de expressões anteriores. Foi assim com o cinema, por exemplo. No início do século XX, Ricciotto Canudo publicou o “Manifesto das Sete Artes”, no qual utilizou a expressão “sétima arte” para se referir ao recém-surgido cinema. A obra cinematográfica “[...] era constituída por elementos das outras expressões, como o som, da música; o movimento, da dança; a cor, da pintura; o volume, da escultura; o cenário, da arquitetura; a representação, do teatro; a palavra, da poesia” (COVALESKI, 2012, p. 93).

E, por serem expressões humanas, as manifestações artísticas se refazem e continuamente revelam as diferentes formas com as quais as pessoas sentem e concebem a realidade (CAUQUELIN, 2005). Diante disso, e procurando abranger as diversas manifestações artísticas que temos referência, definimos como Tipos de Arte:

- Cinema
- Dança
- Escultura
- Fotografia
- Histórias em Quadrinhos (HQ)
- Literatura
- Música
- Pintura

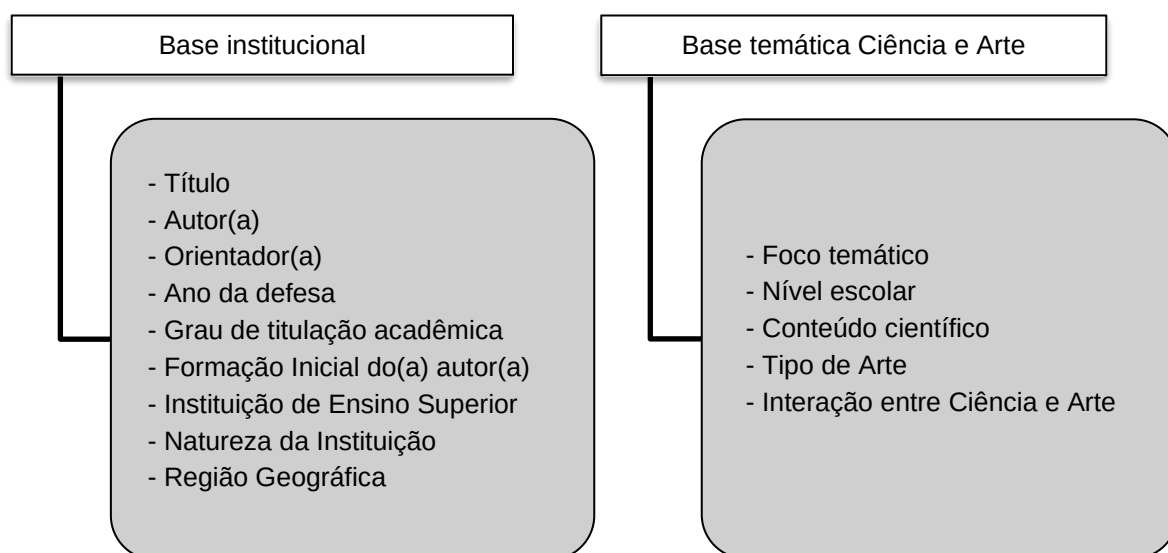
- Teatro
- Geral – quando a arte é tratada de forma geral, sem especificar um tipo.
- Outro – quando são tratados tipos de arte que não se enquadram, especificamente, nos citados anteriormente.

Interação entre Ciência e Arte

Este descritor se reserva a identificar se existem e como se caracterizam as interações e integrações entre Ciência e Arte no ensino de ciência nos estudos encontrados. No Tópico 4.2.5 são apresentados detalhes sobre as categorias que compõem esse descritor.

A análise será baseada em pressupostos da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Na Figura 2 apresentamos uma síntese dos macrodescritores e os respectivos descritores utilizados.

Figura 2 - Síntese dos descritores da Base Institucional e da Base Temática Ensino de Ciências e Arte.



Fonte: A autora (2021).

Etapa 3 – Classificação dos trabalhos

A classificação dos trabalhos foi realizada a partir da leitura dos títulos, resumo e dos textos na íntegra. Foram classificados considerando os descritores de

base institucional e os descritores de base temática Ciência e Arte apresentados na Etapa 2.

Etapa 4 – Organização e sistematização

Os dados foram organizados e sistematizados em planilhas, tabelas e gráficos do *Excel*. Foram atribuídos códigos com o intuito de facilitar a identificação dos trabalhos (T1, T2, T3, ..., TN) onde “N” é o número total de trabalhos que compõem o *corpus* da análise).

Etapa 5 – Análise dos dados

Esta etapa, correspondente à análise dos dados, buscou inspiração em pressupostos da análise de conteúdo de Bardin (2011). De acordo com a autora, a análise de conteúdo pode ser entendida como um método de tratamento de informações presentes em mensagens. É um conjunto de análise das comunicações por meio de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo dessas mensagens.

Essa análise se insere no âmbito da pesquisa qualitativa, uma vez que trabalhamos com as mensagens dos documentos – dissertações e teses – ou seja, com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes (MINAYO, 1994) e com o conteúdo expresso nessas mensagens.

Neste tratamento, é realizada a análise das informações colhidas em três fases cronologicamente: i) pré-análise; ii) exploração do material; e, iii) tratamento dos dados obtidos e interpretação. A primeira fase compreende o planejamento e organização do material, na qual é realizada a leitura flutuante e escolha dos documentos. Na fase posterior há o desenvolvimento sistemático do planejamento inicial, é a análise propriamente dita. E, por fim, os dados brutos são tratados de modo a tornarem-se significativos (BARDIN, 2011).

Nessa perspectiva, após a organização e sistematização dos dados, identificamos nas dissertações e teses os descritores indicadores da base institucional e assim realizamos inferências e interpretações sobre esses. Posteriormente, após a leitura e exploração do *corpus* de análise, identificamos no conteúdo dos trabalhos os indicadores – definidos *a priori* – relacionados aos descritores da análise da base

temática – Foco temático, Nível escolar, Conteúdo Científico e Tipo de Arte. Por fim, realizamos a análise temática (categorial) do descritor Interação entre Ciência e Arte, que consistiu em identificar os núcleos de sentido no conteúdo e posterior inferência/deduções com o intuito de identificar questões relevantes nele contidas.

Os núcleos de sentido, ou temas, apresentavam-se dispersos nos objetivos dos estudos, questões de pesquisa, procedimentos adotados e em trechos que revelavam os caminhos seguidos e resultados. Desse modo, identificamos os temas através das ideias expressas nas mensagens e os separamos em categorias temáticas, agrupando concepções essencialmente semelhantes.

Descrito o percurso metodológico seguido na pesquisa, apresentamos no Capítulo 4 os resultados da análise da Base Institucional e, posteriormente, no Capítulo 5, os resultados da Base temática Ciência e Arte.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES DOS DESCRITORES DE BASE INSTITUCIONAL

Esta pesquisa se propôs a analisar como a temática Ciência e Arte é abordada em dissertações e teses da área de Ensino de Ciências. No Apêndice 1, apresentamos uma lista completa dos 158 estudos, contendo o código atribuído para a identificação, o respectivo ano de defesa, grau de titulação acadêmica, título, autor(a) e instituição de ensino superior na qual foi defendido. Dessas referências, tivemos acesso a 148 estudos na íntegra¹⁶.

A seguir, apresentamos o panorama de base institucional em que consideramos o total de 158 estudos, visto ser possível obter informações sobre os descritores analisados sem, necessariamente, ter acesso ao trabalho completo. No panorama da base temática Ciência e Arte, que será apresentado no Capítulo 5, o *corpus* de análise é constituído pelos 148 estudos obtidos integralmente.

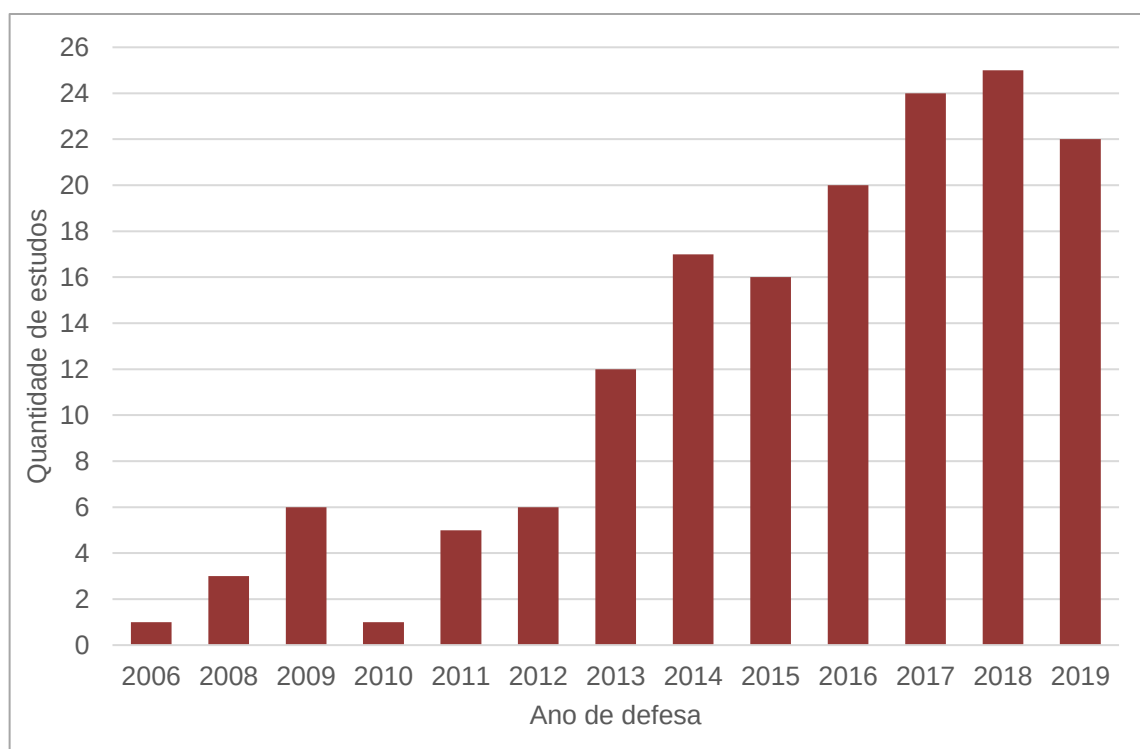
Panorama da Base Institucional

Com o intuito de mapear aspectos gerais de dissertações e teses analisamos os descritores de base institucional ano da defesa, grau de titulação acadêmica, instituição de ensino superior, região geográfica, orientador(a) e formação inicial dos autores(as), já detalhados no capítulo anterior.

Com relação ao **ano de defesa**, o primeiro trabalho encontrado data de 2006, e a evolução temporal da produção, a partir da primeira defesa, pode ser observada na Figura 3.

¹⁶ Não tivemos acesso aos seguintes trabalhos completos: T1, T5, T6, T8, T37, T56, T65, T102, T110, T111.

Figura 3 - Distribuição das 158 dissertações e teses por ano de defesa.

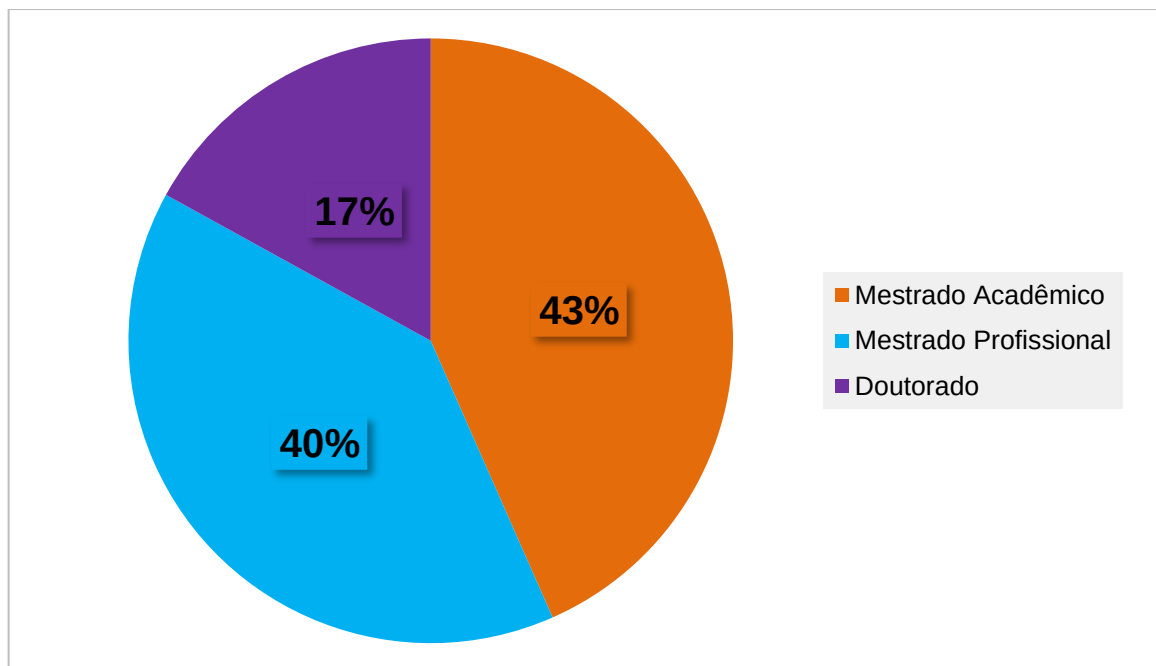


Fonte: A autora (2021).

Reiteramos que o marco inicial considerado na pesquisa foi o ano 2000, contudo, entre este e 2005 nenhuma dissertação ou tese foi encontrada, considerando-se as palavras-chave e os filtros adotados. Isso não nos permite afirmar que não há produções anteriores, por exemplo, em programas de pós-graduação em Educação, especialmente nos que contam com linhas de pesquisa relacionadas ao Ensino de Ciências.

Com relação ao **grau de titulação acadêmica**, há predomínio de dissertações oriundas de mestrado acadêmico (68 estudos), que correspondem a 43% da produção. As dissertações de mestrado profissional representam 40% (63 estudos), e o menor percentual é composto por teses de doutorado (27 estudos), 17%, como ilustra a Figura 4.

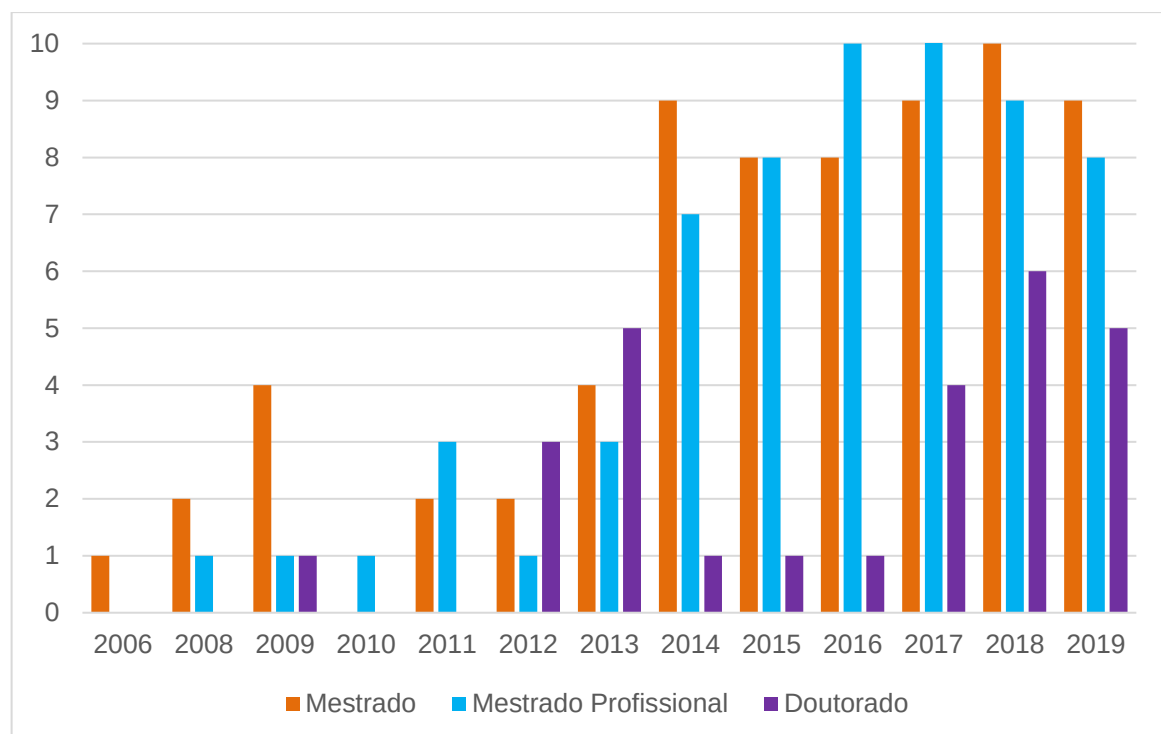
Figura 4 - Percentual da distribuição dos estudos entre mestrado acadêmico, mestrado profissional e doutorado.



Fonte: A autora (2021).

As dissertações de mestrado, acadêmico e profissional, representam 83% da produção, e as teses 17%. Uma possível explicação para a diferença numérica, e que poderia justificá-la parcialmente, se deve à duração de cada curso, já que o tempo entre o ingresso no mestrado e a defesa da dissertação é, geralmente, inferior ao tempo entre o ingresso no doutorado e a defesa da tese. De forma mais detalhada, na Figura 5 apresentamos a distribuição, ano a ano, quanto ao grau de titulação acadêmica.

Figura 5 - Distribuição de dissertações de mestrado acadêmico, de mestrado profissional e teses de doutorado, por ano de defesa.

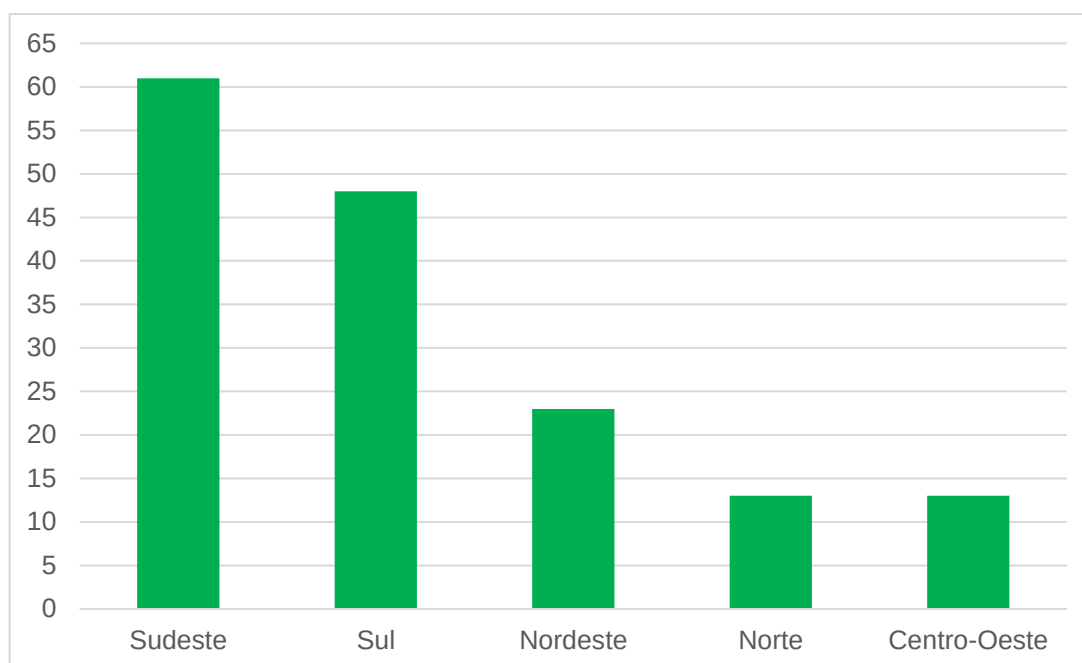


Fonte: A autora (2021).

Com relação à **distribuição geográfica**, identificamos estudos em todas as cinco regiões, com maior concentração no eixo Sudeste-Sul. A região Sudeste se destaca quantitativamente com 39% da produção (61 estudos), seguida pela região Sul com 30% (48), Nordeste 15% (23), Norte 8% (13), e região Centro-Oeste 8% (13). Vejamos a distribuição¹⁷ na Figura 6.

¹⁷ Ressaltamos que esses dados consideram o total de 158 referências de trabalhos encontradas, mas que na análise da Base Temática (Capítulo 5) apenas os 148 obtidos na íntegra serão analisados.

Figura 6 - Distribuição das dissertações e teses por região geográfica brasileira.



Fonte: A autora (2021).

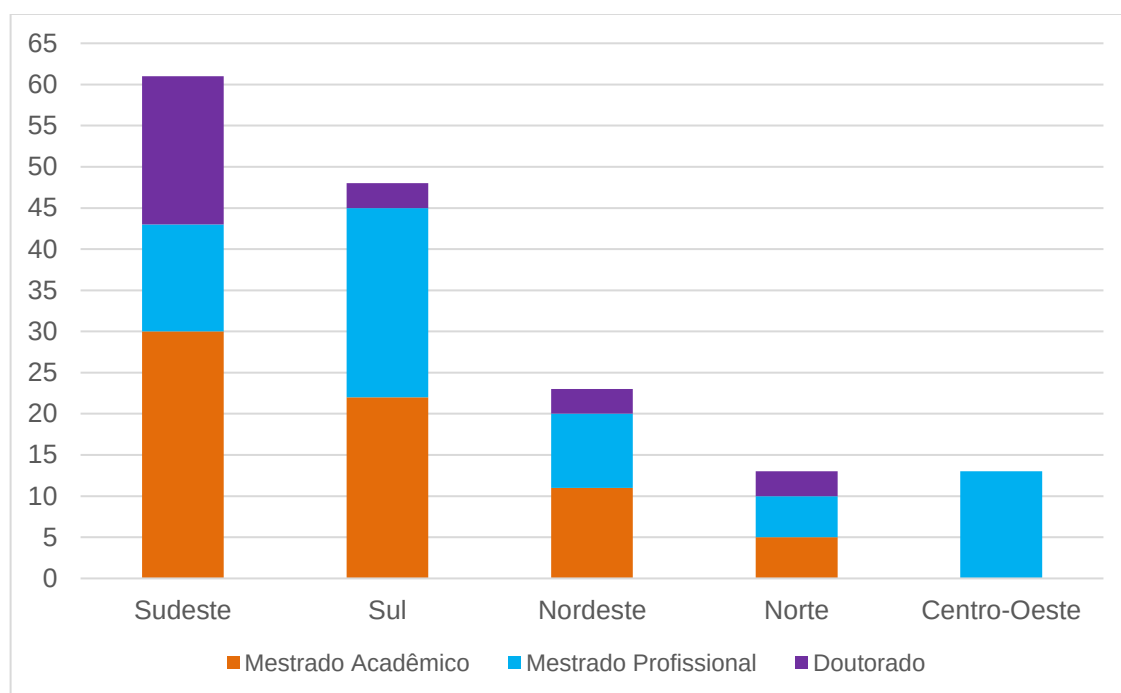
A disparidade entre as regiões pode estar relacionada com a concentração de programas de pós-graduação na Área de Ensino de Ciências nas regiões Sul e Sudeste. Em consulta realizada na Plataforma Sucupira da CAPES, verificamos que existem 112 programas¹⁸ de pós-graduação – incluindo as modalidades acadêmico e profissional – na Área de Avaliação “Ensino” e Área Básica “Ensino de Ciências e Matemática”. Destes, 11 constavam como desativados, 2 em processo de desativação; 3 em fase de projeto; e 96 em funcionamento na data em que a consulta à Plataforma foi realizada. Desses últimos, 28 pertencem à região Sudeste, 28 à Sul, 16 à Nordeste, 13 à Centro-Oeste, e 11 à região Norte. Sendo assim, a distribuição dos estudos identificados nessa pesquisa é razoavelmente proporcional à distribuição de programas de pós-graduação da Área por região geográfica.

Considerando a quantidade de estudos de mestrado profissional, mestrado acadêmico e doutorado que compõem nosso *corpus* de análise de base institucional, distribuídos por regiões do país (Figura 7), observamos que a região Centro-Oeste, numericamente menos representativa junto com a região Norte, conta apenas com dissertações de mestrado profissional, ao passo que na região Norte há um equilíbrio.

¹⁸ Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/programa/listaPrograma.jsf>> Acesso em: 30 mar. 2021.

Na região Sul predominam dissertações de mestrado profissional, e no Sudeste predominam dissertações de mestrado acadêmico, sendo que a região também se destaca na quantidade de teses quando comparada com as demais.

Figura 7 - Distribuição de dissertações de mestrado acadêmico, de mestrado profissional e teses de doutorado, por região.



Fonte: A autora (2021).

Analisando separadamente cada região, é possível situar a distribuição de estudos por estado. As Tabelas 1 e 2 referem-se ao Sudeste e Sul, respectivamente.

Tabela 1 - Distribuição dos estudos na Região Sudeste.

Região Sudeste	Quantidade de trabalhos	% (do total da Região)
Rio de Janeiro (RJ)	28	46
São Paulo (SP)	21	34
Minas Gerais (MG)	8	13
Espírito Santo (ES)	4	7
Total	61	100

Fonte: A autora (2021).

Tabela 2 - Distribuição dos estudos na Região Sul.

Região Sul	Quantidade de trabalhos	% (do total da Região)
Paraná (PR)	34	71
Santa Catarina (SC)	9	19
Rio Grande do Sul (RS)	5	10
Total	48	100

Fonte: A autora (2021).

A produção acadêmica dos estados do Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo destaca-se numericamente em relação aos demais, correspondendo, respectivamente, a 21%, 18% e 13% do total nacional. Inclusive, a quantidade de estudos do Paraná e Rio de Janeiro chega a ser maior que a das regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste (Tabelas 3, 4 e 5).

Tabela 3 - Distribuição dos estudos na Região Nordeste.

Região Nordeste	Quantidade de trabalhos	% (do total da Região)
Bahia (BA)	7	30
Rio Grande do Norte (RN)	4	17
Paraíba (PB)	3	13
Pernambuco (PE)	2	9
Sergipe (SE)	2	9
Alagoas (AL)	2	9
Ceará (CE)	2	9
Maranhão (MA)	1	4
Piauí (PI)	0	0
Total	23	100

Fonte: A autora (2021).

Tabela 4 - Distribuição dos estudos na Região Norte.

Região Norte	Quantidade de trabalhos	% (do total da Região)
Pará (PA)	5	38
Amazonas (AM)	4	31
Roraima (RR)	4	31
Amapá (AP)	0	0
Tocantins (TO)	0	0
Rondônia (RO)	0	0
Acre (AC)	0	0
Total	13	100

Fonte: A autora (2021).

Tabela 5 - Distribuição dos estudos na Região Centro-Oeste.

Região Centro-Oeste	Quantidade de trabalhos	% (do total da Região)
Distrito Federal (DF)	6	47
Mato Grosso (MT)	3	23
Mato Grosso do Sul (MS)	2	15
Goiás (GO)	2	15
Total	13	100

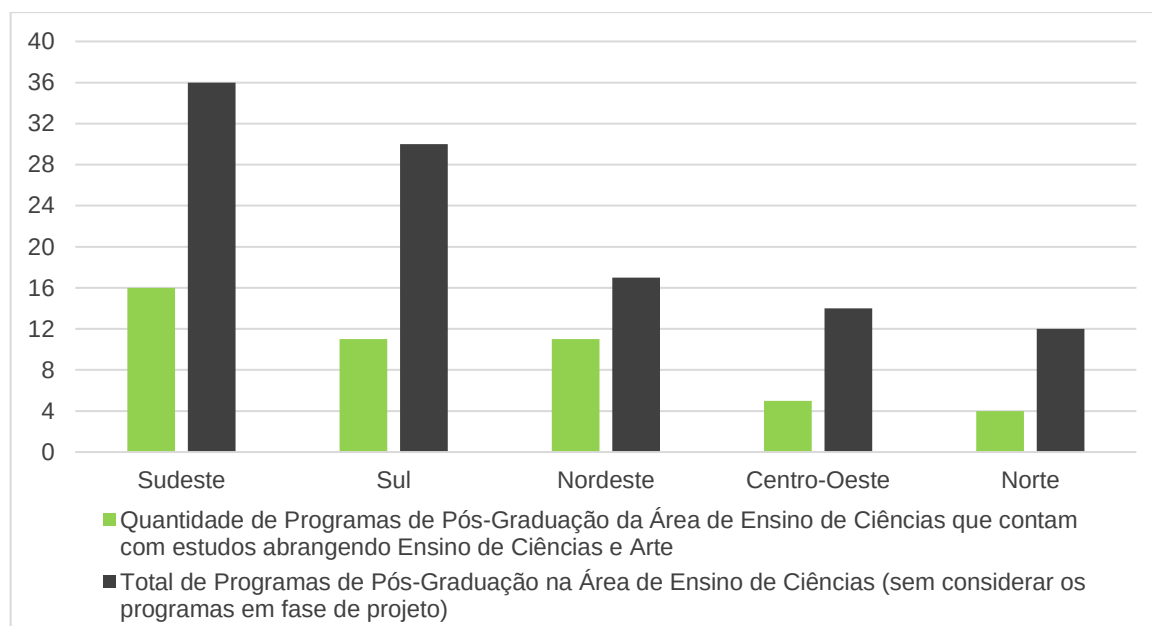
Fonte: A autora (2021).

Na região Nordeste, o Piauí não apresentou publicações, assim como os estados do Acre, Amapá, Tocantins e Rondônia na região Norte. Desses estados, Rondônia conta com dois programas de pós-graduação na Área de Ensino de Ciências, Acre conta com um; Amapá, Piauí e Tocantins não têm programas de pós-graduação na área de interesse dessa pesquisa, segundo o levantamento realizado.

Os 158 estudos selecionados são oriundos de 47 programas de pós-graduação. Desses, 43 constam em funcionamento, três foram desativados e um está em processo de desativação segundo informações presentes na Plataforma Sucupira. Comparamos o quantitativo desses 47 programas com a quantidade total¹⁹ de programas de Pós-Graduação existentes na Área Básica de Ensino de Ciências e Matemática, na Figura 8.

¹⁹ Estamos considerando os 109 Programas em funcionamento/desativados/em desativação. Não estamos considerando os três Programas em fase de projeto.

Figura 8 – Comparação entre o total de programas de pós-graduação na Área de Ensino de Ciências e a quantidade de programas que apresentam estudos envolvendo ensino de ciências e artes.

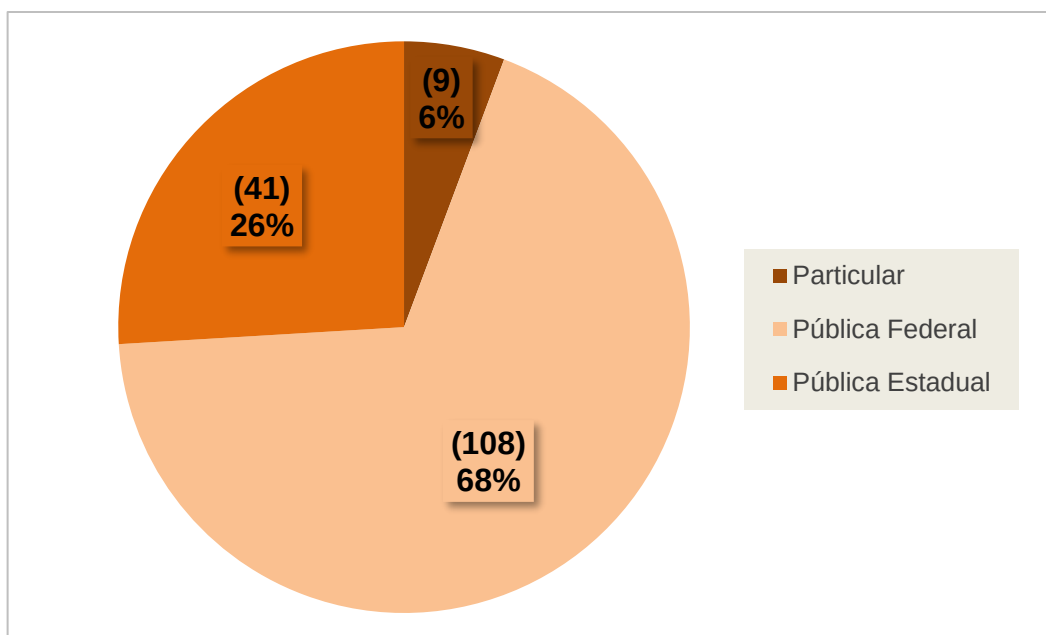


Fonte: A autora (2021).

No total nacional, na região Sul existe quase o dobro da quantidade de programas do que na região Nordeste, porém essas regiões apresentam a mesma quantidade de programas considerando aqueles identificados nos estudos da nossa investigação. Ou seja, na região Sul os estudos levantados estão mais concentrados em determinados programas, enquanto na região Nordeste apresentam uma distribuição mais equilibrada nos programas de pós-graduação da região. No Apêndice 2 apresentamos a relação completa dos programas de pós-graduação dos quais as dissertações e teses analisadas são oriundas.

Com relação às **instituições de ensino superior** de origem, encontramos dissertações e teses em 42 delas, sendo 27 federais, 9 estaduais e 5 instituições privadas. Na Figura 9 podemos observar a quantidade de estudos por dependência administrativa da instituição.

Figura 9 - Quantidade de estudos por dependência administrativa da instituição de origem.

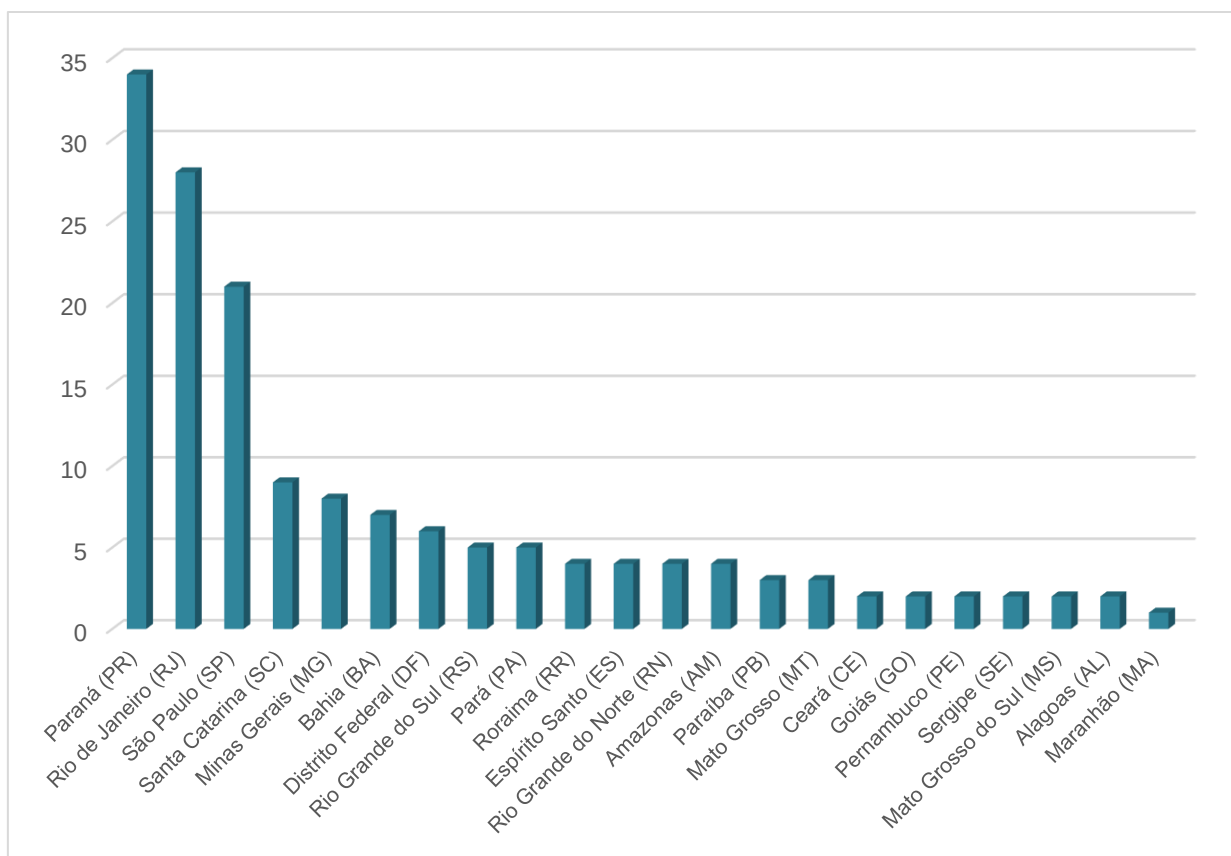


Fonte: A autora (2021).

No Apêndice 3 encontram-se listadas todas as 42 instituições e o respectivo número de estudos em cada uma delas. As três instituições com maior número de publicações são a UTFPR (20), a FIOCRUZ (15) e a Universidade de São Paulo (USP) (12). Esses resultados estão em consonância com os anteriores, que apontam as regiões Sudeste e Sul como as que apresentam maior quantidade de estudos.

No panorama geral, estão no topo os estados do Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo, somando mais de metade das dissertações e teses produzidas na área de interesse desta pesquisa, conforme podemos observar na Figura 10.

Figura 10 - Distribuição do número de estudos por estado federativo.



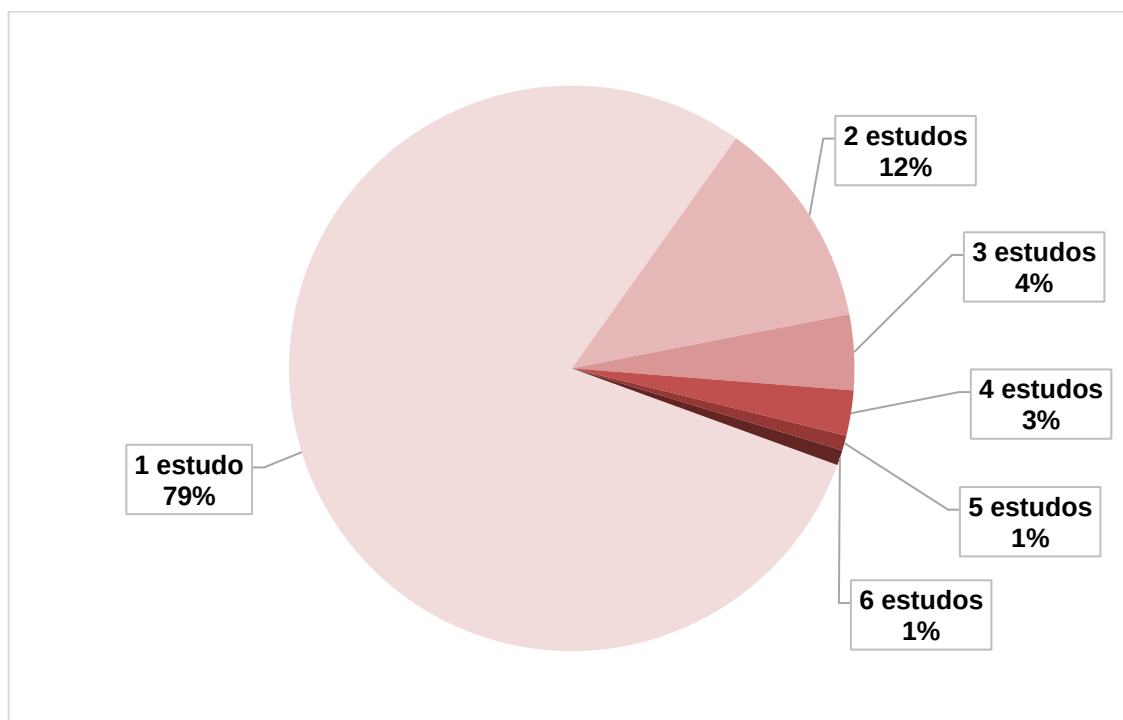
Fonte: A autora (2021).

No Paraná, a distribuição por IES/Cidade aponta uma forte tradição da UTFPR, somando 20 estudos entre os câmpus de Ponta Grossa (11) e Curitiba (9). Seguem-se a UEM/Maringá, com 6; UFPR/Curitiba e UEL/Londrina, ambas com 4. No Rio de Janeiro, a distribuição destaca a FIOCRUZ/Rio de Janeiro, com 15 estudos; o Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ)/Rio de Janeiro, com 7; Centro Universitário Plínio Leite/Niterói, com 3; Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)/Nilópolis com 2; e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)/Rio de Janeiro, com 1. Em São Paulo, a USP/São Paulo contabiliza 12 estudos; seguida pela UNICAMP/Campinas e Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)/Bauru, com 3 cada; Universidade Federal do ABC (UFABC)/Santo André, 2; e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)/São Paulo, 1.

O número total de docentes que orientaram pesquisas relacionadas à temática foi 116, sendo que a maior parte (92) orientou apenas um trabalho; 14

orientaram 2 estudos; 5 orientaram 3 estudos; 3 orientaram 4 estudos, 1 orientou 5 estudos e 1 orientou 6 estudos. Na Figura 11 podemos observar essa comparação.

Figura 11 – Quantidade de estudos orientados por orientador.



Fonte: A autora (2021).

Na Tabela 6 apresentamos os dez orientadores com três ou mais orientações, bem como a instituição na qual se desenvolveram os estudos. No Apêndice 4 é possível conferir a relação completa dos 116 orientadores, o respectivo número de trabalhos e instituições.

Tabela 6 - Orientadores que mais orientaram e a(s) respectiva(s) Instituição(ões) de Ensino.

Orientador(a)	Número de trabalhos orientados	IES
Marcos Cesar Danhoni Neves	6	UEM (2) / UTFPR Câmpus Ponta Grossa (4)
João Zanetic	5	USP
Maria Luiza de Araujo Gastal	4	Universidade de Brasília (UNB)
Awdry Feisser Miquelin	4	UTFPR Câmpus Curitiba (2) / Câmpus Ponta Grossa (2)
Tania Cremonini de Araujo-Jorge	4	FIOCRUZ
Oscar Tintorer Delgado	3	Universidade Estadual de Roraima (UERR)
Marcelo Borges Rocha	3	CEFET-RJ
Mario Sergio Teixeira de Freitas	3	UTFPR Câmpus Curitiba
Luís Paulo de Carvalho Piassi	3	USP
Moisés Alves de Oliveira	3	UEL

Fonte: A autora (2021).

No que concerne à **formação inicial dos autores** das dissertações e teses, o levantamento realizado a partir de consulta ao currículo *Lattes* apontou as mais variadas áreas. Na Tabela 7 é possível conferir as áreas com maior predominância em termos de quantidade de representantes, e no Apêndice 5 trazemos a lista completa das áreas de formação inicial de autores e autoras de 155 estudos²⁰.

²⁰ Não encontramos o currículo *Lattes* de 3 autores.

Tabela 7 - Formação inicial dos autores das dissertações e teses analisadas.

Formação Inicial do(a) autor(a)	Quantidade de autores(as)
Bacharelado e/ou Licenciatura em Biologia/Ciências Biológicas	40
Bacharelado e/ou Licenciatura em Física	38
Bacharelado e/ou Licenciatura em Química	17
Ciências/Ciências Naturais/Ciências da Natureza	11
Pedagogia	8
Artes Visuais	4

Fonte: A autora (2021).

A formação em áreas diretamente relacionadas à Ciência e às respectivas disciplinas científicas que fazem parte do currículo do Ensino Médio, são predominantes. Contudo, observamos a presença de formação inicial em áreas da Arte. Um questionamento que surge a partir desses resultados é se há pesquisadores com formação inicial em áreas da Ciência realizando pesquisas abrangendo “Ciência e Arte” em programas de pós-graduação em Arte ou áreas correlatas.

Não foram localizados autores que tenham realizado pesquisas de mestrado e de doutorado dentro da mesma temática. Mas encontramos uma autora, Prof.^a Dr.^a Josie Agatha Parrilha Da Silva, cuja tese fez parte do *corpus* de análise (T23), que, posteriormente, atuou como orientadora em um estudo que também faz parte de nosso levantamento.

Um resultado interessante diz respeito à presença das mulheres, que é majoritária, correspondendo a 65% (102 autoras). Ressaltamos que tal consideração tomou como referência apenas o nome e as informações que constam no currículo *Lattes*.

Neste capítulo apresentamos um panorama geral da produção acadêmica analisada, mapeando aspectos gerais de dissertações e teses a partir dos descritores de base institucional. Em síntese, averiguamos que há uma tendência de crescimento de trabalhos que almejam integrar Ciência e Arte no ensino de ciências.

Sobre as regiões de maior representatividade, a região Sudeste e Sul somam, juntas, quase 70% da produção acadêmica. Tal fato está relacionado também

à distribuição desigual de programas de pós-graduação na área de Ensino de Ciências no país.

Constatamos que as instituições de ensino superior com maior número de estudos estão localizadas nas regiões Sul e Sudeste, sendo elas a UTFPR, a FIOCRUZ e a USP. Tal fato pode estar relacionado, por exemplo, à existência de linhas de pesquisa sobre Ciência e Arte – a exemplo da FIOCRUZ –, e à presença de professores orientadores, nessas instituições, com trabalhos reconhecidos em temáticas relacionadas à Ciência e Arte.

Apresentado o panorama de base institucional, seguiremos com os resultados da base temática Ciência e Arte, no Capítulo 5. Faremos referência aos resultados da base institucional sempre que necessário, com o intuito de estabelecer relações entre todos os descritores.

CAPÍTULO 5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES DOS DESCRITORES DE BASE TEMÁTICA CIÊNCIA E ARTE

Conforme descrito no Tópico 3.2 do capítulo anterior, encontramos 158 referências, mas apenas 148 estudos foram obtidos integralmente. Assim, no panorama da base temática Ciência e Arte, nosso *corpus* de análise constituiu-se de um número menor de trabalhos. Todos eles foram objeto de leitura na íntegra, com o objetivo de assegurar maior acuidade no processo de análise, pois o conteúdo dos resumos muitas vezes apresenta fragilidades (TEIXEIRA, 2009).

Com o intuito identificar proposições e tendências das dissertações e teses, analisamos os descritores de base institucional temática Ciência e Arte foco temático, nível escolar, conteúdo científico, tipo de Arte, e interação entre Ciência e Arte.

5.1 Foco temático

A análise do foco temático permitiu compreender as problemáticas de pesquisa que despertaram interesse entre os pesquisadores interessados nos diálogos entre ensino de ciências e artes. Cada estudo foi classificado apenas em um foco, considerado o predominante. Na Tabela 8 apresentamos a distribuição das 148 dissertações e teses por foco temático.

Tabela 8 - Distribuição das dissertações e teses por Foco Temático.

Foco temático	Quantidade	Código dos trabalhos
Arte como Recurso no Ensino e Aprendizagem / na Alfabetização em Ciências	79	T2 T4 T7 T9 T10 T11 T12 T13 T14 T15 T18 T21 T22 T24 T25 T26 T31 T32 T33 T34 T36 T38 T42 T43 T44 T45 T46 T48 T49 T50 T53 T54 T55 T57 T58 T59 T62 T63 T66 T67 T68 T70 T72 T74 T75 T76 T81 T86 T87 T89 T95 T98 T99 T103 T106 T107 T108 T115 T117 T118 T119 T120 T122 T125 T126 T128 T131 T138 T139 T140 T141 T142 T146 T147 T151 T153 T156 T157 T158
Formação de Professores	25	T17 T19 T27 T39 T52 T64 T71 T78 T80 T82 T83 T85 T93 T112 T113 T114 T116 T121 T124 T127 T132 T135 T150 T152 T155
Outros	25	T16 T20 T23 T29 T35 T40 T51 T60 T61 T77 T79 T88 T94 T96 T97 T101 T129 T133 T134 T136 T137 T143 T148 T149 T154
Abordagens CTS	8	T28 T41 T69 T73 T90 T100 T104 T109
Educação em Espaços Não-Formais, Divulgação Científica	7	T3 T47 T91 T92 T123 T130 T144
História e Filosofia da Ciência	4	T30 T84 T105 T145
Total	148	

Fonte: A autora (2021).

Em ordem decrescente de produção temos os focos temáticos *Arte como Recurso no Ensino e Aprendizagem / na Alfabetização em Ciências* (53%); *Formação de Professores* (17%); *Outros* (17%); *Educação em Espaços Não-Formais, Divulgação Científica* (5%); *Abordagens CTS* (5%); e *História e Filosofia da Ciência* (3%), discutidos a seguir.

Arte como Recurso no Ensino e Aprendizagem / na Alfabetização Científica em Ciências

Este foco temático, compreendendo mais da metade das pesquisas analisadas, engloba literatura, cinema, música, teatro, pintura, dança, histórias em

quadrinhos, e outros tipos de artes como recurso didático ou material educativo para a promoção da aprendizagem e alfabetização no ensino de ciências. Há casos, conforme veremos, nos quais o enfoque é maior no recurso, e em outros casos o enfoque recai sobre a aprendizagem promovida com o auxílio de recursos artísticos.

Em parte das dissertações e teses o recurso utilizado é a literatura e, tendo em vista que o termo apresenta ampla abrangência, cabe destacar que estamos nos referindo às abordagens que se utilizam de um texto escrito ou de todo um conjunto de textos (LIMA; RICARDO, 2015). Também é importante ressaltar que a literatura recria a realidade através do espírito do artista, sendo transmitida através da língua em diferentes formas, ou seja, diferentes gêneros literários (COUTINHO, 1978).

Estudos dessa natureza, com foco na literatura infantil, foram identificados nos trabalhos T4, T22 e T49. O primeiro articula literatura infantil e ensino de ciências a partir da análise de uma coleção de livros voltados para crianças; o segundo analisa os resultados de uma proposta de atividade envolvendo ensino de ciências e a utilização de livros de literatura infantil; o terceiro se volta para a percepção construída na infância por meio de contos infantis e se relaciona com a construção epistemológica desenvolvida no ensino de ciências.

Em T10, T24 e T68, a literatura de cordel assume o papel de recurso para o ensino de ciências. Os cordéis são inseridos como complemento aos livros didáticos, para uma abordagem cultural, para a popularização da Ciência, e como instrumentos mediadores na construção de conceitos científicos.

A formação de conceitos no ensino de Física por meio da literatura é foco de estudos como T50 e T156, abordando temas de mecânica quântica e termodinâmica, respectivamente. Em outros casos, como em T21 (literatura fantástica) e T34 (literatura policial), o foco é investigar as possibilidades didáticas e o potencial pedagógico de obras.

Ao promoverem a aproximação com a literatura, esses estudos parecem concordar que a palavra escrita em textos não produzidos, especificamente, com a função didática de ensinar ciências, são um possível recurso para a compreensão de conceitos e temáticas científicas, ainda que com enfoque distintos.

O cinema também é considerado um recurso para o ensino quando, por exemplo, são utilizadas cenas de filmes para a problematização de conteúdos científicos, com o intuito de estabelecer diálogos e reflexões sobre a Ciência (T13),

para gerar discussões críticas de temas como gênero e sexualidade (T143), e questões ambientais (T141).

A Música aparece como recurso com diferentes intenções. Em T7 encontramos uma proposta de ensino de conceitos de Biologia por meio de oficinas que incluem músicas e fatos culturais de uma pequena cidade. Nesse caso, os conteúdos não foram apenas memorizados mecanicamente, mas revestidos de emoções. Nessa mesma perspectiva, a dissertação T26 investiga a aprendizagem de acústica a partir da integração entre Física e Música. De forma geral, o enfoque também recai sobre a investigação interpretativa das letras das músicas, contextualizando-as com conceitos e conteúdos científicos.

Com relação às estratégias envolvendo teatro, a dissertação T32 reflete sobre as potencialidades da construção de conceitos de Física através da leitura e dramatização de textos sobre História e Filosofia da Ciência. Nesse estudo, a aprendizagem da Física foi facilitada pela inclusão de aspectos artísticos e culturais, presentes em intervenções que evocaram diálogos e interação social. Os alunos “[...] perceberam-se sujeitos (co)responsáveis pela sua aprendizagem, enquanto pesquisadores na construção da peça, e ao mesmo tempo pelo ensino, como divulgadores do conhecimento científico” (T32, p. 86). O teatro, enquanto recurso, possibilita o desenvolvimento de estratégias práticas e colaborativas, uma vez que estas envolvem os sujeitos de forma mais ativa.

A Pintura foi outro recurso identificado nos trabalhos analisados. No estudo T25, por exemplo, a utilização de pinturas ocorreu na perspectiva de despertar emoções, sentimentos, direcionar as atenções aos aspectos cognitivos, afetivos e motivacionais do ensino e aprendizagem, enfocando nas contribuições da Arte para a motivação e sucesso na aprendizagem de ciências.

Utilizada como recurso pedagógico para desmistificar a incapacidade de alunos surdos na aprendizagem (T63), a dança assumiu o papel de elemento motivador em um roteiro de aula de uma escola inclusiva, visando a aprendizagem significativa através da experimentação.

Na perspectiva de investigação da aprendizagem e construção de conceitos científicos tendo a Arte como recurso, a dissertação T2 destaca a aprendizagem de ciências com a produção artística de Arte conceitual. A aprendizagem foi promovida através da reflexão sobre como alguns materiais, objetos

e interpretações podem carregar informações, tanto científicas quanto artísticas, dependendo do propósito atrelado a eles, promovendo, dessa maneira, formação científica e formação cultural.

Em síntese, nesses estudos emergem tentativas de aproximar objetos e manifestações artísticas de conteúdos/assuntos científicos, onde as artes, enquanto recursos, podem motivar a aprendizagem e também contribuir para o entendimento de cultura como algo que engloba tanto a Ciência quanto a Arte.

Formação de Professores

As pesquisas que têm como foco a formação de professores somam 25, e estão relacionadas à formação docente inicial e continuada. No caso da primeira, envolve iniciativas em disciplinas da graduação e em projetos como o PIBID; e, na segunda, abrange professores formados e atuantes.

Nas últimas décadas, aspectos como o conhecimento nocional e imutável das ciências como substrato da educação vêm sendo questionados, ao mesmo tempo em que houve abertura para concepções em que o papel da incerteza é reconhecido. Com isso, a formação de professores é reconhecida como um processo complexo, visto ser cada vez maior a demanda para aproximá-la de aspectos éticos, coletivos, comunicativos, comportamentais e emocionais, entre outros (IMBERNÓN, 2011).

Nessa perspectiva, tornou-se essencial repensar o contexto formativo docente em ciências de maneira a incluir aspectos que permitam compreender o mundo dinâmico e complexo, pressupostos necessários para o que Morin (2000) chama de educação do futuro. A concepção de ensino que privilegia a transmissão do conhecimento, predominante no século XIX, tornou-se obsoleta para a educação que se almeja em uma sociedade plural, participativa, solidária e integradora. Dessa forma, é pertinente a redefinição da profissão docente, para que esta assuma novas competências profissionais acerca de conhecimentos pedagógicos, científicos e culturais (IMBERNÓN, 2011).

Frente a esse contexto, a integração com a Arte possibilitaria preparar o professor para abraçar novas abordagens didáticas no processo educativo em Ciências. Nas pesquisas compreendidas nesse foco temático, observamos em 19 dos

25 estudos preocupação com a formação inicial, enquanto a formação continuada foi objeto de seis estudos.

Tratando de **formação inicial**, a dissertação T19 discute o processo de formação docente de “atores” – estudantes de licenciatura em Física e Química – envolvidos na produção e apresentação de um espetáculo teatral. Por sua vez, na tese T27 desenvolve-se uma experiência com futuros professores de Física, por meio da dinâmica de jogos teatrais, que desenvolve a escuta e os diálogos, verbais e não-verbais, de modo a tornar mais presente a dimensão corporal e expressiva, associada à reflexão sobre o conhecimento físico e sobre a atuação docente.

Nesses estudos, o teatro se apresenta como uma possibilidade diferenciada no processo educativo de professores em formação inicial, proporcionando o desenvolvimento da criatividade, autoconfiança, consciência corporal, sensibilidade e reflexão, além de aprendizagem sobre conceitos ou conteúdos científicos. Ainda, os estudos T85, T93, T150 e T152 também envolvem atividades com teatro.

No estudo T113 são exploradas as relações entre Ciência e Arte por meio da Física e da música. Mais especificamente, procurou-se instrumentalizar professores de ambas as áreas para trabalharem interdisciplinarmente com a construção de um instrumento musical – o Theremin – e um guia de como fazê-lo. Os estudos T82 e T135 também envolvem a presença de música, ambos na formação de professores de Biologia.

O estudo T39 enfoca a estratégia CTS-Arte na formação do professor como intelectual transformador. Ou seja, um docente que buscará fornecer aos seus alunos instrumentos para uma visão mais crítica da sociedade e das relações que a ela pertencem, bem como fomentar discussões sobre o papel de cada um em um coletivo de mudanças na sociedade. Uma perspectiva semelhante é observada em T78, com a utilização do cinema no ensino de ciências sob a perspectiva CTS.

Em T52, discute-se a importância do cinema para a formação cultural e profissional de professores de Ciências Naturais e Matemática, e o estudo T121 investiga aspectos didáticos e formativos de uma abordagem entre Ciência e Poesia na formação de licenciandos em Física. Notamos aqui uma busca pela ampliação da integração entre ensino de ciências e artes, uma vez que tais propostas além de já

estarem representando tal integração, almejam que ela se dissemine com a futura atuação dos professores em formação.

Nos estudos T83 e T155 um elemento de destaque está relacionado ao PIBID uma vez que os estudos são desenvolvidos com licenciandos participantes do Programa. Esse Programa Institucional objetiva antecipar o vínculo entre futuros professores e as salas de aulas de escolas públicas e, conforme já relatado em trabalhos como de Guimarães e Silva (2016), nele são desenvolvidas atividades que possibilitam promover ações diferenciadas com experiências metodológicas e práticas docentes de caráter inovador. Nesse sentido, trata-se de uma grande oportunidade para unir formação docente, Ciência, Arte e ensino, diminuindo as barreiras entre os conhecimentos que vão além da área específica de formação.

Com enfoque em **formação continuada**, os estudos T17, T71, T80, T112, T114 e T116, de forma geral, abrangem cursos voltados para professores atuantes na Educação Básica. Por exemplo, o estudo T17 buscou entender como a ação comunicativa é estabelecida em um processo de formação continuada que procura reconhecer as possibilidades de uso da literatura infantil em aulas de Ciências da Natureza. Já o T71 buscou promover a educação científica do professor atuante no Ensino Fundamental, por meio de formação docente apoiada no ensino de ciências, com ênfase nos princípios CTSA, a partir da mediação da arte sequencial.

O T114 é voltado para a formação de professores de artes e, nas palavras da autora, a pesquisa “trata de experiências e arte e ciência e formação continuada de docentes em artes visuais. Uma pesquisa que trata de resistência e formação docente. Uma pesquisa que opera com arte e ciência e uma de-formação de professores” (p. 7).

Como defensores do diálogo entre Ciência e Arte no ensino de ciências, entendemos que este se inicia com o professor, por isso a necessidade de rompimento com padrões tradicionais e reducionistas na formação. Notamos que os estudos que têm como foco a formação de professores propõem iniciativas que visam esse rompimento e reconhecem, de certa maneira, a formação como um processo complexo.

Tais estudos promovem também a reflexão sobre o papel docente, por parte de licenciandos e de professores formados, evidenciando que ensinar não é apenas transmitir conteúdos científicos. Com a Arte, esses estudos demonstram que

o papel do professor vai além, incluindo aspectos comunicativos e emocionais, por exemplo.

Reiteramos que as propostas apresentadas nesse foco temático são iniciativas pontuais, considerando-se todo o universo dos cursos de formação docente no Brasil. Reputamos que sua disseminação, bem como de seus resultados, poderia atingir professores formadores, ampliando a presença da temática nos cursos de formação docente.

Outros

Fazem parte dessa categoria 25 estudos que não se enquadram na descrição dos focos temáticos de modo específico. A tese T20 se configura como uma pesquisa de estado da arte sobre Ciência e Arte no Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz (PGEBS/IOC). Com caráter teórico e documental, o estudo T94 analisou imagens presentes nos livros didáticos de ciências com objetivo de apresentar as possibilidades de articulação entre Ciência e Arte no ensino de Biologia por meio de conceitos deleuzianos identificados nas ilustrações encontradas. Por sua vez, a tese T29 apresentou elementos dos caminhos percorridos pela Educação e pelos audiovisuais no Brasil, retratando temas correlatos ao ensino de Física e buscando elementos desta trajetória desde 1800 até 1960.

As relações entre Ciência e Arte no Renascimento são analisadas na tese T23. A partir de um afresco do italiano Lodovico Cardi (conhecido como Cigoli), um conjunto de desenhos, pinturas e cartas pessoais, a pesquisa apresenta discussões e possibilidades a partir do *Codex*²¹ entre Galileo Galilei e Lodovico Cardi no século XVII. Diante disso, buscou-se compreender as aproximações e distanciamentos entre Arte e Ciência, bem como implicações epistemológicas e pedagógicas para, posteriormente, pensar propostas teórico-práticas sobre a temática.

Em T40 investigaram-se as contribuições de Leonardo Da Vinci para a Ciência e para a Educação em Artes. Também foi criado um site didático com sugestões de atividades interdisciplinares e textos de apoio a serem disponibilizados aos professores do ensino médio. O estudo T97, também com enfoque em Leonardo

²¹ Códice, código antigo, compilação de documentos históricos.

Da Vinci e a interdisciplinaridade de suas obras, objetivou realizar uma análise textual discursiva referente ao seu Código do Voo, a fim de buscar as relações entre diferentes áreas do conhecimento e utilizá-las como subsídio para uma abordagem menos fragmentada do ensino de ciências.

Abordagens CTS

Este foco temático compreende oito estudos que visam a alfabetização científica por meio de abordagens com enfoque CTS ou com temáticas prioritariamente CTS. Por exemplo, a pesquisa T28 propõe a utilização de filmes como estratégia de ensino para a promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) à luz de pressupostos teóricos e filosóficos CTS. A educação nessa perspectiva deve contribuir para a formação de cidadãos que sejam capazes de associar conteúdos curriculares com as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Propostas dessa natureza apresentam potencial de “[...] desenvolver senso crítico ao ponto de desconfiarem de verdades impostas, tomarem decisões coerentes respeitando as diversidades em todas as formas de expressão” (ANDRADE *et al.* 2014, p. 66).

Nessa perspectiva, a dissertação T28 analisou filmes que envolvem controvérsias científicas e tecnológicas, desenvolveu sugestões com docentes para que refletissem sobre as relações sociais da Ciência e da Tecnologia e sobre maneiras de proporcionar essas reflexões para seus alunos. A proposta aponta a necessidade de o roteiro elaborado para trabalhar com filmes valorizar questões que envolvam perspectivas CTS correlacionando-as com o conteúdo da disciplina.

A Arte – nesse caso as obras cinematográficas – é interpretada de maneira individual, de acordo com a sensibilidade, a cultura, os gostos e as propensões do observador. Isso permite compreensões em múltiplas perspectivas e a interpretação social da obra de arte, valorizando os objetivos educacionais, mas sem colocar em menor grau as singularidades da criação (ANDRADE, *et al.* 2014).

Outros exemplos envolvem o processo de construção de uma peça teatral em busca de possíveis sentidos sobre Ciência e Tecnologia através de uma história contada (T41); discussão de temas sociocientíficos por meio de oficinas de músicas (T69); enfoque na alfabetização visual e científica, esclarecendo relações existentes entre Ciência, Arte, Tecnologia e Sociedade (T73); utilização de histórias em

quadrinhos como base para ensinar Física com enfoque CTS, levando em consideração a interdisciplinaridade da linguagem da arte sequencial (T100).

Educação em Espaços Não-Formais e Divulgação Científica

Com enfoque em educação em espaços não-formais e/ou divulgação científica identificamos sete estudos. Com exceção de T47, os demais tratam de exposições (T130, T144), parceria museu-escola (T3), acervo de obras de arte de um museu (T92), processo de transposição museográfica (T91), e a construção de um modelo cenográfico em um centro de ciências (T123). Ou seja, museus e centros de Ciências são os espaços não-formais priorizados nesses estudos.

O estudo T3 ofereceu um complemento à educação científica ao tratar de uma parceria museu-escola que levou uma exposição museológica para um colégio público de Ensino Médio. A exposição visava motivar a aprendizagem de óptica por parte dos estudantes-visitantes, mostrando de que maneiras grandes pintores utilizaram tais conhecimentos na composição de suas telas. O estudo T130 focou na relação da anatomia humana com a Arte em exposições, ou seja, na transmissão desse conteúdo em espaços não formais de ensino, uma vez que o histórico desta disciplina traz uma relação singular com a Arte.

Em T92, a intenção foi contribuir com a educação estética e científica dos alunos, por meio de leitura de imagens e de jogos teatrais, a partir das obras de arte do acervo do IFES (Campus Vitória), com ênfase nas relações entre Ciência e Arte. Em T144 há uma proposta de investigar a percepção dos estudantes sobre os objetos de uma exposição científica, bem como o papel destes objetos na interpretação do conjunto expositivo, buscando interligar Ciência e Arte numa concepção mais holística da educação.

Ainda que as intenções dessas pesquisas sejam distintas, a essência de sensibilização do público por meio de uma linguagem artística é aspecto comum. Iniciativas que aliam Ciência e Arte estariam mais próximas dos modelos dialógicos de divulgação científica ao proporem que a comunicação entre a Ciência e sociedade não é uma via de mão única (SANTOS; RIGOLIN, 2012). Assim, o foco da atenção é a postura ativa do público, ou seja, os estudantes não assumem a posição de meros

receptores do conhecimento pois há interação e diálogo (FARES; NAVAS, MARANDINO, 2007).

Os estudos T91 e T123 envolvem, de modo mais ativo, os processos de transposição e construção, respectivamente. O primeiro explorou o processo de transposição museográfica a partir das relações com a equipe envolvida na criação de uma exposição de longa duração para o Museu Diversão com Ciência e Arte (DICA). Por sua vez, o segundo abarcou momentos da construção de um modelo cenográfico intitulado “Artéria Gigante” – uma arte-instalação adaptável que reproduz uma artéria humana em grande escala – no Centro de Ciências Espaço Ciência Viva. O estudo descreveu a construção do modelo, fruto de uma equipe interdisciplinar com forte integração CienciArte, e a avaliação do modelo pelo público que visitou o museu.

Por fim, o estudo T47 envolveu a construção de um texto teatral, abordando O Caso Galileu – de Bertold Brecht –, o qual serviu de instrumento para divulgação científica, mais especificamente para inserir o debate sobre algumas visões deformadas da Ciência com alunos do Ensino Médio.

História e Filosofia da Ciência

Entre as pesquisas analisadas, este foco é o que abrange menos estudos, totalizando quatro. Em T84, a abordagem da História da Ciência – Teoria do Calórico – foi realizada com teatro; em T105, a História da Relatividade Restrita se entrelaça com o cubismo. Já os estudos T30 e T145 envolveram cinema na abordagem histórico-filosófica para o ensino de Física/Ciências.

Em T30, a abordagem histórico-filosófica da Ciência se dá a partir de filmes, e foi utilizada para compreender como um ensino “em e sobre as ciências da natureza” pode colaborar para o reconhecimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Educação. A autora aponta que “[...] por meio dos filmes, que são capazes de trazer consigo os valores culturais e ideológicos da sociedade, conseguimos revisitar eventos ocorridos ou imaginados” (T30, p. 75). Nesse estudo, predominou entre os sujeitos da pesquisa uma visão empírica indutivista e noções positivistas, ao mesmo tempo que alguns participantes reconheceram a natureza dinâmica do conhecimento científico, o que permitiu problematizar aspectos da natureza da Ciência por meio de filmes.

Em T30 e T145, a opção pelo uso da sétima Arte se deu, também, pelo fato de o cinema integrar som, imagem e texto, ajustando-se a um trabalho pedagógico que busca interação e aperfeiçoamento com a utilização de linguagens, por estar presente na realidade dos estudantes e por ser capaz de transportar pessoas, lugares e épocas, permitindo aos espectadores sentirem as emoções retratadas nas obras.

5.2 Nível escolar

Na análise das dissertações e teses com relação ao nível escolar abrangido consideramos elementos presentes no texto, tais como características sobre os sujeitos participantes das pesquisas, experiências relatadas e atividades propostas, as quais explicitavam informações sobre o nível escolar.

O diálogo entre Ciência e Arte no ensino de ciências aparece em todos os níveis, desde a Educação Infantil até o Ensino Superior, com participação percentual aproximada de: **Ensino Médio**, 32%; **Ensino Superior**, 20%; **Ensino Fundamental**, 16%; **Educação Infantil**, 3%. Os estudos incluídos na categoria **Outros**, representam 14%; e aqueles para os quais o nível escolar **Não se aplica**, por se referirem a processos não escolarizados ou não formais de ensino, representam 18%. Na Tabela 9 apresentamos essa distribuição.

Tabela 9 - Distribuição das dissertações e teses por Nível Escolar abrangido.

Nível Escolar	Quantidade	Código dos trabalhos
Educação Infantil (EI)	3	T4 T22 T66 T90
Ensino Fundamental (EF)	21	T10 T32 T34 T36 T49 T53 T55 T68 T69 T87 T90 T103 T104 T108 T115 T117 T119 T120 T122 T126 T146 T147 T158
Ensino Médio (EM)	45	T2 T3 T7 T9 T11 T12 T14 T15 T21 T24 T26 T30 T31 T38 T42 T43 T44 T46 T47 T48 T50 T54 T58 T59 T62 T67 T70 T74 T75 T81 T84 T89 T90 T92 T98 T99 T105 T106 T107 T109 T117 T125 T131 T139 T140 T141 T156
Ensino Superior (ES)	29	T19 T25 T27 T28 T39 T52 T57 T64 T73 T78 T82 T83 T85 T93 T95 T96 T100 T113 T117 T121 T124 T127 T130 T132 T135 T144 T150 T152 T155 T157
Outros	21	T13 T17 T18 T40 T45 T60 T63 T71 T72 T76 T80 T86 T112 T114 T116 T118 T128 T138 T142 T151 T153
Não se aplica	27	T16 T20 T23 T29 T33 T35 T41 T51 T61 T77 T79 T88 T91 T94 T97 T101 T123 T129 T133 T134 T136 T137 T143 T145 T148 T149 T154
Total²²	152 (103%)	

Fonte: A autora (2021).

Em se tratando da área de Ensino de Ciências, a predominância de pesquisas voltadas para os Ensino Médio e Superior também foi verificada em outros estudos de estado da arte. No Ensino de Biologia, por exemplo, Teixeira e Megid-Neto (2012) constataram que a maior parte das dissertações e teses produzidas entre 1972 e 2004 voltava-se para esses níveis de ensino. Resultado semelhante foi encontrado por Francisco, Alexandrino e Queiroz (2015) ao realizarem uma investigação sobre o Ensino de Química.

Notamos que a parcela dedicada ao Ensino Superior se volta para cursos de formação de professores, com destaque para licenciaturas em Física, Biologia e Química, mas englobando também Artes Visuais, Ciências Naturais e Pedagogia.

²² A soma ultrapassou 100% pois há estudos que abrangem mais de um nível de ensino, e assim foram incluídos em mais de uma categoria desse descritor.

Uma possível explicação para a baixa incidência de trabalhos que abarcam a Educação Infantil, em comparação com os números dedicados ao Ensino Médio e Ensino Superior, pode estar relacionada ao perfil dos autores. Conforme mostramos no Tópico 4.1, as áreas de formação inicial mais representativas são Bacharelado e/ou Licenciatura em Biologia/Ciências Biológicas, Física e Química, e tais áreas estão diretamente relacionadas às disciplinas específicas de Biologia, Física e Química do Ensino Médio. Ao passo que a formação inicial em Pedagogia e Ciências Naturais – mais relacionadas à atuação na Educação Infantil e Ensino Fundamental – é numericamente menos representativa.

Os 21 estudos classificados na categoria **Outros** incluem, majoritariamente, a Educação de Jovens e Adultos (EJA) e professores atuantes como sujeitos de pesquisa. A categoria **Não se aplica** engloba estudos que tratam de processos não escolarizados ou não formais de ensino e totaliza 27 pesquisas. Por exemplo, o estudo T20 conta com a participação de profissionais atuantes nas áreas da saúde, comunicação e *design* e o estudo T91 investiga os bastidores da transposição museográfica. De forma geral, nota-se que os diálogos entre ensino de ciências e Arte são possíveis em todos os níveis de ensino.

5.3 Conteúdo científico

Prosseguindo com a apresentação dos resultados, no que diz respeito ao conteúdo científico abordado nas pesquisas, identificamos que 36% estão relacionadas às ciências de maneira **Geral**; 32% relacionam-se com **Física**; conteúdos de **Biologia** somam 22% e de **Química**, cerca de 10%. Uma parte desses estudos (3%) foi agrupada na categoria **Outros**, por não se enquadrarem especificamente em Biologia, Física ou Química. Na Tabela 10 apresentamos a distribuição dos estudos por conteúdo.

Tabela 10 - Distribuição das dissertações e teses por Conteúdo Científico.

Conteúdo científico	Quantidade	Código dos trabalhos
Geral	53	T10 T14 T17 T18 T19 T20 T22 T25 T28 T30 T34 T35 T36 T39 T40 T52 T60 T61 T64 T66 T70 T71 T76 T78 T79 T80 T83 T86 T90 T91 T92 T93 T96 T97 T108 T112 T114 T118 T119 T121 T124 T127 T128 T129 T136 T137 T143 T148 T150 T153 T155 T157 T158
Física	45	T3 T12 T15 T16 T21 T23 T24 T26 T27 T29 T31 T32 T38 T42 T44 T47 T48 T50 T53 T54 T57 T58 T59 T73 T74 T84 T85 T95 T100 T105 T106 T107 T109 T113 T115 T125 T131 T132 T134 T145 T146 T147 T149 T151 T156
Biologia	31	T4 T7 T11 T13 T41 T43 T46 T49 T55 T62 T63 T67 T69 T75 T77 T82 T89 T94 T98 T101 T104 T120 T122 T123 T103 T130 T133 T135 T141 T142 T154
Química	12	T33 T45 T51 T81 T87 T88 T99 T116 T117 T139 T140 T144
Outros	4	T68 T72 T138 T152
Total²³	152 (103%)	

Fonte: A autora (2021).

Na categoria **Geral** foram incluídos os estudos que abrangem a Ciência de modo amplo enquanto área do conhecimento, sem priorizar alguma subárea ou conteúdo específico. No estudo T124, por exemplo, são explorados, por meio de pinturas, aspectos da natureza da Ciência embasados em um viés epistemológico; em T129 discutem-se relações entre os conceitos de Ciência e de Arte, incluindo suas implicações educacionais.

Quando se trata da **Física**, os conteúdos específicos estão relacionados a acústica, cinemática, dinâmica, eletromagnetismo, ondulatória, óptica, termologia, física moderna e contemporânea, e relações com astronomia. Observa-se que

²³ A soma ultrapassou 100%, pois há estudos que abrangem mais de um tipo de conteúdo específico entre Biologia, Física e Química, sendo, portanto, incluídos em mais de uma categoria.

incluem a maior parte dos temas que compõem os currículos escolares dessa disciplina.

Na dissertação T26, elaborou-se um material instrucional, utilizado inicialmente em um minicurso no XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, e depois com alunos de Ensino Médio, sobre física do som. O material, composto por 11 módulos, abrangeu os seguintes conteúdos de acústica: fonte sonora, ondas sonoras, propagação do som, reflexão, difração, interferência, ondas estacionárias, batimento, ressonância, Efeito Doppler, aparelho auditivo, altura, intensidade e timbre. Outro exemplo, T156, abordou a aprendizagem significativa de termodinâmica a partir da leitura de “A volta ao mundo em 80 dias”, de Júlio Verne, buscando uma maior aproximação entre esses conteúdos e situações vivenciadas no cotidiano dos estudantes.

No que se refere à **Biologia**, os trabalhos abrangem suas relações com a Ciência de forma geral, temas sobre doenças, vida, água, ecologia e meio ambiente, zoologia, animais aviltados, anfíbios, insetos, vírus, bactérias, sistema ósseo, sistema circulatório, anatomia, genética, evolução e sexualidade. Por exemplo, na dissertação T7 foram encontrados os temas: energia solar, fotossíntese, cadeia alimentar, fluxo de energia, água, estações do ano e desmatamento. Tais conteúdos fizeram parte de nove sessões de um projeto realizado com estudantes de Ensino Médio.

Com relação à **Química**, estão presentes conteúdos de eletroquímica e pilhas, substâncias, misturas, matéria, átomos, moléculas e transformações químicas. A título de exemplo, citamos a tese T33, que engloba conteúdos sobre ar, água, matéria, substância, misturas, elementos químicos, átomos, moléculas, transformações químicas e oxidação. Também o estudo T139, que fez uso do teatro para tornar mais atraentes temáticas relacionadas à alquimia, leis ponderais e modelos atômicos.

Em **Outros**, são abordados, por exemplo, conteúdos relacionados ao aquecimento global (T68); à língua portuguesa, de forma interdisciplinar com os demais conteúdos do EJA-Ensino Fundamental (T72); hábitos alimentares (T138); e energia (T152). Assim, não se enquadram unicamente nas categorias Física, Biologia ou Química, tampouco, na categoria Geral.

Notamos, em todas as categorias de conteúdos científicos, mas não em todos os estudos, propostas que intencionam destacar a presença da Ciência no

cotidiano dos estudantes, conectando essa intencionalidade com as artes. É notório que promover o diálogo entre o ensino de ciências e artes apresentou maior potencial para ir além de barreiras disciplinares, e isso se torna importante na medida em que pensar complexamente envolve quebrar essas barreiras.

5.4 Tipo de Arte

Com relação ao Tipo de Arte presente nas dissertações e teses, identificamos **Teatro, Cinema e Literatura**, com representação aproximada de 18% cada, seguidas em ordem decrescente das categorias **Outros** (14%), **Música** (12%), **Pintura** (7%), **Geral** (7%), **Histórias em Quadrinhos** (3%), **Fotografia** (2%) e **Dança** (1%). Na Tabela 11 observamos essa distribuição.

Tabela 11 - Distribuição das dissertações e teses por Tipo de Arte presente.

Tipo de Arte	Quantidade	Código dos trabalhos
Teatro	27	T9 T18 T19 T27 T32 T38 T41 T42 T44 T46 T47 T55 T57 T84 T85 T86 T93 T99 T108 T126 T134 T139 T143 T147 T150 T151 T152
Cinema	26	T13 T14 T28 T29 T30 T31 T43 T52 T60 T61 T62 T77 T78 T79 T89 T90 T101 T103 T104 T105 T118 T136 T138 T141 T148 T149
Literatura	26	T4 T10 T16 T17 T21 T22 T24 T33 T34 T49 T50 T51 T68 T87 T88 T119 T120 T121 T127 T128 T146 T153 T154 T155 T156 T157
Outros	21	T2 T11 T12 T54 T70 T76 T83 T91 T92 T95 T97 T98 T115 T116 T123 T124 T125 T131 T137 T142 T144
Música	18	T7 T15 T26 T36 T45 T58 T66 T69 T80 T81 T82 T106 T107 T113 T117 T122 T135 T140
Pintura	11	T3 T23 T25 T53 T72 T73 T74 T75 T94 T130 T145
Geral	10	T20 T35 T39 T40 T59 T96 T112 T114 T129 T133
Histórias em Quadrinhos	4	T71 T100 T132 T158
Fotografia	3	T48 T67 T109
Dança	2	T63 T64
Total	148 (100%)	

Fonte: A autora (2021).

Comentaremos sobre todos os tipos de arte²⁴ separadamente, com o intuito de descrever, exemplificar e enfatizar a pluralidade de possibilidades relacionadas com cada um. Sua integração com o ensino será abordada no descritor “Integração entre Ciência e Arte”.

²⁴ Dos tipos de arte definidos *a priori* para esse descritor, **Escultura** foi não encontrado nos estudos analisados.

Os estudos que integram o **Teatro** ao ensino parecem ter envolvido, de modo mais ativo, os estudantes que participaram das pesquisas no processo de experimentação da linguagem artística no ensino de ciências do que outros tipos de arte. Os elementos ator, texto e público formam a tríade essencial para que se processe o fenômeno teatral (MAGALDI, 1994) e, no caso dos estudos analisados, no “texto” prevalecem temáticas científicas, incluindo obras conhecidas, como as de Bertold Brecht, e adaptações dessas obras por estudantes ou espetáculos originais de grupos teatrais.

No estudo T9, por exemplo, foram adaptadas as peças “A Vida de Galileu”, de Bertold Brecht, e “Oxigênio”, de Carl Djerassi e Roald Hoffman. Nessa mesma perspectiva, em T32 são lidos e dramatizados textos que serviram como subsídio para a produção de uma peça teatral intitulada “Ombros de Gigantes”, adaptação da obra “A Vida de Galileu”. A produção e apresentação de um espetáculo teatral denominado “A Ciência em Peças”, produzido pelo Museu de Ciência e Tecnologia de Londrina, teve como atores estudantes de graduação em Física e Química (T19).

Em T41 analisou-se a peça intitulada “O Fim da Picada”, produzida pelo grupo Teatro de Tábuas, da cidade de Campinas, com o intuito compreender elementos do processo de sua construção para, então, encontrar possíveis sentidos sobre Ciência e Tecnologia presentes na história contada; em T134 tem-se “Copenhague” (1998) de Michael Frayn. Nesse estudo, buscou-se deslocar o leitor de uma posição puramente interpretante do texto, para uma posição na qual compreendesse o texto da peça como produto de um processo que envolve a dinâmica produção dos conhecimentos científicos em seus complexos processos de circulação histórico-culturais.

A peça que fez parte do estudo T18, intitulada “Toda menina é uma rainha”, trata das aventuras de dois adolescentes que, desejando conhecer o mundo e a si mesmos, transportam-se para a Inglaterra de 1582, tornam-se amigos da rainha e presenciam um encontro entre Galileu Galilei e William Shakespeare.

Como as peças apresentam temáticas científicas, o termo “teatro científico” para fazer referência a elas é recorrente. De acordo com Moreira e Marandino (2015), o teatro científico vem ganhando espaço no cenário nacional, englobando espetáculos com a preocupação de abordar temas científicos numa vertente pedagógica. Assim, “[...] os espetáculos abordam conceitos científicos, muitas vezes complexos e

complicados, visando torná-los mais acessíveis, remetendo, posteriormente, a discussão para a sala de aula” (MOREIRA; MARANDINO, 2015, p. 513).

O enfoque em atividades teatrais também merece destaque nos estudos T27 e T152, por exemplo, cuja fundamentação se pauta na dinâmica de jogos teatrais de Viola Spolin.

Os jogos teatrais foram originalmente concebidos para ensinar técnicas teatrais para jovens estudantes, escritores, diretores e técnicos, sem se constituírem em lições de como fazer. Por meio do jogo e de soluções de problemas, técnicas teatrais, disciplinas e convenções são absorvidas organizadamente, naturalmente [...]. (SPOLIN, 2008, p. 20)

A utilização da linguagem teatral contribuiu para o desenvolvimento de um ambiente com diálogo, criatividade e cooperação, caracterizando-se como uma possível estratégia metodológica para fazer a ponte entre Ciência e Arte (T152).

Outra parcela de estudos foi classificada na categoria **Cinema**. Três filmes do circuito comercial foram abordados no estudo T30: *The Last Man on Earth*, *The Omega Man* e *I am Legend*. A escolha por filmes de ficção científica fundamenta-se por “constituírem-se uma fonte de informação no tempo real – em que os autores e suas obras apresentam ao público o que é discutido atualmente nas ciências da natureza e os respectivos direcionamentos apontados pelas pesquisas – e no tempo imaginário” (T30, p. 100), além de que, a íntima relação entre ficção científica e cinema pode auxiliar educadores em ciências a problematizar as ciências da natureza e suas tecnologias.

Outros filmes de ficção científica utilizados foram “X-men Primeira classe”, “X-men Origens: Wolverine”, “O incrível Hulk”, “O espetacular Homem-aranha”, “Quarteto fantástico” (T89); “A ilha” (T13), “Gattaca: a experiência genética” (T13; T77); “Contágio” (T62); “Matrix” (T118); “Avatar” e “Elysium” (T141); “Jurassic World” (T101); “Star Trek” (T149), além de episódios das séries “Jornada nas Estrelas – A Série Clássica”, e “Jornada nas Estrelas – Voyager” (T149).

Além das obras de ficção científica citadas, há filmes que pertencem a outros gêneros, como o curtametragem “A Ilha das Flores”, o documentário “A máquina de alimentar” (T13); “As Loucas Aventuras de James West” (T79); “Acusados”, “Billy Elliot” e “Uma família bem diferente” (T43); *For the Birds* e “Divertida mente” (T103); *Steamboy* (T105); “Anjos e demônios” e “O nome da rosa” (T136); “Ratatouille” (animação) e “Muito além do peso” (documentário) (T138). A obra

cinematográfica que faz parte do estudo T28 foi “O Jardineiro Fiel”, dirigido por Fernando Meirelles, em 2005, e escolhido por envolver controvérsas científicas e tecnológicas.

Há também aqueles estudos que abragem cinema sem, necessariamente, explorar um filme específico. Por exemplo, os elementos históricos da educação e dos audiovisuais no Brasil, correlacionados ao ensino de Física, estão presentes em T29. O autor cita um conjunto de produções nacionais, levantadas junto ao Instituto Nacional de Cinema Educativo (INCE), contendo dezenas de obras que foram classificadas como filmes “diretamente ligados à Física e Astronomia”, “conhecimentos físicos ligados à indústria”, “conhecimentos físicos ligados à tecnologia e sociedade”, “conhecimentos ligados à Higiene e Saúde” e “conhecimentos físicos ligados à pesquisa e divulgação científica”. A tese T31 trata da produção e receptividade de audiovisuais por alunos de Ensino Médio, tendo como contexto específico o ensino de Física.

Pesquisas que abordam **Literatura** abrangem diferentes gêneros literários, obras e autores. Assim como fizemos ao tratar de teatro e cinema, não detalharemos todos os estudos, mas apresentaremos exemplos que nos permitam compreender que tipo de obras literárias e quais aspectos são explorados quando a literatura se faz presente no ensino de ciências.

A literatura infantil é foco de estudos como T4, que investiga as contribuições para o ensino de ciências da coleção “Lelé da Cuca”, da Editora Ática. Tal coleção é composta por oito livros: “A história da Ameba”, “A história do Plâncton”, “A história da Lesma”, “A história da Aranha”, “A história do Morcego”, “A história do Tatu”, “A história do Cão” e “A história do Gato”.

No estudo T22, as obras que fizeram parte da pesquisa foram selecionadas em um acervo denominado bebetaca – biblioteca para bebês e crianças de até 5 anos de idade – e apresentavam propostas de vivências radicadas no cotidiano familiar da criança, gravuras mostrando situações simples e visualmente atrativas, e livros com dobraduras descomplicadas. Tais características foram consideradas devido à faixa etária dos alunos, compreendida entre 4 e 5 anos. Entre os diversos gêneros literários encontrados neste acervo, o estudo abordou os contos maravilhosos, representados pelo clássico infantil de Hans Christian Andersen “A Pequena Sereia”, devido ao

interesse e encanto que desperta nas crianças. Adicionalmente, apresenta a possibilidade de tratar do tema água.

Ainda com relação à literatura infantil, destacamos obras de Monteiro Lobato (T33, T119, T128 e T146), com destaque para as personagens Dona Benta, Emília e Visconde de Sabugosa, bem como para as obras “Reinações de Narizinho”, “O Saci”, “Emília no País da Gramática”, “História das Invenções”, “Aritmética da Emília”, “O Poço do Visconde”, “A Reforma da Natureza”, “Geografia de Dona Benta”, “A Chave do Tamanho”, “Os Doze Trabalhos de Hércules” e “Serões de Dona Benta”.

Outro tipo de literatura que merece destaque são os cordéis, poesia popular que faz parte da cultura nordestina brasileira, presentes em T10, T24, T68. Os três trabalhos foram desenvolvidos em estados da região Nordeste e tratam de Ciências para o Ensino Fundamental e Física para o Ensino Médio. O estudo T10 se utilizou de um cordel intitulado “O organismo humano e a insuficiência renal em literatura de cordel”, escrito pelo poeta cordelista Pedro Costa a partir de um capítulo sobre a temática “excreção” do livro texto usado pela escola na qual as atividades foram realizadas.

Por sua vez, os 19 folhetos de cordel que compõem a pesquisa T24 fazem parte do acervo da Biblioteca Ática de Almeida, da Universidade Estadual da Paraíba. Estes cordéis foram escolhidos por tratarem de temas de Ciência e apresentarem conteúdos de Física, como, por exemplo, “A eletrificação Rural e o Progresso do Homem do Campo”, de Antenor Amaro, e “A passagem do eclipse no dia 31 de janeiro de 1955”, de Laurindo Maciel. A temática do aquecimento global, presente em “Aquecimento global”, de Francisco Ringo Star, “Cordel do Aquecimento global”, de Gustavo Dourado, “O cordel conta a sua História”, de Carlos Alberto Fernandes, entre outros cordéis, fez parte do estudo T68.

É interessante destacar que o cordel é um tipo de poesia popular que pode carregar em seus versos discussões e reflexões sobre temas diversos, alguns tratando com exclusividade de aspectos científicos. Além disso, o fato de os estudos terem sido desenvolvidos na região Nordeste demonstra a opção por um tipo de arte do contexto regional, sugerindo uma valorização dessa poesia típica da região.

Quando se trata da poesia em sua forma mais tradicional, não há representatividade quantitativa se comparada com outros gêneros. Como exemplo

temos T121, em que o poema “Física”, de José Saramago, é componente principal da dissertação de mestrado da autora.

A literatura fantástica é representada por obras como “O Pirotécnico Zacarias” (1974), de Murilo Rubião; “Os Jardins de Veredas que se Bifurcam” (1944), de Jorge Luís Borges; e “A Milésima-segunda Noite de Xerazade” (1845), de Edgar Allan Poe, no estudo T21. O autor aponta que relacionar o fantástico com a Física permite refletir sobre nossa realidade, o que é imprescindível ao ensino.

Destacamos também a opção por obras literárias de ficção, escritas por cientistas, como “Sonhos de Einsten”, de Alan Lightman, “Tau Zero”, de Paul Anderson, “O tempo e o Espaço do Tio Albert”, de Russel Stannard (T16), e “Alice no País do Quantum”, de Robert Gilmore (T50).

Ainda exemplificando a diversidade de textos literários que fizeram parte dos estudos, citamos “O Caso da Borboleta Atíria”, de autoria de Lúcia Machado de Almeida (T34); “Morangos Mofados”, Caio Fernando Abreu (T154); “Usina”, do autor José Lins do Rego (T88); “Aventuras no mundo da ciência”, de José Reis; “A volta ao mundo em 80 dias”, Julio Verne (T156), entre outros.

Em **Outros** agrupamos 21 estudos que abrangem artes não contempladas nos gêneros definidos *a priori* nessa pesquisa, ou que abrangem conjuntamente mais de uma modalidade dentre as já apresentadas. A título de exemplo, no estudo T54 temos a arte urbana – especialmente o grafite – aliado à pintura *An Experiment on a Bird in the Air Pump*, de Joseph Wright of Derby. Também o Festival Folclórico de Parintins e suas implicações no ensino de ciências estão presentes em T70 em que, mais especificamente, o enfoque volta-se às atividades e ao fazer artístico que ocorrem nos galpões dos Bumbás (espaços para a preparação dos espetáculos, para as construções de alegorias etc. da festa dos bois bumbás de Parintins).

Em T97, o objeto de análise são escritos de Leonardo Da Vinci, principalmente aqueles reunidos no “Código do Voo”. Embora tais escritos apresentem aspectos científicos, são classificados também como obra de arte de Da Vinci, pois,

Em seus esboços, há tantos modelos de planadores como de projetos mais ousados, onde o homem poderia voar, imitando os pássaros e simulando o bater de suas asas. Para essas idealizações, Leonardo da Vinci fez estudos não somente do movimento do voo dos pássaros, como de sua anatomia e os efeitos da resistência do ar no voo. (T97, p. 34)

Também estão incluídos nessa categoria a construção e a avaliação do modelo cenográfico intitulado “Artéria gigante”, no centro de Ciências Espaço Ciência Viva (T123). De acordo com a autora,

A “Artéria Gigante” é uma arte-instalação adaptável que reproduz uma artéria humana em grande escala, representando de forma criativa e dinâmica, diversos componentes celulares e moleculares do sangue e suas características (T123, p. 13).

A **Música** está presente em 18 estudos dentre os analisados. Nota-se, além da diversidade de gêneros e composições, o interesse em promover diálogos com a música no ensino de ciências a partir da utilização de letras de canções, dos contextos associados a elas e também os aspectos da física do som.

O estudo T7, por exemplo, incorporou fatos, fotografias e principalmente músicas que faziam parte do imaginário cultural da cidade de Capela Nova, entre os anos de 1930 e 1990, que poderiam ser relacionadas aos conteúdos de Biologia sugeridos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Tais documentos compuseram oficinas que almejavam resgatar a cultura da região por meio das canções: “Lenda Carijó” (1960), de Luiz de Assis França; “A rolinha” (1940), parte do folclore popular; “Fonte da Pedra” (1974), de Joaquim Tereza; “Homenagem aos Barbosas” e “Motosserra”, ambas sem data e de autoria desconhecida.

Uma coletânea de 78 músicas de toadas de bois da festa folclórica amazonense fizeram parte do estudo T15; já a música popular brasileira (MPB) foi abrangida no estudo T36, e alguns exemplos são “Asa Branca”, de Luiz Gonzaga; “O Ar”, de Vinicius de Moraes, Toquinho e Bacalov; “Luz do Sol”, de Caetano Veloso; “Cérebro eletrônico”, de Gilberto Gil; entre outras composições. Músicas como “Planeta Água”, “Segue a Seco”, “Sobradinho”, “Lixo no Lixo”, “Xote Ecológico”, “Lavar as mãos”, foram escolhidas por apresentarem visões relacionadas aos temas água, ambiente e saúde, com uma linguagem compreensível para os alunos (T69). Canções e paródias estão presentes em T81, T107, T122, T135 e T140 envolvendo os estudantes ativamente na composição de letras incluindo temáticas da Ciência.

Quando o foco é o instrumento musical, o Theremin aparece no estudo T113, que apresenta a história do instrumento, seu funcionamento e um guia para construí-lo, para que possa ser utilizado por professores de Física e de Música interdisciplinarmente.

No estudo T26, a acústica musical e suas relações com o ensino, aspectos da propagação do som, utilização da produção musical e discussão sobre tecnologias associadas à produção sonora estão presentes e a música aparece como um componente indispensável ao processo de ensino de acústica. O T106 trata de questões semelhantes, pois preocupa-se com percepção musical no ensino de ondas sonoras.

As formas de abordagem da música no ensino de ciências sugerem diferentes maneiras de ouvi-la e percebe-la. De acordo com Moares (1989), há diferentes modos de ouvir música, mas pelo menos três seriam dominantes – e parecem se encontrar nesse grupo de estudos analisados – são eles: i) ouvir com o corpo; ii) ouvir emotivamente; e iii) ouvir intelectualmente. Ouvir com o corpo é sentir em estado bruto, é empregar não apenas os ouvidos nesse ato, mas toda a pele, “é misturar o pulsar do som com as batidas do coração” (1989, p. 63). Ouvir emotivamente é sair da sensação bruta e entrar no campo dos sentimentos, da emotividade. Ainda segundo o autor, o terceiro modo de ouvir envolve dar-se conta que a música tem estrutura e forma, ou seja, organização dos elementos (MORAES, 1989).

A partir disso, compreendemos que os estudos analisados exploram essas diferentes maneiras de ouvir música. Explorar aspectos como a sensação orgânica, as relações estabelecidas com o interior dos ouvintes, a interpretação de letras das canções, os contextos nas quais elas foram inseridas, ou a física do som e do funcionamento de instrumentos, estão diretamente relacionados com a estrutura e a forma da música (mesmo que nos estudos não tenha sido tratada a teoria musical propriamente).

Um conjunto de 11 pesquisas foi agrupado na categoria **Pintura**, abordando obras de artistas específicos, de movimentos artísticos ou voltando a atenção para imagens artísticas de forma geral. São elas: T3, T23, T25, T53, T72, T73, T74, T75, T94, T130, T145.

No estudo T3, uma das pinturas destacadas foi a “Moça com Brinco de Pérola”, do pintor holandês Johannes Vermeer. Além dela, uma releitura da obra, pintada por Alvair Silva Gonçalves, fez parte da exposição “Câmara Escura”, organizada como parte do mesmo estudo. Entretanto, gostaríamos de destacar que

a câmara escura projetada para fazer parte da exposição pareceu ser o objeto de maior destaque.

Já os estudos T53 e T145 abrangem obras do impressionismo e do cubismo, respectivamente. Entre elas, citamos *Les Demoiselles d'Avignon* (1907), do espanhol Pablo Picasso (T53) e “Impressão, Sol nascente” (1872) do francês Claude Monet (T145), entre outras pinturas. Telas como “Um experimento com um pássaro na bomba de ar” (1768), “Alquimista em busca da pedra filosofal” (1771), e “Um filósofo dando uma palestra sobre o planetário” (1776), do pintor inglês Joseph Wright (1734 – 1797) estão presentes em T74.

A tese T23 discutiu a aproximação entre Arte e Ciência a partir do afresco *Madonna Assunta*, pintado por Cigoli na cúpula da Capela Paolina, na Basílica Papale di Santa Maria Maggiore em Roma. De modo mais geral, o estudo T25 discutiu o encontro entre Ciência e Arte nas aulas de ciências e focou sua atenção em imagens artísticas. E os estudos observacionais, envolvendo insetos e a flora, da artista e cientista renascentista Maria Sibylla Merian estão presentes no estudo T75.

Na categoria **Geral** estão presentes os estudos T20, T35, T39, T40, T59, T96, T112, T114, T129 e T133, que não abrangem tipos de artes específicos, mas Arte como um todo. Por exemplo, a tese T20, apresentou um estudo das convergências em pesquisa e ensino de Ciência e Arte, sem restringir ou privilegiar o tipo de Arte. Outro exemplo é o estudo T129 que trata dos conceitos de Ciência e Arte, suas relações e implicações na educação sem, no entanto, privilegiar nenhum tipo. Na dissertação T133, Arte e Biologia se entrelaçam, construindo relações entre imagens, escritas e experimentações do corpo.

As **histórias em quadrinhos** fazem parte de quatro estudos. Em T71 a chamada “arte sequencial” - da qual as HQ’s são parte (histórias em quadrinhos, tiras cômicas, charges e cartuns) - é utilizada para a educação científica. A autora dialoga com Waldomiro Vergueiro e Francisco Caruso para refletir sobre Arte Sequencial e educação. Em T100, quadrinhos das séries “Watchmen” e “Before Watchmen – Dr. Manhattan” são utilizados. Já em T132, o repertório varia entre tiras, cartuns, charges, fanzines, *comic-books* e mangás vinculados a temas científicos; e em T158 as charges ganham destaque.

Nos estudos que contemplam **fotografia** – T48, T67, T109 – notamos estreita relação entre conceitos de óptica e discussões sobre fotografia analógica e

digital. Não apenas as imagens representadas nas fotografias são discutidas, mas a história da fotografia, relacionando-a com a história da Luz (T48). No estudo T67, combina-se a aplicação da fotografia “[...] com material impresso (livros, jornais) e ferramentas da internet como mídias utilizadas nas estratégias de inserção do conhecimento biológico na escola” (p.17); Em T109, as atividades e discussões sobre esse tipo de arte culminaram na construção de uma câmera *Pin Hole*.

O termo *Pin Hole* (se lê “pin role”) significa “buraco do alfinete” em inglês e se refere às câmeras fotográficas muito primitivas feitas geralmente com latas. O termo se deve justamente porque essas câmeras utilizam um furinho feito com a ponta de um alfinete em vez de lentes de vidro. Apesar de muito simples, essas câmeras funcionam perfeitamente porque obedecem a todas as leis da física para a formação da imagem. (T109, p. 106)

A **dança**, arte abrangida nos estudos T63 e T64, foi o instrumento didático escolhido no primeiro para explicação de conteúdos sobre o sistema ósseo para alunos surdos. Segundo o autor, há aqueles que não cogitam a possibilidade de pessoas surdas dançarem, por relacionarem o “ouvir” como fundamental para essa atividade. Porém, surdos escutam sem ouvir, é um escutar metafórico, do qual fazem partes todos os sentidos, mesmo que no sentido fisiológico o ouvir não se materialize (T63). Nesse contexto, realizou-se uma oficina de dança de salão, com a pretensão de “[...] entender como os integrantes realizam os movimentos da dança nas três frentes: Movimentos de coordenação, equilíbrio e ritmo; expressão corporal utilizando recursos audiovisuais e estimulação auditiva” (T63, p. 26-27).

No estudo T64, o pesquisador cartografou as experimentações da atividade “Dança e Expressão Corporal” que integrou um conjunto de exercícios do eixo pedagógico “Interações Culturais e Humanísticas” de um curso de graduação. Diferentemente do T63, que explicitou se tratar de dança de salão, em T64 não é especificado o tipo de dança. Sobressaem-se aspectos da relação da dança com o corpo, movimentos e expressões corporais, bem como a ligação da dança com a música.

5.5 Interação entre Ciência e Arte

Nesse descritor, analisamos as interações entre Ciência e Arte nas dissertações e teses com a finalidade de discutir os diálogos com a Arte no ensino de ciências a partir das realizações dos pesquisadores.

Para isso, os 148 trabalhos cujo texto foi localizado foram analisados e organizados em duas categorias: **estudos de intervenção** e **estudos teóricos**. Como estudos de intervenção consideramos aqueles que envolvem planejamento, execução e posterior avaliação de ações e interferências em processos educativos formais ou não-formais dos sujeitos envolvidos. Por sua vez, os estudos teóricos compreendem investigações a partir de materiais, documentos ou de estudos anteriores. Foram classificados 122 (82%) estudos como sendo de intervenção e 26 (18%) estudos teóricos.

Dentre os exemplos de estudos de intervenção temos as denominadas pesquisa-ação, pesquisa participante, estudo de campo, experimental e estudo de caso. E como estudos teóricos consideramos a pesquisa bibliográfica, documental e estado da arte, por exemplo (GIL, 2008). Os códigos dos trabalhos pertencentes a cada tipo de estudo encontram-se na Tabela 12.

Tabela 12 – Distribuição das dissertações e teses por Tipo de Estudo.

Tipo de estudo	Titulação acadêmica	Quantidade	Código dos trabalhos
Intervenção	Mestrado Acadêmico	42	T2 T9 T10 T12 T19 T25 T26 T34 T39 T43 T44 T48 T49 T50 T53 T59 T64 T66 T68 T69 T70 T76 T82 T83 T87 T98 T99 T105 T115 T120 T121 T122 T123 T124 T126 T128 T132 T137 T138 T147 T151 T153
	Mestrado Profissional	61	T3 T7 T11 T13 T14 T15 T22 T24 T28 T30 T32 T38 T40 T42 T45 T46 T47 T52 T54 T55 T57 T58 T62 T63 T67 T71 T72 T73 T74 T75 T78 T80 T81 T84 T86 T90 T91 T92 T95 T100 T103 T104 T106 T107 T109 T112 T113 T116 T117 T119 T130 T131 T135 T139 T140 T142 T144 T146 T152 T156 T158
	Doutorado	19	T17 T18 T27 T31 T36 T60 T85 T89 T93 T96 T108 T114 T118 T125 T127 T141 T150 T155 T157
Teórico	Mestrado Acadêmico	18	T4 T16 T21 T35 T41 T51 T61 T77 T79 T88 T97 T101 T133 T134 T143 T145 T149 T154
	Mestrado Profissional	1	T94
	Doutorado	7	T20 T23 T29 T33 T129 T136 T148
Total		148	

Fonte: A autora (2021).

Nota-se que estudos de intervenção predominam sobre os de caráter teórico e correspondem, em sua maioria, a dissertações de mestrado. É compreensível a baixa existência de dissertações oriundas de mestrados profissionais com caráter exclusivamente teórico, pois os objetivos desses programas estão relacionados, geralmente, ao aprimoramento de profissionais em exercício nas salas de aula que, muitas vezes, desenvolvem intervenções nos ambientes em que atuam.

A partir disso, mapeamos as modalidades de diálogos entre Ciência e Arte com o intuito de compreender de quais maneiras a temática foi incluída no ensino de ciências. Procuramos identificar: i) o que foi realizado na prática pelos pesquisadores, ou seja, o que planejaram e desenvolveram no decorrer do estudo ii) se as perspectivas de integração entre conhecimentos disciplinares apresentavam

características multidisciplinares, interdisciplinares ou transdisciplinares de acordo com os pressupostos abordados no Capítulo 2.

Esclarecemos que, mesmo guardando semelhanças com a categorização quanto ao foco temático, o descritor **Interação entre Ciência e Arte** se diferencia por englobar, especificamente, as interações entre as duas áreas, características e particularidades relacionadas aos diálogos no ensino de ciências. Portanto, diferencia-se do foco temático. O trabalho desenvolvido por Turkka, Haatainen e Aksela (2017), analisando as integrações com artes desenvolvidas por professores de ciências finlandeses, inspirou a elaboração das categorias de análise desse descritor.

Na identificação das categorias principais, concentramos nossa atenção nos objetivos dos estudos, questões de pesquisa, procedimentos adotados e em trechos que revelavam os caminhos seguidos, resultados e contribuições. Identificamos temáticas no conteúdo analisado e agrupamos os que apresentavam semelhanças. Tal procedimento repetiu-se até que todos os estudos estivessem incluídos em uma, e apenas uma, categoria, nomeadas *a posteriori*:

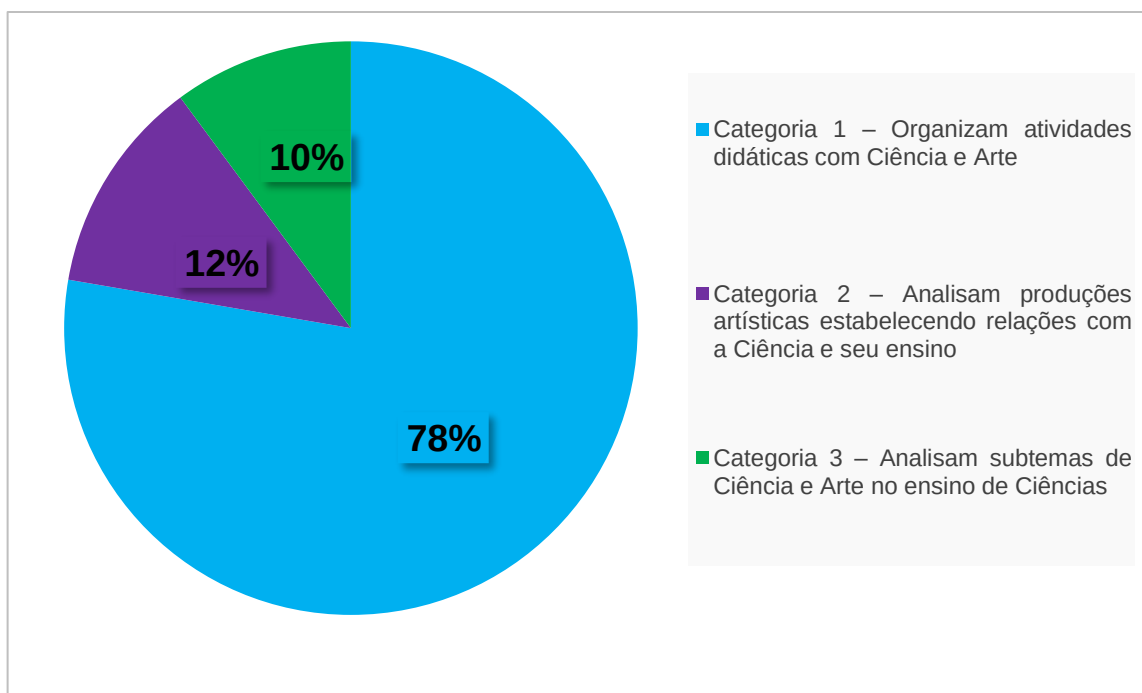
Categoria 1 – Organizam atividades didáticas com Ciência e Arte: a integração com Arte é organizada por meio de propostas didáticas, sequências didáticas, intervenções e atividades desenvolvidas com base na Ciência. Por exemplo, trabalhar conteúdos de óptica em pinturas, interpretar temas científicos em letras de músicas e identificar aspectos científicos em obras literárias. Também, a integração é organizada tendo como base a Arte, sendo a Ciência um dos aspectos presentes, mas não o principal, pois incluem a elaboração de obras artísticas pelos participantes da pesquisa, como, por exemplo, uma proposta na qual estudantes produzem uma peça de teatro.

Categoria 2 – Analisam produções artísticas estabelecendo relações com a Ciência e seu ensino: promovem discussões, interpretações e diálogos entre Ciência e Arte a partir da análise de produções artísticas (literatura, pinturas, filmes etc.).

Categoria 3 – Analisam subtemas de Ciência e Arte no ensino de ciências: analisam subtemas específicos que podem ser incluídos na temática Ciência e Arte no Ensino de Ciências.

Na Figura 12 apresentamos o percentual de estudos pertencentes a cada categoria.

Figura 12 - Percentual de estudos por Categoria de Integração entre Ciência e Arte.



Fonte: a autora (2021).

Observamos o predomínio de estudos que desenvolvem atividades didáticas, sejam com base em Ciência ou em Arte, o que vai ao encontro da predominância de estudos de caráter de intervenção. Na Tabela 13 identificamos os estudos pertencentes a cada categoria.

Tabela 13 – Quantidade de dissertações e teses por categoria de Interação entre Ciência e Arte

Categoria	Quantidade	Código dos trabalhos
Categoria 1– Organizam atividades didáticas com Ciência e Arte	115	T2 T3 T7 T9 T10 T11 T12 T13 T14 T15 T17 T18 T19 T22 T24 T25 T26 T27 T28 T30 T31 T32 T34 T36 T38 T39 T40 T42 T43 T44 T45 T46 T47 T48 T49 T50 T53 T54 T55 T57 T58 T59 T62 T63 T64 T66 T67 T68 T69 T70 T71 T72 T73 T74 T75 T76 T78 T80 T81 T82 T83 T84 T85 T86 T87 T89 T90 T92 T93 T95 T98 T99 T100 T103 T104 T105 T106 T107 T108 T109 T112 T113 T114 T115 T116 T117 T118 T119 T120 T121 T122 T124 T125 T126 T127 T128 T131 T132 T135 T138 T139 T140 T141 T142 T144 T146 T147 T150 T151 T152 T153 T155 T156 T157 T158
Categoria 2 – Analisam produções artísticas estabelecendo relações com a Ciência e seu ensino	18	T4 T16 T21 T23 T33 T41 T61 T77 T79 T88 T97 T101 T134 T136 T137 T148 T149 T154
Categoria 3 – Analisam subtemas de Ciência e Arte no ensino de ciências	15	T20 T29 T35 T51 T52 T60 T91 T94 T96 T123 T129 T130 T133 T143 T145
Total	148	

Fonte: A autora (2021).

Categoria 1 – Organizam atividades didáticas com Ciência e Arte

Essa categoria inclui a maior quantidade de estudos (78% do total), nos quais foram desenvolvidas atividades didáticas baseadas em Ciência ou baseadas em Arte. No primeiro caso, à Arte é atribuído o papel de auxiliar na abordagem de conceitos ou conteúdos científicos e na motivação para aprender; no segundo, os sujeitos participantes se envolvem ativamente em produções artísticas nas quais há aspectos de Ciência. Sendo assim, destacaremos atividades didáticas que envolvem integrações dessas duas formas.

Ao analisar a integração em atividades didáticas baseadas em Ciência, verificamos a presença de diferentes tipos de artes. Dentre os destaques, chama a atenção a inserção da literatura. Nesses casos, as atividades são realizadas com textos de diferentes gêneros literários para abordar aspectos científicos. Compreendemos que as atividades didáticas desenvolvidas nesses estudos

apresentam perspectiva interdisciplinar, pois além de contribuírem para a compreensão de conteúdos relacionados à Ciência, integram reflexões a respeito da própria literatura.

Por exemplo, o autor do estudo T24 destaca que um dos aspectos interdisciplinares de se trabalhar com o cordel em sala de aula é a criação, envolvendo compreensões sobre métrica, rima e estrutura da sextilha. Dessa maneira, o texto literário auxilia no entendimento do conteúdo científico de modo integrado à forma e à construção de um texto. Sinaliza também a importância da leitura e da escrita, normalmente restritas à disciplina de Língua Portuguesa, no ensino de ciências e no processo educativo em geral.

Além do diálogo com temáticas da Língua Portuguesa, no desenvolvimento de atividades didáticas envolvendo literatura há integração com conteúdos de outras áreas, tais como Biologia, Física, Química e História, contribuindo, inclusive, para a compreensão sobre a construção do conhecimento.

Quando as atividades utilizam textos literários para contribuir com o ensino do conteúdo científico, sem considerar seu potencial para o diálogo com temas além da Ciência, entendemos que as propostas estão mais próximas de abordagens multidisciplinares, ainda que seus autores as apresentem como interdisciplinares.

Retomando a discussão sobre os conceitos de multidisciplinaridade e interdisciplinaridade apresentada no Capítulo 2, enfatizamos que estariam próximas da primeira as abordagens que se utilizam das artes para colaborar com o ensino de conteúdos científicos, enquanto na interdisciplinaridade haveria enriquecimento tanto do conteúdo científico quanto do artístico. Morin (2005, p. 51) afirma que “o que está além da disciplina é necessário à própria disciplina” e, nesse sentido, a Arte é necessária à Ciência, mesmo que esse diálogo não constitua um conteúdo específico dentro dos currículos escolares.

A música, quando presente em atividades didáticas, é utilizada como meio facilitador e estratégia para o ensino de ciências, além de motivação para aprender. A contextualização de suas letras auxilia na alfabetização científica e, ainda, sensibiliza os estudantes para temas científicos e culturais (T15; T36; T69). A integração da música no ensino de ciências se dá na análise interpretativa de letras das canções assim como por meio da contextualização de aspectos físicos do som (T26; T106).

Em atividades baseadas em Ciência, ganham destaque estudos que abrangem filmes de forma geral. Reiteramos a importância desse tipo de arte para a construção de visões críticas sobre temas como gênero e sexualidade, para um enfoque CTS, e para a abordagem da natureza da Ciência, por exemplo. Em T28, filmes são utilizados com um enfoque CTS, enfatizando-se que as situações representadas nas imagens podem ser contextualizadas com o real, e que a atividade desenvolvida passa a servir não apenas para falar sobre Ciência e Tecnologia, mas para relacioná-las com a sociedade em um caráter interdisciplinar. De acordo com o autor, a adoção do enfoque CTS com a utilização de filmes proporcionou a interdisciplinaridade e a contextualização, e isso foi indispensável para “[...] o processo de desenvolvimento de competências, capacidades e habilidades, a fim de que pudessem compreender e atuar na sociedade científico-tecnológica” (T28, p. 121).

Nos estudos apresentados até aqui, podemos dizer que, nas práticas interdisciplinares, foram articulados conceitos de diferentes disciplinas, gerando novos significados para os conteúdos. Nessa perspectiva, as ações podem ser organizadas de modo a possibilitar reflexões por parte dos alunos, incentivando a aplicação de suas ideias em situações específicas, e estimulando a avaliação do resultado.

Também merecem destaque as atividades desenvolvidas no âmbito da formação docente que possibilitam reflexões sobre Ciência e Arte no ensino de ciências. Aliás, é importante ressaltar que, de forma geral, as iniciativas apresentadas nessa tese só foram possíveis devido a atuação de professoras e professores nos processos de concepção, elaboração e desenvolvimento de atividades envolvendo Ciência e Arte.

Nessa perspectiva, o estudo T25 investigou as contribuições da Arte para a motivação e o sucesso na aprendizagem de ciências em ambientes escolares. Isso foi realizado a partir de percepções sobre a importância de uma disciplina chamada “Ciência e Arte” para o aprendizado e a prática pedagógica dos licenciandos participantes. A disciplina era optativa dentro da matriz curricular de cursos de licenciatura em Matemática, Química, Biologia e Física da IES na qual o estudo foi realizado. Destacamos, particularmente, a importância de informações visuais e estéticas na formação docente e a dimensão da comunicação, conforme ilustra o trecho a seguir:

Nessa linha de pensamento acreditamos que, quanto mais informações visuais e estéticas os alunos adquirem, mais inferências poderão fazer em suas propostas de aulas. E convém lembrar que aquilo a que consideramos e chamamos de arte nem sempre foi criado para ter somente aspectos estéticos. As dimensões da comunicação são observáveis tanto na esfera da arte quanto da ciência. Ambas repletas de possibilidades de criativas interações. (T25, p. 95)

Além disso, ressaltamos o quão interessante uma disciplina sobre essa temática pode ser no currículo das licenciaturas, permitindo uma formação mais completa dos futuros docentes. Mesmo que o currículo em si não seja interdisciplinar, a existência de disciplinas que integrem saberes, aparentemente, opostos à Ciência, na perspectiva do princípio dialógico apontado por Morin (2005) propicia aos futuros docentes experiências que permitem um olhar para o conhecimento, considerando a interligação de saberes, com uma visão menos simplificadora do universo.

Entre as atividades que proporcionaram aos participantes a criação artística, encontramos indícios interdisciplinares e transdisciplinares. Há estudos que ressaltam a integração de conhecimentos apoiada em uma visão de mundo que considera as diversas partes da realidade interagindo entre si. Não é possível compreender um sistema complexo com base apenas na compreensão de partes isoladas, portanto, esses estudos estão em sintonia com as ideias que defendemos.

Destacaremos os principais aspectos revelados por esses estudos destacando três exemplos – T2, T9 e T122 – que se propõem a promover a transdisciplinaridade na organização e desenvolvimento de atividades com a criação de obras de arte conceitual, teatral, e musical, respectivamente.

No desenvolvimento de um projeto de criação artística, há a possibilidade de estimular o pensamento criativo, o espírito investigativo e o domínio de habilidades e competências diversas. O sucesso de uma obra finalizada pode despertar um sentimento de prazer e elevar a autoestima do criador, de forma que as elaborações mentais e dimensionais envolvidas “[...] são naturalmente abrangentes às múltiplas áreas do conhecimento e, portanto, ricas de possibilidades de aproximação através de abordagem interdisciplinar ou mesmo, transdisciplinar nas práticas educativas” (T2, p. 15-16).

No estudo T2, a aprendizagem de conceitos científicos ocorreu mediante intervenção de arte conceitual e utilizou-se como material expressivo da produção artística a resina sintética PET (Politereftalato de Etileno) e um biopolímero. Os alunos

participantes testaram artisticamente a versatilidade do material e utilizaram de conteúdos curriculares transdisciplinarmente para fazer suas interpretações e construir peças conceituais. A abordagem transdisciplinar utilizada pela autora pautou-se em Fourez (2001), para quem ela ocorrerá quando noções, métodos e competências de uma disciplina forem utilizadas dentro da estrutura de outra e em um contexto novo. Assim, essas abordagens são chamadas de transversais e podem ser consideradas segundo duas perspectivas:

numa visão platônica, esses conceitos e essas abordagens existem independentemente de contextos, devendo ser ensinados de forma geral ou abstrata; numa visão construtivista, ocorre a transferência de uma disciplina para outra, através da modelização de um núcleo, que será transposto, e de uma adaptação posterior ao plano do contexto. (T2, p. 65)

Um ponto mencionado pela autora de T2, e que merece atenção em situações como essas, é a possível necessidade do professor se apropriar de conteúdos que vão além da sua disciplina específica de formação. Considerando temas de Ciência e Arte, entendemos que esse fato pode se revelar uma limitação para o professor de áreas da Ciência e, conseqüentemente, uma limitação para inserções integrando ciências e artes em sala de aula.

Em T9, referenciais teóricos como Morin (2000; 2005) e Nicolescu (2000) são utilizados como base para considerações acerca de inter e transdisciplinaridade. A atividade realizada pautou-se na representação de uma peça teatral por alunos de primeiro ano do Ensino Médio, cuja temática retratou a luta entre a Igreja e Galileu. A atividade prática foi precedida por pesquisas e seminários de preparação para os alunos sobre quatro revoluções: científica, artística, político-religiosa e filosófica. Nesse contexto,

o processo de encenação da peça teatral exigirá a confluência de diversos saberes [...]. Por sua vez, trabalhar em torno a um projeto de encenação teatral envolverá uma problematização do processo de construção do conhecimento científico junto à aprendizagem de diversos conceitos de Física, Química e Biologia. (T9, p. 41)

Assim, a abordagem transdisciplinar é complementar à aproximação disciplinar, como podemos observar no Artigo 3 da Carta da Transdisciplinaridade, elaborada em 1994 por um comitê de redação composto por Lima de Freitas, Edgar Morin e Basarab Nicolescu:

[...] faz emergir da confrontação das disciplinas dados novos que as articulam entre si; oferece-nos uma nova visão da natureza e da realidade. A

transdisciplinaridade não procura o domínio sobre as várias outras disciplinas, mas a abertura de todas elas àquilo que as atravessa e as ultrapassa. (FREITAS; MORIN; NICOLESCU, 2000, p. 168)

Segundo o autor de T9, a História da Ciência se destaca como conteúdo interdisciplinar pela forma de pensar a Ciência e sua evolução. Na atividade proposta nesse estudo, o ensino de ciências foi contextualizado em sua história, frisando a não linearidade e as diferentes leituras possíveis de serem feitas sobre acontecimentos históricos.

O estudo T27 compreende a dinâmica de jogos teatrais e se assume como uma proposta de abordagem interdisciplinar. Contudo, em alguns aspectos observamos traços de transdisciplinaridade, pois, entre outros aspectos, a dinâmica visou valorizar a sensibilidade, sensorialidade, criatividade, dimensão de ruptura com o senso comum, referência à beleza e à ludicidade, aprofundando a escuta e o diálogo verbal e não-verbal. Retomando ao conceito, Machado, Rocha Filho e Lahm (2018) destacam que a transdisciplinaridade está além das disciplinas e é uma prerrogativa do ser, uma atitude.

No estudo T27, tornou-se mais presente uma dimensão corporal e expressiva associada à reflexão sobre o conhecimento físico e a atuação docente. O autor encontra no educador espanhol Jorge Larrosa referências sobre uma perspectiva educacional fundamentada na *experiência*, compreendendo esse termo “[...] em referência à abertura necessária para que os acontecimentos supostamente exteriores nos deixem marcas, nos aconteçam, nos transformem” (T27, p. 26). Assim, uma abordagem baseada na experiência, como essa proposta com jogos teatrais, dá abertura para a sensibilidade não apenas em sua dimensão intelectual, mas também afetiva, emocional e sensorial. São dimensões que ultrapassam os saberes disciplinares e fragmentados, possibilitando aos sujeitos envolvidos experimentarem a complexidade da condição humana.

Essa perspectiva nos leva mais uma vez a concordar com Morin (2005) no que se refere à religação de saberes a partir do ser humano, mostrando tanto seus aspectos biológicos, como psicológicos e sociais, pois “[...] desse modo, poderia chegar às disciplinas, mantendo nelas a relação humana e, assim, atingir a unidade complexa do homem” (p. 69).

Quando os alunos participam ativamente da construção de objetos artísticos em aulas de ciências, a criatividade é um aspecto que merece destaque. Geralmente associada às artes, a criatividade também é um elemento fundamental na Ciência e no seu ensino.

[...] o diálogo, a colaboração e o compartilhamento de saberes, seja nas ciências, nas artes, ou em quaisquer outras áreas do conhecimento, são componentes fundamentais ao exercício da criatividade entendida a partir de um estado poético. Ou seja, um estado advindo da raiz grega *poiesis*, portanto, para além de um sentido poético aplicável unicamente à escrita de poemas. Assim entendido, em referência a condições profundas de criatividade, tanto o cientista quanto o artista compartilham momentos de estado poético, considerando-se com os devidos critérios suas áreas de atuação que, evidentemente, não se confundem. (FUSARO, 2020, p. 32)

O que parece ser comum em nos estudos que integram Ciência e Arte analisados, é a aproximação do ensino de ciências com a experimentação de linguagens artísticas, alguns em níveis mais profundos do que outros. Ainda assim, diante de uma estrutura de ensino que privilegia a fragmentação do saber, o enclausuramento disciplinar, o desligamento das ciências da natureza das ciências humanas (MORIN, 2010), a memorização e a não criticidade, qualquer intencionalidade em romper esses aspectos, como através de diálogos entre Ciência e Arte, é essencial para o tipo de educação de almejamos.

É importante enfatizar que grande parte dos estudos apresentam o intuito de ir além do conhecimento específico e das barreiras disciplinares, mesmo que as abordagens são sejam, de fato, propostas interdisciplinares/transdisciplinares na sua totalidade. Fazenda (1995), em estudo sobre ensino interdisciplinar no Brasil, destaca a proliferação de práticas intuitivas, uma vez que “[...] em nome da interdisciplinaridade, rotinas estabelecidas são condenadas e abandonadas, e slogans, apelidos e hipóteses de trabalho são criados; muitas vezes eles são improvisados e mal estabelecidos” (p. 7). Ou seja, toma-se emprestado o rótulo “interdisciplinar”, sem que, necessariamente, haja interesse em práticas interdisciplinares. Nessa perspectiva, propor “atividades transdisciplinares”, sem definir seu significado, pode levar ao equívoco de qualificar uma ação como transdisciplinar, sem que de fato o seja.

Reforçamos que integrar Ciência e Arte no ensino de ciências, principalmente de modo transdisciplinar, mobiliza a sensibilidade, as emoções e a criatividade no processo de aprendizagem dos estudantes e na formação desses

enquanto seres humanos. Desse modo, contribui para uma maior consciência social, para a “sabedoria de viver junto”, e para o ensino da ética da compreensão planetária (MORIN, 2000, p. 78).

Categoria 2 – Analisam produções artísticas estabelecendo relações com a Ciência e seu ensino

Nessa categoria encontramos 18 estudos (12% do total), os quais analisam obras artísticas com o sentido de explicitar diálogos com a Ciência e seus desdobramentos no ensino. Apresentaremos, a seguir, os aspectos da integração entre ensino de ciências e artes e os potenciais pedagógicos que mais se destacam nessa perspectiva.

Devido à riqueza de possibilidades e aspectos compreendidos pela interface entre literatura e Ciência, novamente esses estudos se sobressaem. Entre os que abrangem obras literárias, o estudo T4 articula literatura infantil e ensino de ciências na análise de uma coleção de livros, tanto do ponto de vista da forma quanto do conteúdo; T16 foca em três romances (“Sonhos de Einstein” (1992) de Alan Lightman, “Tau Zero (1970) de Poul Anderson e “O Tempo e o Espaço do Tio Alberti (1989) de Russel Stannard); T21 realizou uma análise semiótica de três contos fantásticos (“O Pirotécnico Zacarias” (1974) de Murilo Rubião; “Os Jardins de Veredas que se Bifurcam” (1944) de Jorge Luís Borges; e “A Milésima-segunda Noite de Xerazade” (1845) de Edgar Allan Poe; por sua vez, T33 se volta para o potencial pedagógico existente entre a literatura e a Ciência, a partir de obras de Monteiro Lobato; T88 debruçou-se sobre a obra “Usina”, do autor brasileiro José Lins do Rego; e em T154 é analisado o livro “Morangos Mofados”, de Caio Fernando Abreu.

Mesmo tratando-se de tipos de textos diferentes, esses estudos apontam que obras literárias podem contribuir para a diálogo entre a Arte e o ensino de ciências, e que sua utilização enquanto recurso e material educativo para o ensino de conteúdos científicos é promissora.

Nesses casos, foi possível identificar relações interdisciplinares, apontadas pelos próprios autores, para abordagens no ensino de ciências. A potencialidade para o ensino reside em diversos aspectos, tais como a importância de combater a crise da leitura e da escrita no processo educativo. Dessa forma, a interdisciplinaridade, na

medida em que se propõe a superar visões compartimentalizadas que prevalecem nas escolas, pode incentivar a leitura e a escrita independente da disciplina que leciona o professor.

Além disso, nossas análises apontaram a possibilidade instrumental dos textos, por exibirem conceitos científicos, equívocos conceituais, relações éticas, culturais, sociais entre outros, no contexto do ensino de ciências e da formação docente. Por exemplo, os textos literários:

podem facilitar a elaboração de abordagens didáticas que insiram o conhecimento científico em uma realidade complexa de relações que transcendam o conhecimento específico da química, permitindo ao professor a percepção de que a ciência mantém uma multiplicidade de relações com outras áreas do conhecimento. (T33, p. 9)

Tais resultados estão em consonância com as contribuições apontadas por estudos que fazem parte da Categoria 1 “Organizam atividades didáticas entre Ciência e Arte”.

Outro aspecto revelado foi a proposição da leitura como investigação e como analogia, no sentido de o texto literário ser encarado como “[...] um material experimental a ser investigado, nos moldes de uma investigação científica realizada em laboratórios nas aulas de Física” (T21, p. 37). Ou seja, uma análise do texto literário envolvendo situações problema, elaboração de hipóteses e interpretações sobre o que está sendo averiguado. Seria possível problematizar temas de viagens espaciais ou viagens no tempo, por exemplo, construindo uma investigação em moldes “científicos” a partir de um filme ou da leitura de conto ou romance.

A leitura de textos literários como analogia permite mais de uma interpretação, reforçando a ideia de que “[...] as analogias têm como papel principal facilitar tanto a criação quanto a assimilação de um conceito” (T21, p. 40), e sua utilização permite dar significado às interpretações dos textos literários.

Também é necessário enfatizar que a utilização de trechos de obras literárias que apresentam potencial interdisciplinar com o ensino de ciências não substitui a leitura e a compreensão da obra na íntegra, seja um romance, poema, conto etc. (T33). Esse potencial interdisciplinar está relacionado à aprendizagem de conceitos ou conteúdos científicos presentes nos textos, questionamento de equívocos conceituais, uso de analogias e provocação da imaginação.

Ao analisar produções artísticas com o intuito de estabelecer conexões com o ensino de ciências, apontamentos sobre outro aspecto desabroçam. É a argumentação de que atividades da Ciência – e não apenas da Arte – são elementos que fazem parte da cultura. Assim como Zanetic (1989) afirmou em “Física também é cultura”, o autor de T33, apoiando-se em Candido (1995), destaca o poder humanizador da literatura ao reforçar a relevância de “[...] mostrar que a ‘química também é cultura’ e que para totalizar sua plena compreensão é necessário incluir, ao lado teórico e experimental, a história e a filosofia da ciência, bem como elementos sociais e interações com outras áreas” (T33, p. 227).

O contato com os personagens durante a leitura pode possibilitar ao leitor elementos fundamentais para resgatar a humanidade, como “[...] a capacidade de reflexão, a busca pelo saber, a valorização do próximo, a sensibilidade à beleza e a capacidade de perceber a complexidade do mundo e do homem assim como os problemas da vida” (T33, p. 204).

Além de obras literárias, nos estudos incluídos na Categoria 2 também são analisadas pinturas, produções cinematográficas e teatrais, e, a partir dessas análises, explicitaremos possibilidades de integração com o ensino de ciências. No caso de obras cinematográficas (T61; T77; T79; T101; T136; T148; T149), revela-se o potencial pedagógico para colaborar com o ensino e divulgação da Ciência.

Após examinar as representações sobre a natureza da Ciência em 14 filmes de ficção científica, a autora do estudo T148 destaca a utilização de filmes como um dos principais recursos para a divulgação científica, por ser um importante veículo de comunicação em massa. Através da metodologia de análise fílmica proposta por Vanoye e Goliot-Leté (2006), associada à análise de conteúdo categorial temática de Bardin (2011), a autora explorou aspectos como: representações de gênero na Ciência, imagens do cientista, individualidade da Ciência, neutralidade da Ciência, relações entre Ciência e sociedade, e natureza do conhecimento científico.

Nas análises, destacam-se a diversidade das representações sobre natureza da Ciência; o gênero masculino em predominância; o estereótipo de cientista como herói; e a existência de intervenções políticas e econômicas vinculadas às pesquisas científicas.

O intuito é demonstrar a possibilidade de expandir o olhar crítico do aluno, ao assistir filmes comerciais, buscando assim desenvolver essa habilidade de

interpretação no aluno, para que ele não identifique esse objeto apenas como fonte de diversão. (T148, p. 234)

Além de ser um instrumento para divulgação científica, as análises revelam que os filmes podem desmitificar ideias sobre a Ciência e cientistas, que geralmente permeiam o imaginário dos estudantes. Nas palavras do autor de T77,

[...] os filmes podem ensinar que a ciência não se desenvolve a partir de seres anormais com qualificações genéticas superiores, os cientistas são pessoas comuns motivadas pelos seus sonhos, necessidades, inquietações, contextos e outros. [...] Os filmes podem ensinar que a ciência é um empreendimento humano, que reflete as necessidades de um contexto, sofre influências políticas, econômicas, sociais e culturais. Que assim como qualquer atividade humana, ela é suscetível a erros e deve ser questionada mediante a argumentos e dúvidas, ela jamais pode ser considerada absoluta ou “dona da verdade”. (T77, p. 125)

Os filmes podem ser importantes também para representar discursos científicos, ensinando-nos criticidade, criatividade, reflexividade e abertura para dialogar com múltiplas linguagens e culturas, assim como discutir sobre Ciência. A obra cinematográfica pode nos posicionar diante dela como um cientista “[...] que precisa questionar-se e sentir-se inquieto quanto as respostas, para buscar novas perguntas criando-se então um ciclo eterno de aprendizado e busca pelo conhecimento” (T77, p. 126).

O autor de T136 chama atenção para um fato importante. Segundo ele, os filmes são, geralmente, usados em sala de aula como estratégia de diversificação e como complementação do conteúdo que foi trabalhado, o que pode contribuir com a desconsideração do filme como produção artística, enquanto obra de arte. Isso seria “[...] equivalente a utilizar um livro como um calço para uma mesa em desnível” (T136, p. 124).

Sendo assim, seria importante que o professor, ao utilizar um filme em sala de aula como instrumento pedagógico, também chamasse atenção à sua constituição artística. Afinal, quando o roteiro de um filme tem como temática um fato histórico ou fenômeno científico, por exemplo, há adaptações e transposição para a linguagem cinematográfica para adequá-los aos significados fílmicos (T136).

Por fim, o estudo T23 explora a relação entre Arte e Ciência no Renascimento, as aproximações, distanciamentos, implicações pedagógicas e epistemológicas. A partir da análise da Lua craterada representada no afresco

Madonna Assunta, e da elucidação do relacionamento entre Cigoli e Galileu, foi possível argumentar sobre propostas teórico-práticas de reaproximação que vão ao encontro de um trabalho inter e transdisciplinar, e de forma transversal, no ensino, pesquisa e na formação de professores.

O que é mais fundamental: ela não ficou restrita a esta área. Expandiu-se, mesclou-se, transdisciplinarizou-se! No decorrer da pesquisa adentramos na história da arte, da matemática, da astronomia, da pintura, da educação, entre outras tantas áreas de conhecimento, num uníssono, sem as divisões cartesianas clássicas. (T23, p. 408)

Nosso olhar sobre a multi e a interdisciplinaridade estarem subordinadas à transdisciplinaridade é semelhante ao da autora do estudo T23, uma vez que esta apresenta um enfoque holístico do conhecimento e se apoia em diversas dimensões do ser humano para a compreensão do mundo: “é preciso retirar o conhecimento deste isolamento para ampliá-lo e acreditamos que a relação entre a arte e a ciência pode contribuir de maneira fundamental para esse fim” (T23, p. 385).

Essa visão reafirma que não apenas a parte está no todo, como o todo também está em cada uma das partes (MORIN, 2005), recomendando um rompimento com esquemas simplificantes. Assim, o estudo compreende a possibilidade de um trabalho interdisciplinar com o tema apresentado e sugere a aproximação entre Ciência e Arte como um dos caminhos para a transdisciplinaridade “[...] que levará ao fortalecimento das duas áreas, bem como, à construção de novos conhecimentos” (T23, p. 387).

De forma geral, a partir da análise de produções artísticas de diferentes tipos identifica-se diálogos com a Ciência. A partir da exploração e compreensão das características desses diálogos, é possível estabelecer conexões com o ensino de ciências, repensar possibilidades em sala de aula, compreender a importância da formação cultural de estudantes e professores, e, assim, entender a complexidade que envolve o conhecimento.

As contribuições para o ensino de ciências, discutidas na Categoria 2, estão em sintonia com os aspectos apresentados na Categoria 1. Na verdade, são possibilidades de integração entre ensino de ciências e artes que parecem se complementar, diversificam-se, ampliam-se e se aperfeiçoam na medida em que mais professores e pesquisadores se dedicam a elas.

Categoria 3 – Analisam subtemas de Ciência e Arte no Ensino de Ciências

Foram identificados 15 estudos (10%) na Categoria 3, numericamente menos representativa, que serão analisados a seguir. O conjunto desses estudos revela, diferentemente das categorias anteriores, uma preocupação em analisar as relações entre Ciência e Arte em períodos específicos da história ou a partir de situações, documentos e/ou estudos anteriores que tratam de diálogos entre essas áreas e o ensino de ciências.

De forma geral, é possível notar nesses estudos argumentos que remetem ao reconhecimento das relações entre Ciência e Arte na história e na construção do conhecimento, indo ao encontro do que foi apresentado no Capítulo 1. Além disso, discussões sobre o potencial educativo, que visam aproveitar as possibilidades dessas relações em ambientes de ensino, também estão presentes nos trabalhos. Tais estudos se tornam essenciais na medida em que abrangem reflexões sobre como ampliar as conexões entre Ciência e Arte no ensino de ciências a partir de seu reconhecimento como um todo, muitas vezes, partindo de estudos anteriores.

Por exemplo, o estudo T20 trata de convergências em pesquisa e ensino de ciências, a partir da análise documental sobre produções vinculadas à linha de pesquisa sobre Ciência e Arte do Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde, do Instituto Oswaldo Cruz. Nesse estudo foram investigados tanto grupos que atuam na interface Ciência e Arte quanto professores de ciências. Vale ressaltar que a pesquisa teve como pressuposto que “[...] na situação atual do ensino de ciências, a interdisciplinaridade entre ciência e arte pode aproximar aprendizes e apresentar novos argumentos na formação de professores” (T20, p. 7). Desse modo, a perspectiva da interdisciplinaridade entre ensino de ciências e artes constitui-se em um dos aspectos constatados no conjunto de estudos analisados.

Partindo da inferência da importância da interdisciplinaridade, os referenciais teóricos adotados em T20 reconhecem os diálogos entre Ciência e Arte ao longo da história e no percurso da construção do conhecimento. Segundo a autora, os estudos de Edgar Morin sobre complexidade e inadequação da fragmentação dos saberes entre disciplinas servem como contexto e base teórica para a promoção do diálogo entre Ciência, Arte e ensino de ciências. Aliado a isso, destaca a importância da criatividade (DE MASI, 2003; ROOT-BERNTEIN, 2001), diálogos entre a cultura

científica e a humanística (SNOW, 1995), e o papel da Arte como experiência humana a ser considerada em seus aspectos intelectuais e intuitivos (T20).

As articulações entre Ciência e Arte investigadas em T20, revelaram que suas intersecções são um tema estimulante no caminho de evitar a estagnação profissional dos educadores, além de possibilitar o questionamento e a ressignificação de sua formação. Também se destaca que “[...] o diálogo entre ciência e arte, a abertura para interdisciplinaridade, envolveu os educadores de tal forma, que podemos sugerir tal diálogo na formação de novas competências para o ensino de ciências” (T20, p. 174). Tais apontamentos indicam que a integração entre Ciência e Arte pode se constituir em uma vertente estruturante para o ensino de ciências e para a formação docente. Não apenas concordamos com esse aspecto, mas também o defendemos. O potencial dessas aproximações vai além da simples realização de atividades esporádicas em sala de aula.

Para que a integração entre Ciência e Arte não seja um caso pontual em aulas de ciências é fundamental o envolvimento e o comprometimento dos professores, para que as mudanças no ensino possam se processar, ainda que de forma lenta, de acordo com os contextos.

Em T52, defende-se a utilização das artes, mais especificamente do cinema, como um elemento integrador para a formação cultural e profissional de professores. Dessa forma,

A ideia de Formação Cultural poderá denotar uma multiplicidade de sentidos, já que tanto o termo cultura como o termo formação é igualmente polissêmico. [...] adotamos a ideia de Formação Cultural como o processo em que o indivíduo se conecta com o mundo da cultura, mundo esse entendido como um espaço de diferentes leituras e interpretações do real, concretizado nas artes (música, teatro, dança, artes visuais, cinema, entre outros) e na literatura. (T52, p. 25)

Destaca-se também que cultura e educação não se dissociam, uma vez que os processos educacionais, institucionais ou não, estão inseridos em uma cultura (T52).

Ainda no sentido de explorar as relações entre Ciência e Arte, o autor do estudo T129 aponta que estas se estabelecem de dois modos, predominantemente. O primeiro, seria a utilização de conceitos, produtos e técnicas científicas na produção de Arte. Outro, o uso da Arte como objeto de estudo e como meio para a divulgação científica (T129). O estudo apresenta como se estabelecem relações entre Ciência e

Arte e de que modo se relacionam com questões educacionais. Com o intuito de discutir essas relações, o autor toma como ponto de partida uma discussão sobre cultura científica e humanística, debruçando-se sobre o conceito de cultura no sentido atribuído por Snow (2015), que se refere ao termo como um conjunto de valores partilhados por um grupo.

Retomando os argumentos sobre cultura apresentados nos capítulos iniciais, concordamos com o autor de T129 ao ressaltar que não se busca unificar conceitos para um termo que apresenta diferentes significados; e acreditamos, assim como se destaca no estudo T52, que o sistema educacional propaga a dicotomia entre a cultura científica e a cultura humanística ao não incentivar/oportunizar o estabelecimento de relações entre elas.

Também merece destaque o debate acerca da relação entre Ciência e Arte a partir dos termos disciplina e interdisciplinaridade, apresentando tanto os significados de viés epistemológico quanto pedagógico. Para discutir suas implicações e importância no contexto educacional, é importante entendê-las como culturas e como disciplinas, e compreender características das atividades científicas e das artísticas a partir de aspectos históricos e filosóficos, por exemplo, buscando formas pelas quais se relacionam. É fundamental reconhecer que há pontos de divergência e de convergência entre essas atividades, aspectos que reforçam a importância de uma formação que permita estabelecer conexões com o ensino de ciências.

O autor de T129 constata que atividades científicas e artísticas foram clarificadas com base em questões de sua história e filosofia. Quanto a isso, é conveniente fazer um paralelo com o estudo T145, que discute o “[...] modo pelo qual os ambientes culturais e intelectuais da transição do século XIX para o século XX influenciaram tanto a relatividade restrita quanto o cubismo na construção de novas noções de espaço e tempo” (p. 8).

Reforça-se ainda que leis e documentos educacionais brasileiros, como a LDB/96, os PCN e a BNCC, indicam a importância, e a obrigatoriedade, tanto da área da Ciência quanto da Arte de formar cidadãos críticos e conscientes, o que exige a inserção de debates nas duas áreas para além da formação básica (T129).

É necessário, também, reportar considerações acerca de possibilidades de interação entre Ciência e Arte dentro da perspectiva não-formal, investigadas nos estudos T91, T123, T130, que focam em exposições e obras de instalação em

museus. A partir deles, podemos compreender algumas características a respeito das integrações entre ensino de ciências e artes para além da sala de aula. Destacamos o estímulo ao imaginário e cognitivo do público participante/visitante, possibilitando a aprendizagem de conteúdos de Ciência por meio do desenvolvimento da criatividade, imaginação, e provocando o visitante a interagir com a obra (T123).

Em síntese, a análise das interações entre Ciência e Arte nas dissertações e teses apontou que integrações entre ensino de ciências e artes acontecem, e de formas variadas. A maior parte das pesquisas promove essa integração organizando atividades didáticas com Ciência e Arte, nas quais prevalecem inserções de artes no ensino de ciências, seja fazendo delas um recurso para a compreensão de conteúdos científicos, seja possibilitando um diálogo mais amplo permitindo a criação artística.

Notamos que existem diferentes níveis de integração entre conteúdos e temas disciplinares, de forma que preponderam aspectos multidisciplinares, seguidos de interdisciplinares. Mesmo sendo desenvolvidas, geralmente, por um profissional de uma área específica do conhecimento em ciências, as intervenções indicam contribuições para o aprendizado e reflexões sobre saberes diversos.

Aspectos transdisciplinares são minoria, porém sua existência indique a possibilidade de abordar o ensino de ciências por meio da Arte, além de ser um caminho para regenerar a cultura pela religação da Ciência e das humanidades (MORIN, 2005). Destaca-se que a transdisciplinaridade não faz uma crítica aos conhecimentos específicos, mas sim às atitudes que definem os objetos sem relacioná-los com outros conhecimentos e com o que está entre eles. Ou seja, a crítica é quanto ao enclausuramento na disciplina, tendo-a como um fim em si mesma.

Estabelecer relações com a Ciência a partir da análise de produções artísticas possibilita aflorar reflexões sobre abordagens interdisciplinares no ensino, dialogando com outras disciplinas e temas, e abrangendo aspectos que não fazem parte da rotina tradicional do ensino de ciências.

Os subtemas de Ciência e Arte visam ampliar as discussões sobre a temática, principalmente suas implicações educacionais, destacando o potencial para o ensino de ciências. A análise desses estudos reafirma a necessidade de reformas na formação docente para que o ensino possa caminhar de maneira menos reducionista e simplificada.

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES

A presente tese representa uma contribuição para a área de Ensino de Ciências e para o entendimento das integrações entre ensino de ciências e artes realizadas no Brasil. A pesquisa propôs inventariar, pela primeira vez, a produção acadêmica nacional da área de Ensino de Ciências, sob a forma de dissertações e teses, que abordam diálogos entre Ciência e Arte. Assim, esta pesquisa teve o intuito de compreender quais caminhos de integração entre Ciência e Arte apresentaram-se nas pesquisas brasileiras produzidas na área de Ensino de Ciências entre 2000 e 2019.

Do ponto de vista da análise do panorama da Base Institucional, encontramos resultados interessantes. Dentre os 158 estudos analisados, a maior parte corresponde a dissertações de mestrado, sendo que as modalidades acadêmico e profissional apresentaram quantidades semelhantes. Tal resultado evidencia, dentre outros pontos, que diálogos entre Ciência e Arte estão presentes em sala de aula e, possivelmente, nos produtos educacionais desenvolvidos nos mestrados profissionais. Destacamos o aumento do número de publicações sobre o tema nos últimos anos e a evolução temporal da produção. Os resultados mostraram que quase 50% das dissertações e teses que compuseram o *corpus* da base institucional de análise foram defendidas entre 2017 e 2019. Tal resultado é promissor considerando a importância das contribuições para os processos educativos em ciências.

Se o crescimento das produções nos últimos anos é animador, não podemos afirmar o mesmo sobre a sua distribuição geográfica. Nossa pesquisa revelou que predominam estudos defendidos em instituições das regiões Sudeste e Sul, ou seja, as pesquisas envolvendo ensino de ciências e artes não abrangem o território nacional igualmente. Entretanto, precisamos considerar que esse resultado revela certa proporcionalidade entre a quantidade existente de programas de pós-graduação em Ensino de Ciências e a quantidade de estudos identificados em cada região.

Ao mesmo tempo, consideramos que a temática poderia ser mais amplamente abrangida, afinal, dos 96 programas existentes na área, as dissertações e teses analisadas foram encontradas em pouco menos da metade (47). Ou seja, em

49 programas nenhum trabalho envolvendo ensino de ciências e artes foi localizado entre 2000 e 2019, de acordo com os critérios utilizados nessa pesquisa.

Ainda com relação à distribuição geográfica, os estados do Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo são os que concentram o maior número de estudos, nos quais as instituições UTFPR, FIOCRUZ e USP lideram em números. Paralelamente, entre os nove docentes que mais orientaram as dissertações e teses que compuseram o *corpus* de análise, seis (67%) pertencem a programas dessas três instituições. Interpretamos esse resultado como um indicativo de consolidação de grupos, iniciativas e interesses de pesquisa voltadas para a temática Ciência e Arte no ensino.

Na análise dos descritores de Base Temática, nossa tese identificou que a maior parte das iniciativas de diálogos entre ensino de ciências e artes teve como foco a Arte como recurso no processo ensino aprendizagem, principalmente com atividades de caráter multidisciplinar e interdisciplinar. Reconhecemos a importância dessas propostas, mas, ao mesmo tempo, consideramos preocupante a ideia de que possam levar ao entendimento de que a Arte está em um patamar inferior, apenas a serviço do ensino de ciências, como um mero recurso, e que as possibilidades transdisciplinares não sejam exploradas.

Considerando que o professor é figura central para que diálogos entre ensino de ciências e artes se concretizem, é esperançoso o fato de que o foco em processos de formação de professores tenha relativamente se destacado. Entendemos que esse tema merece reflexões mais aprofundadas, uma vez que o resultado encontrado está atrelado a iniciativas pontuais em cursos de formação docente inicial e continuada, e não a propostas que envolvem o currículo ou os cursos de formação amplamente.

Considerando o aumento das produções nos últimos anos, é motivante também notar que, apesar de o Ensino Médio ser o nível escolar mais abrangido pelos estudos, inserções de diálogos entre ensino de ciências e artes são possíveis em todos os níveis escolares. Simultaneamente, verificamos a vasta gama de conteúdos científicos presentes em propostas de diálogos com as artes. Além da Ciência ser abordada de forma geral, estão presentes conteúdos da Física, Biologia e Química de modo mais específico.

Teatro, Cinema e Literatura foram tipos de arte mais recorrentes, e, no Ensino Médio, Teatro, Música e Cinema os mais abrangidos. Quando se trata do

Ensino Fundamental e Educação Infantil, a Literatura se destaca, enquanto no Ensino Superior o tipo mais frequente é o Teatro. Concluimos que isso pode ser um indicativo de que determinados tipos de arte podem ser mais bem trabalhados em certos níveis de ensino, seja devido à idade e aos interesses dos alunos, aos conteúdos curriculares, às características da linguagem artística, ou à relação com a própria formação do professor.

As relações entre conteúdos científicos e tipos de arte apontaram que a Ciência de forma geral é mais abordada por meio de Cinema e Literatura; conteúdos da Física são dialogados com Teatro; os da Biologia, com Cinema; e na Química se destacam Literatura e Música.

A expectativa sobre como as interações entre Ciência e Arte se caracterizariam, uma vez que permitiriam tecer considerações mais detalhadas sobre os caminhos de integração no ensino de ciências, apontou que os caminhos presentes nas dissertações e teses envolvem: i) a organização e desenvolvimento de atividades didáticas com base na Ciência e com base em Arte, em sua maior parte do âmbito do ensino formal e com abordagens multi e interdisciplinares, além do desenvolvimento de atividades voltadas para a educação não-formal, para a divulgação científica, e para abordagens transdisciplinares, mas em menor ocorrência, ou seja, são caminhos que precisam, ainda, ser muito mais explorados; ii) a compreensão de possibilidades de integração entre ensino de ciências e artes a partir de análises de obras de artes; iii) a ampliação das compreensões sobre relações entre Ciência e Arte e sobre estudos anteriores envolvendo a temática.

Vale destacar que aproximadamente oito em cada 10 pesquisas organizam atividades didáticas com Ciência e Arte, sendo que na maioria delas a integração se dá por meio de intervenções desenvolvidas com base na Ciência. As pesquisas que analisam produções artísticas, estabelecendo relações com a Ciência, e as que analisam subtemas de Ciência e Arte no ensino de ciências são aproximadamente duas em cada 10 analisadas. Notamos aqui um dado interessante, e que merece atenção. Há muito mais iniciativas que desenvolvem atividades didáticas do que estudos teóricos para compreender as possibilidades e dificuldades de integração, e para entender de maneira aprofundada as características das relações entre Ciência e Arte. No nosso ponto de vista, o contrário seria mais interessante, ou seja, quanto mais se compreende acerca das relações e das possibilidades, mais coerentes,

aprofundadas e significativas serão as atividades envolvendo ensino de ciências e artes.

Nessa perspectiva, reiteramos a necessidade e importância de compreender as relações entre Ciência e Arte, suas constituições enquanto campo do conhecimento e, conseqüentemente, a necessidade de sua reaproximação. Enfatizamos que a complexidade vai ao encontro das perspectivas de integração entre Ciência e Arte no ensino de ciências, uma vez que o pensamento complexo naturalmente abrange a interdependência entre esses campos. Aspectos como o enclausuramento disciplinar, dilaceramento resultante da especialização das ciências, desligamento das ciências da natureza das ciências humanas e a fragmentação do saber científico, já apontados por Morin (2015) como parte estrutural de um tipo de pensamento simplificador, e que permeiam o ensino de ciências, podem ser superados com a exploração dos diálogos entre Ciência e Arte. Vale destacar também que o pensamento complexo, no que tange Ciência e Arte, não é a resposta para todos os problemas do ensino de ciências, mas visa, entre outras coisas, superar a redução do conhecimento e repensar o saber.

Sob o ponto de vista da complexidade e dos saberes necessários à educação (MORIN, 2000), destacamos que através das artes, pode-se ensinar sobre *conhecimento pertinente* no ensino de ciências, uma vez que esse está diretamente ligado à capacidade de colocar o conhecimento de forma contextualizada e enxergar para além da barreira disciplinar. Além disso, aspectos como a aproximação da Ciência com a cultura, a valorização da solidariedade, diversidade, empatia e generosidade são possibilitados em situações que envolvem ensino de ciências e artes, e estão em consonância com os saberes necessários à educação previstas no pensamento complexo.

As considerações feitas aqui até nos permitiram compreender caminhos de integração entre Ciência e Arte no ensino de ciências, e mesmo que a análise e as reflexões sobre a temática Ciência e Arte nas pesquisas acadêmicas evidenciem avanços, um aumento na quantidade de produções não deve ser considerado isoladamente. É importante olhar para a essência das integrações que estão realizadas, visando superar a ideia da Arte a serviço do ensino de ciências. O entendimento, por parte dos professores, da importância dos diálogos com as artes, pode ser um fator determinante para que integrações com o ensino de ciências

ocorram. Nesse sentido, modelos de formação docente que não possibilitam espaço para esse tipo de aprendizagem ainda são uma limitação a ser superada.

Reiteramos nossa defesa da inserção de diálogos entre Ciência e Arte no ensino de ciências, considerando que o mundo e o próprio conhecimento não são compartimentados e disciplinares, tal como se apresentam no sistema educativo. A complexidade da integração entre Ciência e Arte e a multidimensionalidade do ensino consideram as proposições da própria realidade, que não é fragmentada e isolada.

Por fim, esperamos esta tese possa guiar outras investigações relacionadas ao Ensino de Ciências e à formação de professores mirando outros caminhos, lacunas e desafios. Acreditamos também que esta pesquisa poderá ter desdobramentos no ensino, servindo como ponto de partida para propostas entre ensino de ciências e artes em sala de aula, em espaços não-formais e na divulgação científica.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. F.; OLIVEIRA, E. C.; LIMA, A. G.; ANIC, C. C. Cinema e biologia: a utilização de filmes no ensino de invertebrados. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S.l.], v. 12, n. 1, p. 3-21, 2019. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/174>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- ALZENBERG, E. Arte e ciência. **Revista USP**, São Paulo, n. 103, p. 100-104, 2014. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/99174>. Acesso em: 20 jan. 2021.
- ANDRADE, S. A.; OLIVEIRA, R. D. V. L. QUEIROZ, G. R. P. C.; MELLO, W. Z. A abordagem CTS-Arte nos estudos das estações de tratamento de esgoto: uma prática no ensino fundamental. **Revista Práxis**, v. 6, n. 11, p. 65-79, 2014. Disponível em: <http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/praxis/article/view/615>. Acesso em: 17 ago. 2020.
- ARAÚJO-JORGE, T. C.; SAWADA, A.; ROCHA, R. C. M.; AZEVEDO, S. M. G.; RIBEIRO, J. M.; MATRACA, M. V. C.; BORGES, C. A. X.; ASSIS, S. S.; FORTUNA, D. B.; BARROS, M. D. M.; MENDES, M. O.; GARZONI, L. R.; DE LA ROCQUE, L.; MEIRELLES, R. M. S.; TRAJANO, V. S.; VASCONCELLOS-SILVA, P. R. CiênciArte® no Instituto Oswaldo Cruz: 30 anos de experiências na construção de um conceito interdisciplinar. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 2, p. 25-34, 2018. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252018000200010. Acesso em: 10 fev. 2020.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BARROS, M. **Livro sobre nada**. Rio de Janeiro/São Paulo: Editora Record, 1996.
- BARROS, M. **Memórias inventadas: a infância**. São Paulo: Planeta, 2003.
- BELLO, M. **Arts at CERN**. [S.l.] [2019]. Welcome. Disponível em: <https://arts.cern/>. Acesso em: 25 de mai. de 2019.
- BELTING, H. **O Fim da História da Arte**. São Paulo: Cosac Naify, 2006.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.
- BOSI, A. **Reflexões sobre arte**. 2. ed. São Paulo: Editora Ática, 1986.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base nacional comum curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>. Acesso em: 12 nov. 2020.
- BRAZ DA SILVA, A. M. T.; SUAREZ, A. P. M. S.; UMPIERRE, A. B.; QUEIROZ, G. R. P. C. Ciência e Arte: um caminho de múltiplos encontros. **Interacções**, n. 44, p. 70-

18, 2017. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/4109>. Acesso em: 02 dez. 2021.

CACHAPUZ, A. Arte e ciência no ensino de ciências. **Interacções**, n. 31, p. 95-106, 2014. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/6372>. Acesso em: 9 fev. 2020.

CALUZI, J.J.; ROSELLA, M.L.A. Edgar Morin: a complexidade subsidiando o ensino de ciências. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação nas Ciências*, 4., 2006, Bauru. **Anais [...]**. Bauru, 2006, p. 1-10.

CAMPANINI, B. D.; ROCHA, M. B. Ciência e Arte: contribuições do teatro científico para o ensino de ciências em atas do ENPEC. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2017, p. 1-10.

CANDIDO, A. **O direito à literatura. Vários Escritos**. 3. ed. São Paulo: Duas Cidades, 1995.

CARVALHO, E. A. Saberes complexos e educação transdisciplinar. **Educar**, n. 32, p. 17-27, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/er/n32/n32a03.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2020.

CAUQUELIN, A. **Teoria da Arte**. São Paulo: Martins, 2005.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência afinal?** São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.

CHIBENI, S. S. **O que é Ciência?** Departamento de Filosofia, UNICAMP, São Paulo. 2004. Disponível em: <https://www.unicamp.br/~chibeni/textosdidaticos/ciencia.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2021.

COUTINHO, A. **Notas de teoria literária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

COVALESKI, R. L. Artes e comunicação: a construção de imagens e imaginários híbridos. **Galaxia**, n. 24, p. 89-101, 2012. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/galaxia/article/view/8218>. Acesso em: 15 abr. 2020.

DAMÁSIO, A. R. **O erro de Descartes: emoção, razão e cérebro humano**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DE MASI, D. **Criatividade e grupos criativos**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003.

FACTS Festival. 2015. Disponível em: <http://facts2015.u-bordeaux.fr/>. Acesso em: 20 abr. 2019.

FACTS Festival. 2017. Disponível em: <https://facts2017.u-bordeaux.fr/>. Acesso em: 20 abr. 2019.

FACTS Festival. 2019. Disponível em: <<https://www.u-bordeaux.fr/Actualites/De-la-vie-de-campus/FACTS-2019-decollage-imminent>>. Acesso em: 11 mai. 2020.

FARES, D. C.; NAVAS, A. M.; MARANDINO, M. Qual a participação? um enfoque CTS sobre os modelos de comunicação pública da ciência nos museus de ciência e tecnologia. In: Reunión De La Red De Popularización De La Ciencia Y La Tecnología En América Latina Y El Caribe, 10., 2007, San José. **Ciencia, Comunicación y Sociedad**. San José: Red Pop - Unesco, 2007. p. 1 - 10. Disponível em: <https://www.cientec.or.cr/pop/2007/BR-DjanaFares.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2020.

FAZENDA, I. C. A. Critical-historical review of interdisciplinary studies em Brazil. **Association for Integrative Studies Newsletter**, v. 17, n. 1, 1995.

FERNANDES, R. C. A. **Inovações pedagógicas no ensino de ciências dos anos iniciais**: um estudo a partir de pesquisas acadêmicas brasileiras (1972-2012). 2015. 397 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/253974>. Acesso em: 01 abr. 2020.

FERREIRA, F. C. Arte: aliada ou instrumento no ensino de ciências? **Revista Arredia**, v. 1, n. 1, 2012. Disponível em: <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/arredia/article/view/1536>. Acesso em: 02 mai. 2020.

FERREIRA, F. R. Ciência e arte: investigações sobre identidades, diferenças e diálogos. **Educação e Pesquisa**, v. 36, n. 1, p. 261-280, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ep/v36n1/a05v36n1.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2020.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & Sociedade**, n. 79, p. 257-272, 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0101-73302002000300013&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em 17 jan. 2020.

FEYERABEND, P. K. Theoriticians, Artists and Artisans. **Leonardo**, v. 29, n. 1, p. 23-28, 1996. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1576272>. Acesso em: 24 mai. 2021.

FOUREZ, G. Fondements épistémologiques pour l'interdisciplinarité. In: LENOIR, Y.; REY, B.; FAZENDA, I. (Orgs.) **Les fondamentes de l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement**. Sherbrooke, Canadá: Éditions du CRP, 2011, p. 81-83.

FRANCISCO, C. A.; ALEXANDRINO, D. M.; QUEIROZ, S. L. Análise de dissertações e teses sobre o Ensino de Química no Brasil: produção científica de programas de pós-graduação em destaque. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 3, p. 21-60, 2015. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/21/6>. Acesso em: 16 jul. 2020.

FREELAND, C. **Teoria da Arte**: uma breve introdução. Porto Alegre: L&PM, 2019.

FREITAS, L.; MORIN, E.; NICOLESCU, B. Carta de transdisciplinaridade. In: **Educação e transdisciplinaridade**. Brasília: UNESCO, p. 167-171, 2000.

FREITAS, N. M. S.; GONÇALVES, T. V. O. Práticas teatrais e o ensino de Ciências: o teatro jornal na abordagem da temática do lixo. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 34, n. 68, p. 199-216, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/er/v34n68/0104-4060-er-34-68-199.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2020.

FUSARO, M. Ciência e Literatura em poiesis transdisciplinar. **Ciência e Cultura**, v. 72, n. 1, p. 32-36, 2020. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v72n1/v72n1a11.pdf>. Acesso em: 27 set. 2020.

GATTI, I. M. C.; CARVALHO, F. O.; AFONSO, A. F. Química e Arte contemporânea: uma abordagem interdisciplinar do tema lixo. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 4, n. 2, p. 95-117, 2018. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1753>. Acesso em: 18 jun. 2020.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL-PEREZ, D.; VILCHES, A. A importância da educação científica na sociedade actual. In: CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J. VILCHES, A. (Orgs.). **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005. p. 19-34.

GOMBRICH, E. H. **A história da arte**. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

GRANT, J.; PATTERSON, D. Innovative Arts Programs Require Innovative Partnerships: A Case Study of STEAM Partnering between an Art Gallery and a Natural History Museum. **The Clearing House: A Journal of Educational Strategies**, v. 89, p. 144-152, 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00098655.2016.1170453>. Acesso em: 10 jan. 2020.

GUIMARÃES, L. M, SILVA, C. S. A contribuição da Arte para a formação inicial de professores de Química. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p. 226-239, 2016. Disponível em: <https://proa.ua.pt/index.php/id/issue/view/334>. Acesso em: 10 jan. 2020.

HISSA, C. E. V. Transdisciplinaridade: breves notas acerca de limites e fronteiras da ciência moderna. **Revista Terceiro Incluído**, v. 1, n. 1, p. 90-105, 2011. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/teri/article/view/14391>. Acesso em: 23 mai. 2021.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional**: formar-se para a mudança e a incerteza. 9. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

ISAACSON, W. **Leonardo Da Vinci**. New York: Simon & Schuster, 2017.

KLEIN, J. T. Ensino interdisciplinar: didática e teoria. In: FAZENDA, I. (Org.). **Didática e Interdisciplinaridade**. Campinas: Papirus, 1998. p. 109-132

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2013.

LEÃO, I. Arte e Ciência: seminário destaca o legado de Mario Schenberg. **Jornal da USP**, São Paulo, 28 mai. 2014. Disponível em: <https://www5.usp.br/44012/arte-e-ciencia-seminario-destaca-o-legado-de-mario-schenberg/>. Acesso em: 15 jun. 2020.

LIGHTMAN, A. **Viagens no tempo e o cachimbo do vovô Joe**. São Paulo, 1998.

LIMA, L. G.; RICARDO, E. C. Física e Literatura: uma revisão bibliográfica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 577-617, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/2175-7941.2015v32n3p577/30630>. Acesso em: 15 ago. 2020.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

MACHADO, C.; ROCHA FILHO, J.; LAHM, R. Indicadores para identificação de atitudes transdisciplinares. *Revista Contexto & Educação*, n. 106, p. 6-20, 2018. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/7767>. Acesso em: 27 set. 2021.

MAGALDI, S. **Iniciação ao teatro**. São Paulo: Editora Ática, 1994.

MALINA, R. F. Art-Science: an annotated bibliography. **Art Journal**, v. 75, n. 3, p. 64-69, 2016. Disponível em: <https://artjournal.collegeart.org/?p=7855>. Acesso em: 13 dez. 2019.

MARTINAZZO, C. J. **A utopia de Edgar Morin**: da complexidade à cidadania planetária. Ijuí: Unijui, 2002.

MARTON, S. L. Complexidade, Música e formação para a vida. Aprender - **Caderno de Filosofia e Psicologia da Educação**, n. 5, p. 117-134, 2005. Disponível em: <http://periodicos2.uesb.br/index.php/aprender/article/view/3184/2665>. Acesso em: 5 jun. 2020.

MASSARANI, L; MOREIRA, I. C; ALMEIDA, C. Para que um diálogo entre ciência e arte. **História, Ciência e Saúde – Manguinhos**, v. 13, p. 7-10, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/KbcpxMxtDvjbHHchgqRxvpR/?lang=pt>. Acesso em: 29 jun. 2021.

MEGID NETO, J. Educação Ambiental como campo de conhecimento: a contribuição das pesquisas acadêmicas para sua consolidação no Brasil. **Pesquisa em Educação Ambiental**, Rio Claro, v. 4, n. 2, p. 95-110, 2009. Disponível em:

<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/pesquisa/article/view/6193>. Acesso em: 02 dez. 2021.

MEGID NETO, J. **Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de ciências no nível fundamental**. 1999. 144 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/252565>. Acesso em: 01 abr. 2020.

MILARÉ, T. **A pesquisa em ensino de química na Universidade de São Paulo: estudo das dissertações e teses (2006-2009) sob a perspectiva fleckiana**. 2013. 185 f. Tese (Doutorado em Ensino de Química) - Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-27062013-100953/pt-br.php>. Acesso em: 23 mar. 2020.

MINAYO, M. C. S. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 1994. p. 9-29.

MOLDER, M. F.; HISSA, C. E. V. Ciência e arte. In: HISSA, C. E. V. (Org.). **Conversações: de artes e de ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2011. p. 243-250.

MORAES, J. J. **O que é música**. 6. ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1989.

MOREIRA, I. C. Poesia na Aula de Ciências?. **Física na Escola**, v. 3, n. 1, 2002. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol3/Num1/a07.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2020.

MOREIRA, L. M.; MARANDINO, M. Teatro de temática científica: conceituações, conflitos, papel pedagógico e contexto brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 21, n. 2, p. 511-523, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/YyB6W5VrMT4qMfG9YGryXrB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 24. maio. 2021.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 20. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. 13. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

MORIN, E. Da necessidade de um pensamento complexo. In: MARTINS, F. M.; SILVA, J. M. da (Orgs.). **Para navegar no século XXI: tecnologias do imaginário e cibercultura**. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000. p. 19-42.

MORIN, E. **Educação e complexidade: os setes saberes e outros ensaios**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 5. ed. Porto Alegre: Sulina, 2015.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

NEPOTE, J. **Almanaque: histórias de ciência e poesia**. Campinas: Editora da Unicamp, 2012.

NEVES, M. C. D.; SILVA, J. A. P. Paul feyerabend: translation of a remarkable work about art-science, **International Journal of Development Research**, v. 10, n. 5, p. 36033-36038, 2020. Disponível em: <http://www.journalijdr.com/paul-feyerabend-translation-remarkable-work-about-art-science>. Acesso em: 24 mai. 2021.

NICOLESCU, B. **Um novo tipo de conhecimento – transdisciplinaridade**. In: Educação e transdisciplinaridade. Brasília: UNESCO, p. 9-25, 2000.

OLIVEIRA, R. D. V. L.; QUEIROZ, G. R. P. C. **Educação em Ciência e Direitos Humanos: reflexão-ação em/para uma sociedade plural**. Rio de Janeiro: Multifoco, 2013.

PARK, H.; BYUN, S. Y.; SIM, J.; HAN, H.; BAEK, Y. S. Teachers' Perceptions and Practices of STEAM Education in South Korea. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**. v. 12, n. 7, p. 1739-1753, 2016. Acesso em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1097719>. Acesso em: 11 jan. 2020.

PLAZA, J. Arte/ciência: uma consciência. **ARS**, São Paulo, 2003, v. 1, n. 1 p. 37-47. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-53202003000100004>. Acesso em: 02 dez. 2021.

POMBO, O. Quatro notas sobre ciência, filosofia e filosofia da ciência. In: BARBOSA, A.; VALE, F. M.; COSTA, P. (eds.) **Gravitações Bioéticas**. Lisboa: Centro de Bioética, p. 241-256, 2012.

RANGEL, M.; ROJAS, A. A. Ensaio sobre arte e ciência na formação de professores. **Revista Entreideias**, v. 3, n. 2, p. 73-86, 2014. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/entreideias/article/view/8546/8967>. Acesso em: 8 dez. 2019.

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M. Ciência e arte: relações improváveis? **História, Ciência, Saúde – Manguinhos**, v. 13, p. 71-87, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-59702006000500005&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 10 jan. 2020.

RINK, J. **Ambientalização curricular na educação superior: tendências reveladas pela pesquisa acadêmica brasileira (1987-2009)**. 2014. 240 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014. Disponível em:

<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/254090>. Acesso em: 22 mar. 2020.

ROCHA, L. E.; MAGALHÃES JUNIOR, C. A. O. NEVES, M. C. D. Ciência e Arte: possibilidades de diálogo entre a razão e a emoção. **Revista Valore**, v. 3, p. 312-321, 2018. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/169>. Acesso em: 25 mai. 2021.

RODRIGUES, M. Arte e ciência para lidar com um mundo complexo. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 1, p. 60-61, 2018. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252018000100016. Acesso em: 13 jan. 2020.

ROJO, A. **Borges e a mecânica quântica**. Campinas: Editora da Unicamp, 2011.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 6, n. 19, p. 37-50, 2006. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/view/24176>. Acesso em: 17 jan. 2020.

ROOT-BERNSTEIN, R.; ROOT-BERNSTEIN, M. **Centelha de gênios: como pensam as pessoas mais criativas do mundo**. São Paulo: Nobel, 2001.

ROOT-BERSTEIN, B.; SILER, T.; BROWN, A.; SNELSON, K. ArtScience: integrative collaboration to create a sustainable future. **Leonardo**, v. 44, n. 3, p. 192, Cambridge: MIT Press, 2011. Disponível em: https://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/LEON_e_00161. Acesso em: 11 dez. 2019.

ROSA, S. E.; COSTA, I. P.; GOMES, L. A. Caminhos Para Repensar O Currículo Escolar: Olhares A Partir Das Articulações Ciência, Cultura E Arte. **Revista Contexto & Educação**, v. 36, n. 113, p. 163–182, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/10284>. Acesso em: 20 mai. 2021.

SALEM, S. **Perfil, evolução e perspectivas da pesquisa em ensino de física no Brasil**. 2012. 385 f. Tese (Doutorado em Ciências/Ensino de Física) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-13082012-110821/pt-br.php>. Acesso em: 1 abr. 2020.

SALES, E. O sistema das artes em Platão e Aristóteles. **Revista Estética e Semiótica**, v. 9, n. 1, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/esteticaesemiotica/article/view/26898>. Acesso em: 24 mai. 2021.

SALLES, C. A. **Gesto inacabado: processo de criação artística**. São Paulo: FAPESP/Annablume, 1998.

SANTOS, B. S. Um discurso sobre as ciências na transição para uma ciência pós-moderna. **Estudos Avançados**, v. 2, n. 2, 1988. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141988000200007. Acesso em: 11 jun. 2020.

SANTOS, R. R.; RIGOLIN, C. C. D. Interação entre ciência e arte na divulgação científica: proposta de uma agenda de pesquisa. **Revista do EDICC**, v. 1, n. 1, p. 185-193, 2012. Disponível em: <http://revistas.iel.unicamp.br/index.php/edicc/article/view/2360>. Acesso em: 10 ago. 2020.

SAWADA, A. C. M. B.; ARAÚJO-JORGE, T. C.; FERREIRA, F. R. CienciArte ou Ciência e Arte? refletindo sobre uma conexão essencial. **Revista Educação, Artes e Inclusão**, v. 13, n. 3, 2017. Disponível em: <http://www.revistas.udesc.br/index.php/arteinclusao/article/view/9810>. Acesso em: 11 jun. 2020.

SCIART INITIATIVE. Mission. [S.l.] [2019?]. Disponível em: <http://www.sciartinitiative.org/>. Acesso em: 10 ago. 2019.

SHAW, G. L. O simples e o complexo na educação científica: da ciência à formação docente. **Revista de Educação do Vale do São Francisco-REVASF**, v. 1 n. 1, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/286379553_O_SIMPLES_E_O_COMPLEXO_NA_EDUCACAO_CIENTIFICA_DA_CIENTIA_A_FORMACAO_DOCENTE. Acesso em: 3 jun. 2020.

SILER, T. The ArtScience Program for Realizing Human Potential. **Leonardo**, v. 44, n. 5, p. 417-424, 2011. Disponível em: https://www.mitpressjournals.org/doi/10.1162/LEON_a_00242?mobileUi=0. Acesso em: 10 jan. 2020.

SILVA, M. W., SILVA, C. S. Diálogos entre Ciência e Arte na Formação Inicial de Professores de Física: o processo de elaboração de uma performance a partir de um poema. **Interdisciplinaridade & Ensino**, v. 1, n. 1, 2017.

SILVEIRA, J. R. A. Arte e Ciência: uma reconexão entre as áreas. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 2, p. 24-25, 2018. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252018000200009. Acesso em 10 jan. 2020.

SILVEIRA, J. R. A.; MALINA, R. F.; LANNES, D. ArteCiência: um retrato acadêmico brasileiro. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 2, 2018. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252018000200013. Acesso em: 10 jan. 2020.

SNOW, C. P. **As Duas Culturas e uma segunda leitura**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2015.

SPOLIN, V. **Jogos Teatrais**: o fichário de Viola Spolin. São Paulo: Perspectiva, 2008.

TEIXEIRA, P. M. M. **Pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil (1972-2004)**: um estudo baseado em dissertações e teses. 2009. 406 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/251678>. Acesso em: 13 abr. 2020.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. O estado da arte da pesquisa em ensino de Biologia no Brasil: um panorama baseado na análise de dissertações e teses. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 273-297, 2012. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen11/REEC_11_2_2_ex500.pdf. Acesso em: 10 jul. 2020.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID-NETO, J. Investigando a pesquisa educacional: um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de biologia no Brasil. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 261-282, 2006. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/496/299>. Acesso em: 20 mar. 2020.

TURKKA, J.; HAATAINEN, O.; AKSELA, M. Integrating art into science education: a survey of science teachers' practices. **International Journal of Science Education**, v. 39, p. 1403-1419, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500693.2017.1333656>. Acesso em: 20 jan. 2020.

VOGT, C. A espiral da cultura científica. **ComCiência**, n. 45, 2003. Disponível em: <https://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/cultura/cultura01.shtml>. Acesso em: 20 maio 2021.

VOGT, C. MORALES, A. P. Cultura científica. In: A importância da educação científica na sociedade actual. In: VOGT, C.; GOMES, M.; MUNIZ, R. (Orgs.). **ComCiência e divulgação científica**. Campinas: Unicamp, 2018. p. 13-22.

WILSON, S. **Ciência e Arte – Olhando para trás/olhando para a frente**. In: DOMINGUES, D. (org.). **Arte, Ciência e Tecnologia: passado, presente e desafios**. São Paulo: Editora UNESP, p. 489-498, 2009.

WIPPEL, M.; GEBARA, M. J. F. Ciência e Arte: uma pesquisa bibliográfica nas Atas do ENPEC. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., 2019, Natal. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2019, p. 1-7.

ZANETIC, J. Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-Posições**, v. 17, n. 1, 2006. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8643654>. Acesso em: 10 jan. 2020.

ZANETIC, J. **Física também é Cultura**. 1989. Tese de doutorado – FE, Universidade de São Paulo, São Paulo.

APÊNDICES
APÊNDICE 1 - Lista das 158 dissertações e teses

(Nas linhas destacadas em amarelo constam aqueles trabalhos que não foram obtidos na íntegra)

(Continua)

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D - Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T1	2006	M	O meio ambiente a partir da Arte de Krajcberg: perspectivas educacionais em Ciência e Arte	Solange De Souza Vergnano	Fundação Oswaldo Cruz
T2	2008	M	A contribuição das artes plásticas na aprendizagem de conceitos científicos	Maria Do Carmo Da Silveira Xavier	Universidade Federal Rural de Pernambuco
T3	2008	MP	O IMPACTO DE EXPOSIÇÕES MUSEOLÓGICAS NA MOTIVAÇÃO PARA APRENDER CIÊNCIAS	Franco De Salles Porto	Universidade de Brasília
T4	2008	M	Literatura Infantil No Ensino de Ciências: Articulações a partir da análise de uma coleção de livros	Luana Von Linsingen	Universidade Federal de Santa Catarina
T5	2009	M	PROJETO ECO-ARTE: UMA ANÁLISE EM ESPAÇOS NÃO FORMAIS DE ENSINO	Marcia Lourenço Dias Silva	Centro Universitário Plínio Leite

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D – Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T6	2009	D	Arquitetura docente no curso de pedagogia: dialogando com Ciências e arte nas práticas de formação em estágio supervisionado e museus	Gianine Maria De Souza Pierro	Fundação Oswaldo Cruz
T7	2009	MP	Um encontro da Biologia com a Música: por um ensino mais humanista	Ana Maria Barbosa Damasceno	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
T8	2009	M	UMA LIGAÇÃO POSSÍVEL ENTRE A TEORIA DA PEÇA DIDÁTICA DE BRECHT, A PEDAGOGIA DE PAULO FREIRE E O ENSINO DE FÍSICA	Ulisses Antonio De Andreis	Universidade de São Paulo
T9	2009	M	Ensinar Ciências para os alunos do século XXI: uma proposta transdisciplinar que alia a história e a Filosofia da Ciência, o Teatro, a Física e a Química	Márcio Nasser Medina	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
T10	2009	M	O uso da literatura de cordel como texto auxiliar no ensino de Ciências do ensino fundamental da Educação básica: uma abordagem quantitativa.	Wilson Seraine Da Silva Filho	Universidade Luterana do Brasil
T11	2010	MP	Músicas e Imagens: recursos de mídia como ferramenta para o ensino de ciências e biologia	Adriane Dall'Acqua De Oliveira	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
T12	2011	M	Física e ficção científica: desvelando mitos culturais em uma educação para a liberdade	Adalberto Anderlini De Oliveira	Universidade de São Paulo
T13	2011	MP	Cinema na cela de aula: o uso de filmes no Ensino de Biologia para a EJA prisional	Elisângela Caldas Braga Cavalcante	Universidade de Brasília

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D – Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T14	2011	MP	O cinema e a concepção de ciência por estudantes do ensino médio	Ana Constância Macedo Faria	Universidade de Brasília
T15	2011	MP	A Música Folclórica Amazonense como um Instrumento Facilitador do Ensino- Aprendizagem de Física no Ensino Médio	Rosa Suzana Batista Farias	Universidade do Estado do Amazonas
T16	2011	M	O romance e a teoria da relatividade: a interface entre literatura e ciência no ensino de física através do discurso e da estrutura da ficção	Emerson Ferreira Gomes	Universidade de São Paulo
T17	2012	D	Formação Continuada na perspectiva da racionalidade comunicativa: possibilidades de articulação entre Literatura Infantil e o ensino de Ciências da Natureza	Andréa Vassallo Fagundes	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
T18	2012	D	Integrando a percepção de estudantes à criação de peça teatral: uma alternativa de educação científica em diálogo com as artes.	Thelma Lopes Carlos Gardair	Fundação Oswaldo Cruz
T19	2012	M	O espetáculo teatral A ciência em peças, a oportunidade da aprendizagem científica dos licenciados em física e química e suas percepções sobre a formação docente	Alexandre Fregolente	Universidade Estadual de Londrina
T20	2012	D	Estudo das convergências em pesquisa e ensino de ciência e arte a partir da análise documental e metodológica	Denise Figueira De Oliveira	Fundação Oswaldo Cruz
T21	2012	M	A ciência e o insólito: o conto de literatura fantástica no Ensino de Física	João Eduardo Fernandes Ramos	Universidade de São Paulo

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D – Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T22	2012	MP	O ensino de ciências na pré-escola a partir da literatura infantil: uma proposta de sequência didática	Márcia Maria King Rabe	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
T23	2013	D	Arte E Ciência No Renascimento: Discussões E Possibilidades A Partir Do Codex Entre Galileo E Cigoli No Século XVII	Josie Agatha Parrilha Da Silva	Universidade Estadual de Maringá
T24	2013	MP	Literatura de Cordel e Ensino de Física: uma aproximação para a popularização da Ciência	Josenildo Maria De Lima	Universidade Estadual da Paraíba
T25	2013	M	Ciência e Arte: um encontro necessário nas aulas de Ciências	Wallace Lira	Universidade do Estado do Amazonas
T26	2013	M	O som da Física - a presença essencial da música no aprendizado da acústica	Ricardo Chierecci	Universidade de São Paulo
T27	2013	D	Educação e ciência como arte: aventuras docentes em busca de uma experiência estética do espaço e tempo físicos	Leonardo Crochik	Universidade de São Paulo
T28	2013	MP	Alfabetização Científica E Tecnológica (ACT) Por Meio Do Enfoque Ciência, Tecnologia E Sociedade (CTS) A Partir De Filmes De Cinema	Manuella Candeo	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
T29	2013	D	As imagens em movimento e sua contribuição para o ensino das ciências físicas no Brasil - 1800 a 1960	Marcelo De Carvalho Bonetti	Universidade de São Paulo

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D – Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T30	2013	MP	Contribuições Didático-Pedagógicas Do Cinema Para O Ensino Das Ciências Da Natureza Da Educação Básica Por Uma Abordagem Histórico Filosófica Das Ciências	Ester Alves De Faria De Albuquerque	Universidade de Brasília
T31	2013	D	Produção E Recepção De Vídeos Por Estudantes De Ensino Médio: estratégia de trabalho no laboratório de física	Marcus Vinicius Da Silva Pereira	Universidade Federal do Rio de Janeiro
T32	2013	MP	TEATRO CIENTÍFICO: Uma Ferramenta Didática para o Ensino de Física	Hercules Gimenez	Universidade Federal de Mato Grosso
T33	2013	D	Literatura e Ciência: Monteiro Lobato e o Ensino de Química	Marcelo Pimentel Da Silveira	Universidade de São Paulo
T34	2013	M	Detetive ou cientista: A literatura policial infanto-juvenil como recurso didático da educação em ciências	Fabiana Rodrigues Santos	Universidade de São Paulo
T35	2014	M	A disciplina de Ciência e Arte no IOC e a criatividade dos egressos do estudo de seus trabalhos finais	Anunciata Cristina Marins Braz Sawada	Fundação Oswaldo Cruz
T36	2014	D	O uso da Música Popular Brasileira como estratégia para o ensino de ciências	Marcelo Diniz Monteiro De Barros	Fundação Oswaldo Cruz
T37	2014	MP	Teatro e Ensino de Física: Uma proposta inovadora para integrar Ciência e Arte	Amanda Ferraz Rossi	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D – Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T38	2014	MP	A atividade de situações problema no teatro Científico como estratégia de aprendizagem da cinemática no Ensino Médio na Proposta de P. YA. Galperin	Rozenilda De Souza	Universidade Estadual de Roraima
T39	2014	M	Ciência, Tecnologia, Sociedade E Arte? Uma Estratégia Didática E O Estudo De Caso De Sua Contribuição Na Formação Do Professor Como Intelectual Transformador	Roberto Dalmo Varallo Lima De Oliveira	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
T40	2014	MP	As Contribuições de Leonardo da Vinci para a Interdisciplinaridade da Ciência e da Arte na Educação	Vania Teresinha Hansel	Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
T41	2014	M	O teatro na educação científica e tecnológica: sentidos, interpretação e produção em uma peça teatral que conta uma história de/sobre ciência	Guilherme Augusto De Domenico Araujo	Universidade Federal de Santa Catarina
T42	2014	MP	O teatro como um recurso metodológico no ensino de Física: o estudo da termodinâmica em peças teatrais	Luciana Cândido E Silva	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
T43	2014	M	Apaguem as luzes, o filme já vai começar! O uso de filmes como ferramenta para construção de uma visão crítica sobre gênero e sexualidade no ensino de ciências	Cristiane Mendes Thomaz	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
T44	2014	M	Teatro Científico: uma metodologia para o ensino de Física	Sarah Suely Nascimento Fonseca	Universidade Federal do Sergipe

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D – Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T45	2014	MP	Integrando música e química: uma proposta de ensino e aprendizagem	Laudiceia Rocha Coutinho	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
T46	2014	MP	Teatro-Fórum Para O Ensino E Aprendizagem De Ciências	Waleska Melo Da Silva	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
T47	2014	MP	Um Teatro Sobre O Caso Galileu: A Peça Didática De Brecht Como Instrumento De Divulgação Científica	Rodrigo Baldow De Souza	Universidade Federal de Alagoas
T48	2014	M	Perspectivas sobre a evolução histórica do conceito de luz e sua integração com a fotografia para o ensino da óptica	Patrese Coelho Vieira	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
T49	2014	M	O Sapo virou Príncipe: construção do conhecimento sobre a classe <i>Amphibia</i> a partir de contos infantis e sua importância no ensino de ciências	Isabella De Oliveira Neves	Fundação Oswaldo Cruz
T50	2014	M	A abstração como ponte entre a física e a literatura na construção de conceitos de mecânica quântica no ensino médio	Luís Gomes De Lima	Universidade de São Paulo
T51	2014	M	Aproximações entre literatura e ciência: um estudo sobre os motivos para utilizar textos literários no ensino de ciências	Josiane Silochi	Universidade Federal do Paraná
T52	2015	MP	A linguagem audiovisual como elemento integrador da arte e ciência na formação cultural dos professores de ciências e matemática	Maria Romenia Da Silva	Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D – Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T53	2015	M	As Relações entre ciência e arte e sua relevância para a compreensão do conceito físico de cor	Nathaly Barbosa De Brito	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
T54	2015	MP	Ciência e arte na sala de aula: mediações possíveis entre arte urbana, Joseph Wright e o ensino de óptica geométrica	Milene Dutra Da Silva	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
T55	2015	MP	Ciência e arte em sintonia no processo de aprendizagem por meio do ensino problematizador, na disciplina de ciências naturais no 5º ano do ensino fundamental	Ana Paula Alverne Da Silva	Universidade Estadual de Roraima
T56	2015	M	O uso da arte para o ensino das ciências: o teatro como instrumento didático	Bethanea Tostes Do Couto	Centro Universitário Plínio Leite
T57	2016	MP	Formação de um grupo de teatro científico problematizador a partir do desenvolvimento de atividades de situações problema experimentais em termodinâmica, fundamentada na Teoria De Galperin	Rita De Cassia Silva Costa	Universidade Estadual de Roraima
T58	2015	MP	A interdisciplinaridade de um monocórdio: uma análise fenomenológica envolvendo alunos do ensino médio profissionalizante	Rafael Augusto Michelato	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
T59	2015	M	O diálogo entre a física e a arte no renascimento: construindo uma proposta interdisciplinar envolvendo o estudo de pontes no ensino médio	Kleber Roberto Schutt	Universidade de São Paulo
T60	2015	D	Narrativas docentes sobre o uso do cinema em aulas da área de ciências da natureza	Claudia Amoroso Bortolato Elias	Universidade Estadual de Campinas

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D – Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T61	2015	M	Requiem para o ser: produção ontológica a partir do filme “Eu, robô” e a emergência do devir	João Ricardo Amadeu Filho	Universidade Estadual de Londrina
T62	2015	MP	O uso de filme como recurso pedagógico no estudo das epidemias: Possibilidades na aprendizagem significativa	Edilce Maria Balbinot	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
T63	2015	MP	A dança como recurso pedagógico no ensino sobre sistema ósseo: uma proposta de inclusão para alunos surdos	Josue Shimabuko Da Silveira Junior	Universidade Federal de Mato Grosso
T64	2015	M	Experimentações e(m) processos de formação: entre marcas, corpos e invenções	Juliano Dos Santos	Universidade Federal do Paraná
T65	2015	M	Língua espanhola e música: uma contribuição para a educação ambiental	Jacqueline Campos De Araujo Trindade Bittencourt	Centro Universitário Plinio Leite
T66	2015	M	O processo de aprendizagem das crianças por meio da música e elementos sonoros em espaços educativos	Raimundo Nonato Brilhante De Alencar	Universidade do Estado do Amazonas
T67	2015	MP	As Potencialidades Pedagógicas da Fotografia como Interface entre Mídias e Tecnologias no Ensino e na Aprendizagem da Biologia	Stefany Hepp Wieth	Universidade Federal de Pelotas
T68	2015	M	Literatura de Cordel e o aquecimento global: uma possibilidade no ensino de ciências	Silvana Maria Lima Dos Santos	Universidade Federal da Bahia

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D – Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T69	2016	M	(En)cantando com a ciência: a utilização da música como contribuição para a alfabetização científica	Greiciele Dias	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
T70	2016	M	Dos Galpões Dos Bumbas De Parintins À Aprendizagem De Ciências: Uma Reflexão Acerca Do Fazer Artístico E Suas Implicações No Contexto Escolar	Suhellen Martins Da Silva	Universidade do Estado do Amazonas
T71	2016	MP	Ciências em quadros: as contribuições da arte sequencial para a educação científica no ensino de ciências	Tatiany Vittorazzi Vasconcellos	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo
T72	2016	MP	O ensino-aprendizagem da língua portuguesa e ciências da natureza numa abordagem semiótica, na educação de jovens e adultos, com alunos em privação de liberdade	Tania Lucia Correa	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
T73	2016	MP	Alfabetização visual e científica: aproximação a partir da leitura de imagens de temas da astronomia	Luzita Maria Erichsen Martins Neto	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
T74	2016	MP	Como potencializar o ensino aprendizagem de conceitos introdutórios de óptica geométrica no ensino médio mediante algumas telas de Joseph Wright e a Plataforma de Mídia Social Educativa Edmodo	Kelly Carla Perez Da Costa	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
T75	2016	MP	Os estudos observacionais de Maria Sibylla Merian: contribuições para o ensino dos insetos mediado por Tecnologias da Informação e Comunicação	Elaine Ferreira Machado	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D – Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T76	2016	M	Uma análise do uso de recursos audiovisuais no ensino de ciências	Mariana Dos Santos Ribeiro	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
T77	2016	M	A linguagem cinematográfica em Gattaca: o que (mais) os filmes podem ensinar sobre a ciência?	Aennder Ferreira De Souza	Universidade Federal do ABC
T78	2016	MP	A utilização do cinema no ensino de ciências sob a perspectiva CTS: desafios e dificuldades na formação inicial de professores	Priscila Maia Braz Silveira	Universidade de Brasília
T79	2016	M	Pedagogizados Por Um Mundo Steampunk: Uma Análise Cultural Da Produção Das Ciências Por Meio Do Filme "As Loucas Aventuras De James West"	Ana Carolina Arenhardt Thomaz	Universidade Estadual de Londrina
T80	2016	MP	O papel da música no currículo funcional do ensino de ciências para alunos com autismo: formação continuada.	Ana Luisa Machado Fernandes	Universidade Federal de Itajubá
T81	2016	MP	A Música, Incluída Em Uma Sequência Didática, Como Ferramenta Potencialmente Facilitadora No Processo De Aprendizagem Significativa Dos Conceitos De Eletroquímica	Luana De Cassia De Souza Coutinho	Universidade Estadual de Roraima
T82	2016	M	Musicalizando A Biologia: Uso Da Música Como Recurso Didático Na Formação Inicial Docente Com Enfoque Na Abordagem CTSA	Renata Rafaela Alves Gomes	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
T83	2016	M	As Contribuições Do Uso De Diferentes Materiais Didáticos Para A Formação Inicial De Professores De Química No Contexto Do Pibid	Franciellen Rodrigues Da Silva Costa	Universidade Federal do Paraná

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D – Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T84	2016	MP	A História Da Ciência Por Meio Do Teatro: A Teoria Do Calórico Contada Em Cena	Angela Maria Barbosa Fernandes	Universidade Estadual da Paraíba
T85	2016	D	A natureza da ciência na formação inicial de professores de física: contribuições do teatro científico-experimental Recife	Enery Gislayne De Souza Melo	Universidade Federal Rural de Pernambuco
T86	2016	MP	Ensino de Ciências no acolhimento institucional: a ciência no palco	Dayana Haenisch	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
T87	2016	M	Articulações entre literatura e experimentação no ensino de ciências	Simone Dos Santos Ribeiro	Universidade Federal de Santa Catarina
T88	2017	M	Abordagem de interações entre ciência, tecnologia e sociedade no ensino de química na articulação com a literatura	Daiane Quadros De Oliveira	Universidade Federal de Santa Catarina
T89	2017	D	O Ensino do Genoma Mediado por Filmes de Ficção Científica em Escolas Públicas do Estado do Rio de Janeiro	Juliana Macedo Lacerda Nascimento	Fundação Oswaldo Cruz
T90	2017	MP	Ciência e Arte: produção de Filmes de animação para a alfabetização Científica	Sandra Regina Do Amaral	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo
T91	2017	MP	Praça Passarinho: investigando os bastidores da transposição museográfica de uma exposição do museu diversão com ciência e arte (dica)	Natalia De Andrade Nunes	Universidade Federal de Uberlândia

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D – Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T92	2017	MP	Educação Estética e Científica mediada pelas obras de arte do acervo IFES: Formação Omnilateral no Ensino Médio Integrado	Thiago Zanotti Pancieri	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo
T93	2017	D	Ensino de ciências e práticas teatrais: formação de professores para os anos escolares iniciais	Nivia Magalhães Da Silva Freitas	Universidade Federal do Pará
T94	2017	MP	A arte no Ensino de Biologia: análise dos livros didáticos	Marina Machado Fernandes	Universidade Federal de Itajubá
T95	2017	MP	Praxinoscópio e zootrópio: brinquedos ópticos na relação arte-ciência	Marisol Luciane Miara	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
T96	2017	D	Translaçados: Sensações Com A Arte Para Tecer A Sexualidade No Ensino De Ciências	Marcelo Valente De Souza	Universidade Federal do Pará
T97	2017	M	Leonardo Da Vinci E O Estudo Do Voo: Uma Abordagem Para O Ensino De Ciências	Mayara Ricardo De Oliveira	Universidade Estadual de Maringá
T98	2017	M	O Desenho e a Argumentação Como Estratégias De Investigação Da Aprendizagem Em Biologia (Seres Vivos E Evolução)	Jemile Aguiar De Figueiredo Bahiana	Universidade Federal da Bahia
T99	2017	M	Química em cena: uma proposta metodológica para o ensino da Química por meio do teatro.	Thais Cristina De Oliveira Rocha	Universidade Federal do ABC

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D – Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T100	2017	MP	As engrenagens de Manhattan: utilizando Watchmen para o ensino de física com enfoque CTS	Fábio Clavisso Fernandes	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
T101	2017	M	Potenciais Didáticos Pedagógicos Do Filme De Ficção Científica Jurassic World: Uma Análise Fílmica Diferenciada	Paulo Henrique Arana Moreira	Universidade Estadual de Maringá
T102	2017	M	Devir da química e vertigens da diferença: série Breaking Bad	Bruna Adriane Fary	Universidade Estadual de Londrina
T103	2017	MP	Cinência: possibilidades didáticas do cinema para a (cons)ciência no contexto da medida socioeducativa de internação	Bruna Alves Lopes Dos Santos	Universidade de Brasília
T104	2017	MP	Cinema e ensino: a produção de cinema de animação para o ensino de ciências por meio do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)	Priscila Ernst	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
T105	2017	M	Problematizando o papel da ciência na sociedade: uma abordagem histórico-filosófica no ensino de física	Julliana Miguel Bomfim	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
T106	2017	MP	Relações entre a percepção musical e o ensino das características das ondas sonoras	Douglas Da Costa Stinglin	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
T107	2017	MP	Utilização de Vídeo-Clip-Paródia no Ensino de Física: Um Compromisso com o Ensino-Aprendizagem	Lurdes Perinazzo Draszewski	Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D – Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T108	2017	D	A motivação como produção de sentidos subjetivos: Pedagogia de Projetos no ensino e aprendizagem de Ciências	Marcello Paul Casanova	Universidade federal do Pará
T109	2017	MP	Óptica da fotografia: abordagem CTS sob a perspectiva da Aprendizagem Significativa	Felipe De Oliveira Luzzi	Universidade Federal de Ouro Preto
T110	2017	M	Ciência, Raça e Literatura: as contribuições de uma exposição itinerante para educação das relações étnico-raciais	Thiago Leandro Da Silva Dias	Universidade Federal da Bahia
T111	2017	M	Literatura e Ensino de Biologia: Eugenia na obra “O Presidente Negro”, de Monteiro Lobato	Cibele Franzoi Silva E Souza	Universidade Estadual de Maringá
T112	2018	MP	Ensino de ciências e arte: um debate necessário na formação de professores da educação infantil	Aline Cristina Santana Rossi	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
T113	2018	MP	Theremin: música e eletrônica no ensino da arte-ciência	Christian De Sa Quimelli	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
T114	2018	D	Vermelhar-se em mar: uma viagem-resistência com arte e ciência e formação de professores	Angelica D Avila Taschetto	Universidade Federal de Santa Catarina
T115	2018	M	O documentário e a fotografia: possibilidades, limites e contribuições para a construção de conhecimento em Ciências e Artes	Laizir Escarpenezi Rocha	Universidade Estadual de Maringá

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D - Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T116	2018	MP	A Química Do Canjinhim: Na Interface Entre A Cultura E O Ensino De Ciências	Fabia Elaine Ferreira De Melo	Universidade Federal de Mato Grosso
T117	2018	MP	MÚSICA NA FORMAÇÃO INICIAL E NO ENSINO DE QUÍMICA: Saberes, Práticas E Aprendizagens	Valdecir Manoel Da Silva	Universidade Estadual da Paraíba
T118	2018	D	O Cinema de Ficção Científica para além das Fronteiras Disciplinares: construindo saberes interconectados em práticas docentes	Cilmar Santos De Castro	Fundação Oswaldo Cruz
T119	2018	MP	O Ensino de Ciências nos anos iniciais com o aporte da Literatura Infantil	Marcia Priscilla Castro Lana	Universidade Federal de Ouro Preto
T120	2018	M	Alfabetização científica e literatura infantil: desafios para o ensino e conservação da biodiversidade.	Vanusa Ferreira Piropo	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
T121	2018	M	Ciência e Poesia: uma abordagem na formação inicial de professores de Física	Monikeli Wippel Da Silva	Universidade Federal do Paraná
T122	2018	M	Ciência, Música e Ambiente: experiências e estratégias transdisciplinares no Ensino Básico Integral modelo GEO - Ginásio Experimental Olímpico	Giovanna Salazar Mousinho Bergo	Fundação Oswaldo Cruz
T123	2018	M	Desvendando o sangue com arte: construção e avaliação da arte-instalação de uma artéria gigante num museu de ciências	Taiana Lilian Costa De Oliveira	Fundação Oswaldo Cruz

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D – Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T124	2018	M	Na formação de professores e cientistas, uma HQ sobre aspectos da ndc e imagens: encantar-se com os entre-(en)laces	Letícia Jorge	Universidade Federal de Santa Catarina
T125	2018	D	Contribuições das imagens estroboscópicas e da videoanálise para a alfabetização científica	Marco Adriano Dias	Fundação Oswaldo Cruz
T126	2018	M	Teatro científico como elemento de mobilização para o aprendizado de química e física no ensino fundamental	Aleilson Da Silva Rodrigues	Universidade Federal do Sergipe
T127	2018	D	Narrar varandas, avarandar educação em ciências e literatura	Guilherme Tropa Barreto De Andrade	Universidade Estadual de Campinas
T128	2018	M	Apropriações Didáticas da literatura de Monteiro Lobato no ensino de ciências de Taubaté / SP	Tiago Coelho De Campos	Universidade Estadual de Campinas
T129	2018	D	Ciência e Arte: entre conceitos, relações e implicações educacionais	Erik Ceschini Panighel Benedicto	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
T130	2018	MP	Arte e anatomia humana: uma relação entre ensino e espaços não formais	Daniel Masetto Do Amaral	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
T131	2018	MP	Crítica estética e ensino de óptica: as obras de Maurits Cornelis Escher em contexto de ação dialógica e ação comunicativa	Elia Lopes Ferreira	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D - Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T132	2018	M	Histórias em Quadrinhos na Formação Inicial de Professores de Física: Da Curiosidade à elaboração de Sentidos	Edimara Fernandes Vieira	Universidade de São Paulo
T133	2018	M	ART(E)BIOLOGIA NA/COM A NATUREZA	Carlos Augusto Silva E Silva	Universidade Federal do Pará
T134	2018	M	Copenhagen, Leituras E Incertezas: Um Texto Teatral E O Ensino De Física Quântica	Mayara Almeida De Barros	Universidade Federal de Santa Catarina
T135	2018	MP	A Música Como Estratégia Educacional No Processo De Formação Inicial De Professores: Uma Sequência Didática Como Ferramenta Pedagógica Pluralista Para O Ensino E Aprendizagem De Biologia	Fernando Vieira Costa	Universidade Federal de Ouro Preto
T136	2018	D	Ciência e cinema: um encontro didático pedagógico em anjos e demônios e o nome da rosa	Nelson Silva Junior	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
T137	2019	M	O processo criativo dos desenhistas de humor à luz das treze categorias cognitivas de Robert Root-Bernstein & Michelle Root- Bernstein	Sergio Amarante De Almeida Magalhaes	Fundação Oswaldo Cruz
T138	2019	M	O Cinema como Modalidade Didática: a percepção sobre hábitos alimentares de estudantes do Programa de Educação de Jovens e Adultos de uma escola pública do Rio de Janeiro	Maria Da Penha Martins Vido	Fundação Oswaldo Cruz
T139	2019	MP	Arte E Química: O Uso Do Teatro Como Ferramenta Interdisciplinar Para Tornar O Ensino De Química Mais Atraente Aos Estudantes Da Primeira Série Do Ensino Médio	Francisco Jose Da Costa	Universidade Federal do Ceará

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D – Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T140	2019	MP	Arte-Educação E O Ensino De Química: O Papel Educativo Da Música	Jackson Alves Rodrigues Paiva	Universidade Federal do Ceará
T141	2019	D	Cidadania Ambiental em Cenas: fundamentos para uma proposta de ensino da Ficção ao Mundo Empírico	Madalena De Mello E Silva	Fundação Oswaldo Cruz
T142	2019	MP	Projetos de Pesquisa: a prática docente entrelaçada ao ensino de Ciências e de Arte a partir de temas ambientais	Shirley Alves De Souza Fernandes	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
T143	2019	M	O ensino de ciências em cena: perspectivas críticas	Flavio Henrique Chaves Filho	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
T144	2019	MP	Uma exposição científica para se apaixonar pela química: do planejamento à avaliação	Marcio Jose De Moraes Lopes	Universidade Federal de Alagoas
T145	2019	M	Uma história da relatividade restrita e cubismo: circulação de ideias na transição dos séculos XIX e XX	Jakelyne Lima Dos Reis	Universidade Federal da Bahia
T146	2019	MP	Ensino De Astronomia No Livro Serões De Dona Benta: uma experiência de Sequência Didática no ensino fundamental	Edna Neves Paulino Magalhaes	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
T147	2019	M	TEATRO E ASTRONOMIA: UMA POSSIBILIDADE PARA UM ENSINO DE CIÊNCIAS INTERDISCIPLINAR	Itala Laurislene Schmidt Da Silva	Universidade Estadual de Maringá

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D – Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T148	2019	D	ANÁLISE DAS REPRESENTAÇÕES SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA EM FILMES DE FICÇÃO CIENTÍFICA	Amanda Pimentel Berk De Queiroz	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
T149	2019	M	Buracos negros na linguagem audiovisual da ficção científica: análise de Jornada nas Estrelas	Alessandra De Souza Teixeira	Universidade Federal de Santa Catarina
T150	2019	D	Ciência em cena: uma proposta de sequência didática interativa sobre teatro científico na formação de professores	Barbara Doukay Campanini	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
T151	2019	M	A Física em escala nanométrica e o teatro como instrumento pedagógico	Aline Oliveira Soares	Universidade Federal do Maranhão
T152	2019	MP	Teatro no ensino de ciências: o caso do conceito de energia na formação docente	Natalia Noelma Antunes De Lira	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
T153	2019	M	As Potencialidades Da Literatura Infantil Aliada Ao Ensino De Ciências Na Perspectiva Da Alfabetização Científica	Silvana Carvalho De Almeida	Universidade Estadual de Santa Cruz
T154	2019	M	Literatura E Sexualidade e Educação: Apontamentos Intercessores Para O Ensino De Ciências	Dhemersson Warly Santos Costa	Universidade Federal do Pará

Código	Ano da defesa	M – Mestrado MP – Mestrado Profissional D – Doutorado	Título	Autor(a)	Instituição de Ensino Superior
T155	2019	D	A Apropriação De Aspectos Formativos De Licenciandas Em Química Por Meio Da Escrita, Reescrita E Mediação Da Leitura De Contos E A Ficção Científica	Tatiana Santos Andrade	Universidade Federal da Bahia
T156	2019	MP	Aprendizagem Significativa De Termodinâmica A Partir Da Leitura Da Obra A Volta Ao Mundo Em 80 Dias De Júlio Verne	Simone Bonora Mazaro	Universidade de Passo Fundo
T157	2019	D	Diálogos Entre Ciências E Ficção Científica: Uma Estratégia Para Discutir Ética Científica Baseada Na Teoria Da Objetivação	Mayara Larrys Gomes De Assis Nogueira	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
T158	2019	MP	O uso de charges no ensino de ciências nas séries finais do ensino fundamental	Rodrigo Aparecido Dos Santos	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

APÊNDICE 2 - Lista de Programas de Pós-Graduação

* Em desativação ** Desativado

Instituição de Ensino Superior	Nome do Programa de Pós-graduação	Código do cadastro do programa
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA	40006018006P3 e 40006018028P7
	Formação Científica, Educacional e Tecnológica	40006018019P8
Fundação Oswaldo Cruz	ENSINO EM BIOCIÊNCIAS E SAÚDE	31010016009P0
Universidade de São Paulo	ENSINO DE CIÊNCIAS (MODALIDADES FÍSICA, QUÍMICA E BIOLOGIA)	33002010003P9
Universidade Federal de Santa Catarina	EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	41001010050P7
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca	Ciência, Tecnologia e Educação	31022014005P0
	ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA *	31022014002P0
Universidade de Brasília	ENSINO DE CIÊNCIAS	53001010056P9
Universidade Estadual de Maringá	EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA E A MATEMÁTICA	40004015023P2
Universidade Federal do Pará	EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS	15001016033P8
Universidade Federal da Bahia	ENSINO, FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS	28001010040P4
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo	EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	30004012002P7
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	23001011077P8
	ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA	23001011032P4
Universidade Federal do Paraná	Educação em Ciências e em Matemática	40001016068P7
Universidade do Estado do Amazonas	EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - UFMT - UFPA - UEA	50001019028P3
	ENSINO DE CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA **	12008010004P8
Universidade Estadual de Londrina	ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	40002012025P2
Universidade Estadual de Roraima	ENSINO DE CIÊNCIAS	13003011001P6
Centro Universitário Plínio Leite	ENSINO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO AMBIENTE **	31059015001P4
Universidade Federal do Sergipe	ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	27001016025P9
Universidade Estadual da Paraíba	ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	24004014006P5
Universidade Estadual de Campinas	Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática	33003017092P8
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA	33004056079P0
Universidade Federal de Mato Grosso	ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS	50001019027P7

Universidade Federal de Ouro Preto	ENSINO DE CIÊNCIAS	32007019026P8
Universidade Federal de Alagoas	ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	26001012027P9
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	ENSINO	32008015013P0
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões	Ensino Científico e Tecnológico	42010012006P2
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	ENSINO DE CIÊNCIAS	51001012022P8
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás	Educação para Ciências e Matemática	52005011002P5
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro	ENSINO DE CIÊNCIAS	31050018003P0
Universidade Federal Rural de Pernambuco	ENSINO DAS CIÊNCIAS	25003011012P1
Universidade Federal do ABC	Ensino e História das Ciências e da Matemática	33144010009P8
Universidade Federal do Ceará	ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	22001018061P1
Universidade Federal de Itajubá	ENSINO DE CIÊNCIAS**	32003013010P9
Universidade Luterana do Brasil	ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	42019010005P7
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia	Educação Científica e Formação de Professores	28006011010P6
Universidade de Passo Fundo	ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	42009014012P8
Universidade Federal de Uberlândia	ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	32006012032P1
Universidade Federal de Pelotas	ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	42003016042P6
Universidade Federal do Rio de Janeiro	EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E SAÚDE	31001017106P0
Universidade Estadual de Santa Cruz	Educação em Ciências e Matemática	28007018018P3
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo	ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	33084017002P0
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	ENSINO DE FÍSICA	42001013091P4
Universidade Federal do Maranhão	ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	20001010039P0

APÊNDICE 3 - Quantidade de dissertações e teses por Instituição de Ensino Superior

Instituição	Número de estudos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	20
Fundação Oswaldo Cruz	15
Universidade de São Paulo	12
Universidade Federal de Santa Catarina	8
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca	7
Universidade de Brasília	6
Universidade Estadual de Maringá	6
Universidade Federal do Pará	5
Universidade Federal da Bahia	5
Universidade Estadual de Roraima	4
Universidade Federal do Paraná	4
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo	4
Universidade do Estado do Amazonas	4
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	4
Universidade Estadual de Londrina	4
Universidade Federal de Ouro Preto	3
Universidade Federal de Mato Grosso	3
Universidade Estadual de Campinas	3
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	3
Universidade Estadual da Paraíba	3
Centro Universitário Plínio Leite	3
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás	2
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	2
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	2
Universidade Federal do Sergipe	2
Universidade Federal Rural de Pernambuco	2
Universidade Federal de Itajubá	2
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões	2
Universidade Federal de Alagoas	2
Universidade Federal do ABC	2
Universidade Federal do Ceará	2
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro	2
Universidade Luterana do Brasil	1
Universidade Federal de Pelotas	1
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	1
Universidade Estadual de Santa Cruz	1

Instituição	Número de estudos
Universidade Federal do Maranhão	1
Universidade Federal do Rio de Janeiro	1
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia	1
Universidade de Passo Fundo	1
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo	1
Universidade Federal de Uberlândia	1
Total	158

APÊNDICE 4 - Quantidade de trabalhos por orientador e respectiva Instituição de Ensino

Orientador(a)	Número de trabalhos orientados	Instituição de ensino na qual orientou
Marcos Cesar Danhoni Neves	6	Universidade Estadual de Maringá / Universidade Tecnológica Federal do Paraná
João Zanetic	5	Universidade de São Paulo
Maria Luiza de Araujo Gastal	4	Universidade de Brasília
Awdry Feisser Miquelin	4	Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Curitiba e Ponta Grossa)
Tania Cremonini de Araujo-Jorge	4	Fundação Oswaldo Cruz
Oscar Tintorer Delgado	3	Universidade Estadual de Roraima
Marcelo Borges Rocha	3	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
Mario Sergio Teixeira de Freitas	3	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Luís Paulo de Carvalho Piassi	3	Universidade de São Paulo
Moisés Alves de Oliveira	3	Universidade Estadual de Londrina
Henrique Cesar da Silva	2	Universidade Federal de Santa Catarina
Maylta Brandão dos Anjos	2	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro / Centro Universitário Plínio Leite
José Claudio de Oliveira Reis	2	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
Fábio Peres Gonçalves	2	Universidade Federal de Santa Catarina
Michele Waltz Comaru	2	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo
Rita de Cássia Magalhães Trindade Stano	2	Universidade Federal de Itajubá
Rosemari Monteiro Castilho Foggiao Silveira	2	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Priscila de Souza Chiste Leite	2	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo
Rosane Moreira Silva de Meirelles	2	Fundação Oswaldo Cruz
Maria Julia Corazza Nunes	2	Universidade Estadual de Maringá
Flomar Ambrosina Oliveira Chagas	2	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Valéria da Silva Trajano	2	Fundação Oswaldo Cruz

Maria dos Remédios de Brito	2	Universidade Federal do Pará
Lucia Rodriguez de La Rocque	2	Fundação Oswaldo Cruz
Ana Maria Freitas Teixeira	1	Universidade Federal do Sergipe
Neusa Teresinnha Massoni	1	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Carla Gonçalves Rodrigues	1	Universidade Federal de Pelotas
Shirley Takeco Gobada	1	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Emerson Rolkouski	1	Universidade Federal do Paraná
Mauricio Compiani	1	Universidade Estadual de Campinas
Erasmus Borges de Souza Filho	1	Universidade Federal do Pará
Rejane Maria Lira da Silva	1	Universidade Federal da Bahia
Erika Zimmermann	1	Universidade de Brasília
Elio Carlos Ricardo	1	Universidade de São Paulo
Fabiana Roberta Gonçalves e Silva Hussein	1	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Carlos Alberto de Oliveira Magalhães Junior	1	Universidade Estadual de Maringá
Fabio Augusto Rodrigues e Silva	1	Universidade Federal de Ouro Preto
Milton Schivani	1	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
André Amaral Gonçalves Bianco	1	Universidade Federal do ABC
Polônia Altoé Fusinato	1	Universidade Estadual de Maringá
Antonio Carlos de Francisco	1	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Edna Lopes Hardoim	1	Universidade Federal de Mato Grosso
Francisco Ferreira Dantas Filho	1	Universidade Estadual da Paraíba
Suzani Cassini de Souza	1	Universidade Federal de Santa Catarina
Francisco Romão Ferreira	1	Fundação Oswaldo Cruz
Camila Silveira da Silva	1	Universidade Federal do Paraná
Gloria Regina Pessoa Campello Queiroz	1	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
Carla Patrícia Guimarães	1	Centro Universitário Plínio Leite

Helaine Silvini Ferreira	1	Universidade Federal Rural de Pernambuco
Marinez Meneghello Passos	1	Universidade Estadual de Londrina
Helena Amaral da Fontoura	1	Fundação Oswaldo Cruz
Claudia de Vilhena S Sabino	1	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Heloisa Flora Brasil Nobrega Bastos	1	Universidade Federal Rural de Pernambuco
Nelson Rui Ribas Bejarano	1	Universidade Federal da Bahia
Antônio Carlos Magalhães	1	Universidade Federal do Ceará
Cláudia Regina Flores	1	Universidade Federal de Santa Catarina
Ierecê Barbosa	1	Universidade do Estado do Amazonas
Rafael Rossi	1	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Indianara Silva	1	Universidade Federal da Bahia
Renato Pires dos Santos	1	Universidade Luterana do Brasil
Isaías Batista de Lima	1	Universidade Federal do Ceará
Rosileia Oliveira de Almeida	1	Universidade Federal da Bahia
Ivaneide Alves Soares da Costa	1	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani	1	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Jenner Barreto Bastos Filho	1	Universidade Federal de Alagoas
Terezinha Valim Oliver Gonçalves	1	Universidade Federal do Pará
João Carlos Krause	1	Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Marco Antonio Barbosa Braga	1	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
Augusto Fachin Teran	1	Universidade do Estado do Amazonas
Maria Consuelo Alves Lima	1	Universidade Federal do Maranhão
Jorge Cardoso Messeder	1	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
Maria Ines de Freitas Petrucci S Rosa	1	Universidade Estadual de Campinas
Alessandro Frederico da Silveira	1	Universidade Estadual da Paraíba
Maria Lucia Vital dos Santos Abib	1	Universidade de São Paulo

Jose Moyses Alves	1	Universidade Federal do Pará
Mariana Veríssimo Soares de Aguiar e Silva	1	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
José Otavio Baldinato	1	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Carlos Rinaldi	1	Universidade Federal de Mato Grosso
Josefina Barrera	1	Universidade do Estado do Amazonas
Charlie Antoni Miquelin	1	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Josie Agatha Parrilha da Silva	1	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Midori Hijioka Camelo	1	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Kátia Maria Jasper	1	Universidade Federal do Paraná
Claudia de Alencar Serra e Sepulveda	1	Universidade Federal da Bahia
Lilian Boccardo	1	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Neusa Maria John Scheid	1	Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Virgínia Torres Schall	1	Fundação Oswaldo Cruz
Noemi Sutil	1	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Vivian Leyser da Rosa	1	Universidade Federal de Santa Catarina
Pedro da Cunha Pinto Neto	1	Universidade Estadual de Campinas
Yassuko Hosoume	1	Universidade de São Paulo
Deise Miranda Vianna	1	Fundação Oswaldo Cruz
Luciana Sedano de Souza	1	Universidade Estadual de Santa Cruz
Regia Chacon Pessoa	1	Universidade Estadual de Roraima
Luis Carlos de Menezes	1	Universidade de São Paulo
Renato Eugênio da Silva Diniz	1	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Bernadete Barbosa Morey	1	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Divanizia do Nascimento Souza	1	Universidade Federal do Sergipe
Luiz Augusto Coimbra de Rezende Filho	1	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Edna Ribeiro dos Santos	1	Centro Universitário Plínio Leite

Luiz E. de Vargas Aguiar	1	Fundação Oswaldo Cruz
Sergio Camargo	1	Universidade Federal do Paraná
Luiz Marcelo Darroz	1	Universidade de Passo Fundo
Silvia Martins dos Santos	1	Universidade Federal de Uberlândia
Luiz Orlando de Quadro Peduzzi	1	Universidade Federal de Santa Catarina
Siumara Aparecida de Lima	1	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Breno Arsioli Moura	1	Universidade Federal do ABC
Edson Jose de Carvalho	1	Universidade Federal de Ouro Preto
Marcelo Gomes Germano	1	Universidade Estadual da Paraíba
Elane Chaveiro Soares	1	Universidade Federal de Mato Grosso
Marcelo Lambach	1	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Marcelo Ximenes Aguiar	1	Universidade de Brasília
Wilmor Ernesto Francisco Junior	1	Universidade Federal de Alagoas
Luciana Hoffert Castro Cruz	1	Universidade Federal de Ouro Preto
Aldeneia Soares da Cunha	1	Universidade do Estado do Amazonas
Luciana Maria Lunardi	1	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

**APÊNDICE 5 - Formação inicial dos autores segundo informações do Currículo
Lattes**

Formação Inicial do(a) autor(a)	Quantidade
Bacharelado e/ou Licenciatura em Biologia/Ciências Biológicas	40
Bacharelado e/ou Licenciatura em Física	38
Bacharelado e/ou Licenciatura em Química	17
Ciências/Ciências Naturais/Ciências da Natureza	11
Pedagogia	8
Artes Visuais	4
Letras	2
Matemática	2
Pedagogia e Artes visuais	2
Educação Artística	2
Música	2
Graduação Normal Superior	1
Graduação em Tecnologia em Alimentos	1
Licenciatura Plena em Desenho e Artes Plásticas	1
Comunicação social	1
Licenciatura em Educação Artística e Graduação em Museologia	1
Engenharia Química	1
Ciências Sociais	1
Pedagogia e Letras	1
Geografia	1
Fisioterapia e Educação Física	1
Engenharia Química e Licenciatura em Física	1
Física e Administração	1
Desenho Industrial e Física	1
Licenciatura em Educação Física, Licenciatura em Artes Cênicas, Pedagogia	1
Letras e Licenciatura em Música	1
Graduação em Normal Superior	1
Nutrição	1
Pedagogia e Artes Plásticas e Artes Visuais	1
Desenho e Plástica	1
Medicina Veterinária e Ciências Biológicas	1
Engenharia Civil e Artes Visuais	1
Comunicação social e Letras	1
Artes Cênicas	1
Bacharel em Gravura e Licenciatura em Educação Artística	1
Comunicação Visual Design	1

Formação Inicial do(a) autor(a)	Quantidade
Psicologia	1
Tecnologia em Processamento de dados	1