



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS
MESTRADO

Pedro Vitor Vieira da Cunha de Miranda

**RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E ARTE: SIGNIFICADOS E
CONTRIBUIÇÕES PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS A PARTIR DE
UMA REVISÃO NARRATIVA DE LITERATURA**

Recife – PE

2023

Pedro Vitor Vieira da Cunha de Miranda

**RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E ARTE: SIGNIFICADOS E
CONTRIBUIÇÕES PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS A PARTIR DE
UMA REVISÃO NARRATIVA DE LITERATURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Campus Sede/Recife, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática

Orientadora: Carmen Roselaine de Oliveira Farias

Recife – PE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M672r Miranda , Pedro Vitor Vieira da Cunha de
Relações entre ciência e arte: significados e contribuições para a educação em ciências a partir de uma
revisão narrativa de literatura / Pedro Vitor Vieira da Cunha de Miranda . - 2023.
152 f. : il.
- Orientadora: Carmen Roselaine de Oliveira Farias.
Inclui referências.
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em
Ensino das Ciências, Recife, 2023.
1. Cienciarte. 2. Revisão de Literatura. 3. Significados e Práticas didático-pedagógicas. I. Farias,
Carmen Roselaine de Oliveira, orient. II. Título

Pedro Vitor Vieira da Cunha de Miranda

Título: Relações entre ciência e arte: significados e contribuições para a educação em ciências a partir de uma revisão narrativa de literatura

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e APROVADO, em 26 de julho de 2023 pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Orientadora: Profa. Dra. Carmen Roselaine de Oliveira Farias
Departamento de Biologia da UFRPE

Membro interno: Profa. Dra. Helaine Sivini Ferreira
Departamento de Educação da UFRPE

Membro externo: Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves
Departamento de Física do Centro de Ciências Exatas da UEM

Membro externo: Prof. Dr. Raphael Alves Feitosa
Departamento de Biologia da UFC

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da UFRPE.

Insira neste espaço a
assinatura digital

Profa. Dra. Monica Lopes Folena Araújo
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da UFRPE

Insira neste espaço a
assinatura digital

Profa. Dra. Carmen Roselaine de Oliveira Farias
Orientadora - Departamento de Biologia da UFRPE

Recife, 2023

Eu dedico este trabalho aos meus ancestrais, por onde minha vida passou de mão em mão até tornar-se minha, em especial minha família materna que me gerou em seu ventre e me fez ser quem sou hoje; dedico aos amigos que me fazem ser um pouco deles todos; junto aos meus educadores e educandos que me ensinam lições preciosas e me ajudam a transformar ideias em ações para este mundo; e, por fim, eu dedico ao futuro; a aquilo e aqueles que estão por vir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à inteligência suprema que sente, ama e age em nossas vidas e tem vários nomes a quem podemos nos referir.

Agradeço a todos os meus ancestrais e que me carregaram no desejo de uma parte deles sobreviverem no futuro, e eis-me aqui.

Agradeço à Jaciara Santos (mãe) e a Pedro Celso (pai) pelo amor, oportunidade e dedicação durante todos esses anos; bem como a minha irmã (Phyetra Vitória) que me acompanha desde que nasceu e a tanto tempo me tem em sua vida e eu a ela por todos esses brevíssimos 25 anos.

Agradeço a madrinha Lídia Borges e ao Padrinho Geraldo Magela (*in memoriam*) por todo carinho e dedicação a minha educação.

A minha família na *persona* de tio Jurandir (*in memoriam*), tio Jonatas, tia Jacira, tia Eufênia e tia Neusa, e aos meus primos vindos do fruto dessa família que tanto me ensinam sobre a vida e pela oportunidade de conviver com todos vocês e poder acessar e fazer parte das suas biografias.

Agradeço a todos os tios, primos e sobrinhos que mesmo não estando vinculados ao meu sangue se vinculam aos nossos laços de afeto e trocas.

Agradeço aos meus muitos professores, em especial à tia Catari, que me apresentou ao mundo das palavras e números, à tia Fátima que me apresentou ao mundo dos diversos conhecimentos fundamentais a minha vida, ao professor Ricardo (*in memoriam*) e Geraldo que me seduziram para o mundo da gramática.

Agradeço às minhas professoras de Reforço escolar, que me oportunizaram desde cedo a perceber o conhecimento de outras formas e maneiras possíveis.

À professora Dalva (*in memoriam*) que exalava a arte por todos os poros do corpo e me inspirou a ver arte em tudo. Às professoras Karina Chá e Xênia Alves que me despertaram o desejo por estudar a ciência e biologia e foi por ver a dedicação delas à docência que cresceu em mim o desejo em ser professor de ciências.

Agradeço aos meus professores da graduação que tanto contribuíram com minha formação inicial, em especial Cecília Costa, Marcos Barros, Marcos Alves, Benoit Loeuille, Francisco Pompelli, Maria Betania, Leyllyanne Souza e Karla Euzébio.

Agradeço aos muitos amigos dessa trajetória de vida, que me inspiram a ser quem sou e apoiam meus passos nesta existência.

Aos meus educandos, que dão sentido ao meu fazer.

Agradeço à minha vizinhança e comunidade, que me ajudam a refletir propostas e possibilidades educativas para dentro dela. Em especial, ao Centro Espírita Caminhado para Jesus, onde me tornei educador e por ter sido educado por pessoa incríveis às quais também expresso os meus profundos agradecimentos.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação (PPGEC) e à minha universidade (UFRPE), agradecimento que se estende aos meus professores que tanto contribuíram, nos acolhendo na intimidade de sua casa, virtualmente, para seguirmos o curso das nossas aulas de mestrado e por toda a motivação que nos davam em seguir estudando e pesquisando, mesmo diante de tantas adversidades.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) que tem investido na minha formação desde a graduação com a Bolsa de Incentivo Acadêmico (BIA), depois pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e, mais recentemente, pelo Programa de Concessão de Bolsas de Pós-Graduação (PBPG), que me deu um incentivo a mais em pensar esse percurso de pesquisa, onde os resultados pudessem estar atrelados ao desenvolvimento científico e educacional do meu estado.

Aos meus colegas de mestrado, que pouco tivemos oportunidade de construir relações para além da formalidade, distância e barreira virtual, trouxeram considerações pertinentes em cada aula, enriquecendo-me e trazendo motivação quando um perguntava pelo outro, mostrando interesse e vontade de estar juntos, naquele momento que estávamos tão sós.

Agradeço ao meu Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação e Sustentabilidade (GEPES), por todas as contribuições ao meu trabalho, indiretamente e diretamente; pelo carinho e cuidado que tivemos um com o outro, nesta construção desafiadora de uma pesquisa e da identidade de pesquisador na educação.

À minha orientadora Carmen Farias, por toda dedicação, cuidado e esforço que se lançam dela para acolher a mim e minha proposta de pesquisa, tal como as crianças acolhem uma brincadeira nova, sem pestanejar ou titubear e ainda riem e se divertem ao se lançar ao novo.

O Coco Traz Consciência

Letra: Mãe Beth de Oxum

No dia 19 de março,
planta o milho que ele vem,
na tenda de Oxossi tem,
Coco de Quebra Pedra também,
Na Casa de Oyá Togum,
Seu Curisco vem chegando,
Por debaixo do chapéu,
daquele jeito vem olhando,
Zé Pretinho também vem,
querendo a Mazuca dançar,
pois o Mestre quando chega,
o Coco vai vadiar,
Venho aqui anunciar,
que o Coco tem ciência,
na Jurema e nos Terreiros,
o Coco traz consciência.
O Coco vem da Jurema
e o Mestre assim mostrou
quando desce o seu povo
a Mazuca vadiou
venho aqui anunciar,
que o Coco tem ciência,
na Jurema e nos Terreiros,
o Coco traz consciência.
Na Jurema e nos Terreiros,
o Coco traz consciência.

<https://www.youtube.com/watch?v=vscwH9KOQk4>

RESUMO

De um ponto de vista histórico, a relação entre ciência e arte remonta a períodos anteriores à consolidação da ciência moderna, quando se supõe haver um afastamento entre esses dois domínios culturais a pretexto da valorização da razão e objetividade, consideradas então opostas à emoção e subjetividade atribuídas às artes. Por longo tempo, a arte foi tomada como instrumento, quando o cientista pôde, por meio dela, representar, através de técnicas realistas, formas e cores das espécies estudadas. Por sua vez, em outros momentos, foi a arte que tomou a ciência e a tecnologia como forma de produzir novas experiências estéticas. No campo da educação, podemos encontrar possíveis diálogos entre ciência e arte em propostas educativas fundamentadas em diversos significados e práticas pedagógicas. Assim, considerando haver uma relação profícua entre ciência e arte no âmbito educativo, especialmente no da educação em ciências, questionamos: *Que significados e contribuições didático-pedagógicas emergem da relação entre ciência e arte na área de pesquisa em ensino de ciências?* Buscamos, por meio de uma revisão narrativa de literatura, analisar a produção bibliográfica brasileira na área de ensino de ciências, na qual a relação entre ciência e arte esteja sendo abordada, buscando sistematizar e comunicar seus significados, implicações e práticas didático-pedagógicas que contribuam com esta área de ensino e pesquisa. Percebemos a diversidade de termos presentes para se referir a práticas de ciência e arte na educação em ciências e isso implica diferentes abordagens. Nossos resultados são apresentados a partir de duas grandes categorias: as relações entre ciência e arte em espaços educativos não formais, em que se encontra os museus como principal representante; e as relações entre ciência e arte em espaços educativos formais, especialmente do 9º ano ao ensino superior. Enquanto na primeira categoria esta relação tem enfatizado significados em que a ciência se vale da arte para transmitir conteúdos científicos ou artísticos ou a arte toma a ciência como temática para sua produção, na segunda, nos espaços formais de ensino, essa relação aparece inserida em uma preocupação com a formação humana complexa, na necessidade de um diálogo entre diferentes saberes para romper com a fragmentação das áreas do conhecimento e na possibilidade de produzir conhecimento dentro do processo criativo. Tomar consciência dessas perspectivas sobre a relação entre ciência e arte contribui para repensarmos as práticas de ciência e arte na educação em ciências.

Palavras-chave: Cienciarte, Revisão de Literatura, Significados e Práticas didático-pedagógicas

ABSTRACT

From a historical point of view, the relationship between science and art goes back to periods prior to the consolidation of modern science, when it is assumed that there is a gap between these two cultural domains on the pretext of valuing reason and objectivity, considered at the time opposed to emotion and subjectivity. attributed to the arts. For a long time, art was taken as an instrument, when the scientist could, through it, represent, through realistic techniques, shapes and colors of the studied species. In turn, at other times, it was art that took science and technology as a way of producing new aesthetic experiences. In the field of education, we can find possible dialogues between science and art in educational proposals based on different meanings and pedagogical practices. Thus, considering that there is a fruitful relationship between science and art in the educational field, especially in science education, we ask: What didactic-pedagogical meanings and contributions emerge from the relationship between science and art in the field of research in science teaching? We seek, through a narrative literature review, to analyze the Brazilian bibliographic production in the area of science teaching, in which the relationship between science and art is being addressed, seeking to systematize and communicate their meanings, implications and didactic-pedagogical practices that contribute to with this area of teaching and research. We noticed the diversity of terms present to refer to science and art practices in science education and this implies different approaches. Our results are presented from two main categories: the relationship between science and art in non-formal educational spaces, in which museums are the main representative; and the relationship between science and art in formal educational spaces, especially from the 9th grade to higher education. While in the first category this relationship has emphasized meanings in which science makes use of art to transmit scientific or artistic content or art takes science as a theme for its production, in the second, in formal teaching spaces, this relationship appears inserted in a concern with complex human formation, the need for a dialogue between different types of knowledge to break with the fragmentation of areas of knowledge and the possibility of producing knowledge within the creative process. Becoming aware of these perspectives on the relationship between science and art helps us to rethink science and art practices in science education.

Keywords: Artscience, Literature Review, Meanings and didactic-pedagogical practices

RESUMEN

Desde un punto de vista histórico, la relación entre ciencia y arte se remonta a épocas anteriores a la consolidación de la ciencia moderna, cuando se asume que existe un desfase entre estos dos dominios culturales con el pretexto de valorar la razón y la objetividad, consideradas al mismo tiempo. el tiempo opuesto a la emoción ya la subjetividad atribuida a las artes. Durante mucho tiempo se tomó el arte como instrumento, cuando el científico podía, a través de él, representar, mediante técnicas realistas, formas y colores de las especies estudiadas. A su vez, en otras épocas, fue el arte el que tomó la ciencia y la tecnología como forma de producir nuevas experiencias estéticas. En el campo de la educación, podemos encontrar posibles diálogos entre ciencia y arte en propuestas educativas a partir de diferentes significados y prácticas pedagógicas. Así, considerando que existe una fructífera relación entre ciencia y arte en el campo educativo, especialmente en la enseñanza de las ciencias, nos preguntamos: ¿Qué significados y aportes didáctico-pedagógicos emergen de la relación entre ciencia y arte en el campo de la investigación en la enseñanza de las ciencias? Buscamos, a través de una revisión narrativa de la literatura, analizar la producción bibliográfica brasileña en el área de la enseñanza de las ciencias, en la que se aborda la relación entre ciencia y arte, buscando sistematizar y comunicar sus significados, implicaciones y prácticas didáctico-pedagógicas. que contribuyen con esta área de docencia e investigación. Notamos la diversidad de términos presentes para referirse a las prácticas científicas y artísticas en la enseñanza de las ciencias y esto implica diferentes enfoques. Nuestros resultados se presentan a partir de dos categorías principales: la relación entre ciencia y arte en los espacios educativos no formales, en los que los museos son el principal representante; y la relación entre ciencia y arte en los espacios educativos formales, especialmente desde el 9° grado hasta la educación superior. Mientras que en la primera categoría esta relación ha enfatizado significados en los que la ciencia se sirve del arte para transmitir contenidos científicos o artísticos o el arte toma a la ciencia como tema para su producción, en la segunda, en los espacios formales de enseñanza, esta relación aparece inserta en una preocupación con la formación humana compleja, la necesidad de un diálogo entre los diferentes saberes para romper con la fragmentación de las áreas de conocimiento y la posibilidad de producir conocimiento dentro del proceso creativo. Tomar conciencia de estas perspectivas sobre la relación entre ciencia y arte nos ayuda a repensar las prácticas científicas y artísticas en la enseñanza de las ciencias.

Palabras clave: Cienciarte, Revisión de literatura, Significados y prácticas didáctico-pedagógicas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Método Cienciarte	29
Figura 2 - Relação entre a Ciência e a Arte e o nascimento de diferentes sentidos	36
Figura 3 - Marcos temporais do trabalho da equipe CienciArte do Laboratório de Inovações em Terapias, Ensino e Bioprodutos do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro	52
Figura 4 - Número de publicações por ano no período de 2004 a 2022	86
Figura 5 - Subáreas das ciências naturais presentes nos trabalhos analisados	87
Figura 6 - Linguagens artísticas abordadas nos trabalhos analisados	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Trabalhos de revisão de literatura na temática ciência e arte no Brasil encontrados nos portais CAPES, Scielo e Google Acadêmico em outubro de 2021.	39
Quadro 2 Tipo de trabalho, descritores e especificações de buscas nas pesquisas de revisão sistemática de literatura em ciência e arte no Brasil em outubro de 2021.....	40
Quadro 3 Fontes, filtros e temporalidade de buscas nos trabalhos de revisão de literatura em ciência e arte no Brasil em outubro de 2021	44
Quadro 4 Categorias de análise a priori e a posteriori apresentadas nos trabalhos de revisão de literatura sobre a temática ciência e arte no Brasil.....	49
Quadro 5 Categorias de análise.....	75
Quadro 6 Trabalhos investigados sobre a relação ciência e arte na educação	81
Quadro 7 Trabalhos na temática Ciência e arte nos espaços não formais de ensino.....	92
Quadro 8 Categorias de análise da relação entre teatro e ciência segundo Barbacci (2002)	98
Quadro 9 Trabalhos sobre a temática ciência e arte nos espaços formais de ensino	112

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	13
INTRODUÇÃO	17
1. RELAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E ARTE E A PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	25
1.1. CIÊNCIA E ARTE: UMA MULTIPLICIDADE DE TERMOS E SENTIDOS NA ÁREA.....	25
1.1.1. <i>Cienciarte ou Arteciencia.....</i>	26
1.1.2. <i>Sci-Art ou SciArt.....</i>	29
1.1.3. <i>Bioarte.....</i>	32
1.1.4. <i>Ciência-Arte ou Ciência e Arte.....</i>	35
1.2. REVISÕES DE LITERATURA SOBRE CIÊNCIA E ARTE: CAMINHOS JÁ TRILHADOS	37
1.2.1. <i>As metodologias encontradas nas revisões de literatura.....</i>	40
1.3. APROFUNDANDO RAÍZES DAS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E ARTE.....	51
1.3.1. <i>Ciência e arte nos anos 1980 e 1990.....</i>	52
1.3.2. <i>Ciência e arte no início dos anos 2000.....</i>	55
1.3.3. <i>Ampliando a interface Ciência e Arte nas duas primeiras décadas dos anos 2000.....</i>	65
2. UM PERCURSO DE REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA	73
2.1. CONSTITUIÇÃO DO <i>CORPUS</i> DA PESQUISA	74
2.2. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO.....	74
2.3. CATEGORIAS DE ANÁLISE <i>A PRIORI</i>	75
2.4. ANÁLISE DOS DADOS.....	76
3. RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E ARTE NA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL E FORMAL	79
3.1. PANORAMA DO <i>CORPUS</i> CONSTITUÍDO	80
3.2. CIÊNCIA E ARTE NA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL: A IMPORTÂNCIA DOS MUSEUS.....	90
3.2.1. <i>Aproximação às formas de relacionar ciência e arte em museus e centros de ciências.....</i>	94
3.2.2. <i>Significados sobre ciência e arte na educação não formal.....</i>	99
3.3. RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E ARTE NO CONTEXTO FORMAL: O LUGAR DESTACADO DA EDUCAÇÃO BÁSICA E SUPERIOR	111
3.3.1. <i>Significados e contribuições didático-pedagógicas sobre ciência e arte na educação formal.....</i>	114
a) O Ser do professor e o Ser do estudante	117
b) Diálogo entre diferentes áreas do conhecimento e saberes: outras perspectivas do conhecer o mundo na educação em ciências.....	126
c) A bela “arte” como embelezadora da fera monstruosa “ciência”	132
d) É possível conhecer dentro do processo criativo?.....	135
CONSIDERAÇÕES, ARREMATAS E CONTEMPLAÇÃO	140
BIBLIOGRAFIA	145



APRESENTAÇÃO

Como homem preto e professor de ciências, tive minha formação até a 5ª série em escolas privadas na periferia no Recife e, desde então, estive imerso na educação pública até o ensino superior.

Na “antiga” Alfabetização, recordo-me de um trabalho de desenho e escrita de um poema que nossa professora Catari propôs. Esse trabalho ficou registrado em um livro de poemas, versos e desenhos, o meu, de título “Beija-flor e a Flor” se baseava na minha observação da natureza, que me inspirou a compor esse poema simples, um dos meus primeiros registros escritos. Desde lá sentia que a natureza me inspirava de diversas formas e possibilidades.

No sexto ano, a professora de Artes Dalva levava-nos ao pátio da escola para representarmos as árvores. Recordo que nesse momento queria desenhar a árvore da forma mais fidedigna possível, muito influenciado pelo realismo e, conversando comigo mesmo, me perguntava como poderia fazer isso, tendo em vista a infinidade de folhas de uma árvore. Logo percebi que seria impossível desenhar cada uma em seus mínimos detalhes.

No primeiro ano do ensino médio deparo-me com a proposição da professora de Biologia, Xênia, para desenvolver uma célula comestível. Fervilhou em mim uma infinidade de ideias, a criatividade e a imaginação puderam ter espaço junto ao modelo celular procarionte e apresentei para turma um modelo com mamão e macarrão. Pude também criar no ensino médio, durante as “Feiras de Ciências”, diversos modelos científicos que exigiam da criatividade e imaginação, usei da arte e da estética para apresentação dos trabalhos em grupo.

Na graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas na UFPE, ao vermos as lâminas histológicas, registrávamos por meio do desenho em um caderno aquilo que víamos, e eu me dedicava bastante em fazer esses desenhos e tomava consciência que aprendia ao desenhar, conseguia me recordar dos nomes das células, bem como sua morfologia e localização.

Houve uma disciplina que foi Ecologia, a professora Cecília Costa nos trazia diversas proposições de modelagem, desenho, observação fenomenológica de Goethe dos seres estudados no ecossistema, criação de poemas sobre os temas estudados e foi neste lugar que percebi como os estudantes se envolviam nas dinâmicas propostas, percebi que essas dinâmicas nos levavam à infância, onde esse lugar da imaginação e criatividade é latente.

Fui tomando consciência de todo esse caminho e foi crescendo em mim o sentimento de necessidade de olhar para o ensino de ciências como meio para compreensão da natureza e da sociedade, a fim de conservar o ambiente e viver com dignidade e essa relação entre ciência e arte foi sendo um dos principais pontos para pensar o meu ser e fazer professor na educação em ciências. Os modelos didáticos foram os primeiros caminhos para olhar para essa temática e, em seguida, outras possibilidades vieram.

Passei a olhar para a relação entre ciência e arte como um caminho possível de se aprender e ensinar ciências. Essa perspectiva parecia romper, então, com uma visão de mundo na qual os conhecimentos são cada vez mais especializados a ponto de não dialogarem mais entre si e se tornarem incompreensíveis para a sociedade. Senti ser possível por meio da relação ciência e arte fazer um ensino de ciências que nos ajude a compreender o conhecimento neste mundo complexo, onde os conhecimentos possam dialogar uns com os outros, possibilitando ao ser humano resolver questões e problemas complexos que são cada vez mais emergentes em nossa sociedade.

Nesse sentido, ainda na graduação, pude realizar meu Estágio Supervisionado 4 sob orientação do professor Marcos Barros, com a temática ciência e arte no ensino de Botânica, na Escola Municipal Divino Espírito Santo sob supervisão de Luciana Cavalcante, professora de ciências da respectiva instituição, que pude reencontrar, mais recentemente, no Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação e Sustentabilidades (GEPES – UFRPE) e desde o estágio criamos um grupo de estudos sobre a temática, onde nos reunimos algumas vezes para discutir.

Pude propor vários caminhos com ciência e arte na formação de professores ao atuar como Consultor da Residência Docente Em Ensino De Ciências (REDEC - PE), nos municípios pernambucanos de Feira Nova e Glória do Goitá, onde pude perceber

a infinitude de possibilidades dentro daqueles contextos.

Iniciei em 2018 o curso de Pedagogia Waldorf e pude me reconciliar com essa criatividade, imaginação e com minha humanidade. O pensamento Antroposófico, que é a base para a pedagogia Waldorf, considera que a dimensão humana não se encerra na dimensão física- corporal, mas vai além com aspectos do anímico e espiritual no ser humano, bem como compreende que educar é uma arte, tendo em vista que a arte perpassa, conscientemente, todas as dimensões da escola. Assim, percebo como os diferentes modelos pedagógicos, podem ir ao encontro ou não de práticas como ciência e arte.

Chego em 2020, ano de ingresso no PPGEC. A ideia inicial do projeto de mestrado era desenvolver a temática ciência e arte em atividades na escola. Naquele mesmo momento eu inicio a minha docência como professor de ciências do 6º e 7º anos permeada por várias atividades com ciência e arte. Contudo, a Pandemia da Covid-19 obrigou a mim e minha orientadora a repensar a proposta, principalmente a execução do projeto na escola. Partimos para um trabalho possível em um ambiente pandêmico, onde não tínhamos certeza de nada, só de que nossa casa era o lugar mais seguro e onde reconhecemos que tudo poderia ser feito em casa, inclusive dar aula “remotas, síncronas e assíncronas” e até fazer pesquisa.

Minha pesquisa, agora bibliográfica, começa na sala de minha casa e termina no quarto, os dois ambientes físicos que mais transitei para desenvolvê-la, mesmo que tenha, por meio da revisão bibliográfica, “viajado” pelo tempo, por muitos estados e instituições brasileiras, mesmo que tenha conhecido e reconhecido tantos autores nacionais que se debruçam sobre a temática e fortalecem as discussões na área, ajudando a olhar sob outras perspectivas a educação em ciências.

Mesmo com a pandemia, pude vivenciar, na medida do possível, a pintura a partir da produção de tintas naturais, também a música, danças circulares, desenhos de observação, vídeo-performance, poesias e a própria pesquisa da temática ciência e arte, que tem ficado cada vez mais viva em mim, na medida que, diante de uma postura sensível e investigativa eu adentro praticá-la e compreendê-la.

Durante meu Estágio Docência no ensino superior, pude propor junto com minha orientadora (supervisora), na disciplina de Prática de Ecologia na UFRPE, algumas

discussões e práticas com ciência e arte. Vivenciamos o vasto universo das tintas naturais, que podiam ser preparadas em casa, tendo em vista o momento de pandemia que estávamos passando, e a criação de arte para expressões pessoais e coletivas sobre a temática ambiental e acerca do que os estudantes estavam vivendo.

No GEPES, também criamos um vídeo-performance intitulado “A coisa era branca”, que teve como inspiração a crônica Máquina escrevendo (1971) de Clarice Lispector, e que mobilizou uma motivação incomum no grupo, em um momento tão necessário. O vídeo foi selecionado para a exposição virtual “Clarice Ano 100” da Universidade Federal de Pernambuco (PROEXC), através da Diretoria de Cultura da Pró-Reitoria de Extensão e Cultura e do Instituto de Arte Contemporânea (IAC)¹.

É incrível perceber que as pessoas mudam ao se depararem com a arte, a criação, o envolvimento que nos faz perder noção de tempo, nos satisfaz e mobiliza tanta coisa em nós que só aos poucos vamos tomando consciência da experiência artística que passamos.

Aqui exponho essa trajetória que se consolida nesta pesquisa, porém continua como uma obra longe de seu fim, podendo ser agora investigada e observada sob diversas perspectivas.

¹ Disponível em: <https://fb.watch/lyS9vrW8s6/> Acesso em 03 de julho de 2023.

INTRODUÇÃO

Diante das preocupações com uma educação em ciências mais humana, pela qual seja possível ensinar ciência à sociedade de modo que seja ela considerada um modo de leitura e interpretação do mundo e da natureza, para agir em seu favor, nasce a problemática de pesquisa deste trabalho.

Compreendemos que o ensino, de modo geral, está alicerçado em uma visão fragmentada de mundo e isso se torna mais visível quando analisamos as disciplinas da educação científica (Brito; Souza; Freitas, 2008). Uma das consequências dessa visão é falta de contextualização dos saberes científicos situando-os no tempo e no espaço, e as frouxas relações estabelecidas entre ciência e sociedade que dificultam uma compreensão crítica e abrangente da ciência contemporânea e de suas implicações humanas, ambientais, socioculturais, éticas e políticas.

Nossa sociedade tornou hegemônica certa visão de ciência que tem como principal característica ser euro-centrada e construída na oposição sujeito-objeto, submetendo à racionalidade técnico-científica as coisas do mundo (Sartori, 2016). Morin (2014), por sua vez, destaca a forma como a ciência moderna fragmentou o real em partes cada vez menores e dissociadas da totalidade.

Tal cosmovisão ao se expandir e hegemônizar é apontada como fator relevante para a produção e agravamento de muitas problemáticas contemporâneas, entre as quais é notável a crise ecológica, revelada nas mazelas socioambientais acarretadas pelo uso insustentável da natureza, a domesticação de corpos e consciências e a dominação de povos e culturas tradicionais, confiscando a sua ação no mundo e, portanto, nos conduzindo para beira de um abismo. A ciência e a tecnologia contemporânea, assim, historicamente participam de um projeto sociocultural *contranatura* que joga à margem todas outras formas de pensamento e racionalidades não redutíveis a suas premissas.

Além disso, a ciência contemporânea é intrinsecamente ligada à tecnologia digital. Trata-se de uma radicalização da ciência moderna, cujo ápice é o século XX, para uma *episteme* tecno científica “em que a eficácia resolutive tem mais importância que a explicação ou interpretação teórica” (Luz, 2014, p. 9). De fato, a ciência

contemporânea – ou tecnociência – é pragmática e intervém diretamente na ordem do humano, da natureza e das coisas, buscando sempre que possível otimizar seu funcionamento por meio da *inovação* que se tornou o novo imperativo de uma cultura globalizada.

Compreendemos que a racionalidade científica moderna e, mais atualmente, a *episteme* da tecnociência, é esquematicamente difundida dentro do ensino de ciências quando este se pauta exclusivamente em aspectos explicativos das leis naturais previamente existentes ou, então, subtrai o contexto dos aspectos resolutivos e inovadores da ciência. Este modo de ensinar ciências é divergente com o que se considera ser a *alfabetização científica*, que é compreender a ciência como linguagem e então saber ler a linguagem em que a natureza está escrita. As fragmentações acabam dificultando o indivíduo ter uma compreensão mais realista do sistema de conhecimento contemporâneo (Chassot, 2006).

Sasseron e Carvalho (2011) trazem para discussão que muitas vezes esse termo pode ser utilizado com diferentes sentidos por conta da pluralidade semântica presente sobre o tema, entre elas temos o termo “Letramento científico”, e Enculturação científica, essa última se estabelece na necessidade do estudante está inserido na cultura científica e isso diz respeito a compreender conceitos para agir dentro da ciência; e o primeiro diz respeito a um processo de apropriação dos signos e significados, mediados por ações de ler e escrever.

As autoras defendem que a

[...] concepção de ensino de Ciências que pode ser vista como um processo de “enculturação científica” dos alunos, no qual esperaríamos promover condições para que os alunos fossem inseridos em mais uma cultura, a cultura científica. Tal concepção também poderia ser entendida como um “letramento científico”, se a consideramos como o conjunto de práticas às quais uma pessoa lança mão para interagir com seu mundo e os conhecimentos dele. No entanto, usaremos o termo “alfabetização científica” para designar as ideias que temos em mente e que objetivamos ao planejar um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico (Sasseron; Carvalho, 2011, p. 61).

Esse debate interessa-nos no sentido de demarcar o ponto crítico em que se encontra a educação em ciências quando se trata da relação entre ciência, sociedade e o mundo da vida. A educação em ciências, no sentido que estamos nos referindo, pode valer-se de um conjunto diversificado de áreas do conhecimento humano a fim de criar condições para que se abram janelas a uma compreensão alargada do tema, assim como ajude a construir processos educativos também compatíveis com o que estamos designando de visão crítica da ciência e da educação em ciências.

Sublinhe-se que, a nosso ver, a educação em ciências precisa considerar, entre outros fatores, o contexto de produção do conhecimento científico na sociedade contemporânea e a natureza da ciência (NdC) (Almeida; Farias, 2011), mas também as dimensões humanas, experienciais, éticas e políticas desse conhecimento. Corroboram esse entendimento alguns consensos construídos na área quanto à importância de se desenvolver abordagens e estratégias que constituam currículos e práticas docentes fundamentadas em bases críticas e questionadoras das interrelações, impactos e potenciais sociais da ciência. Alguns desses elementos críticos buscamos fundamento em estudos das relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e da educação ambiental (Farias; Freitas, 2007).

Para construir um repertório teórico que nos permita avançar no esclarecimento dessa problemática, nos valem de alguns referenciais em diálogo com abordagens transdisciplinares e interdisciplinares no ensino de ciências e que se aproximam de perspectivas formativas no sentido de uma visão mais complexa do mundo e de integração entre corpo e mente, emoção e razão, sujeito e objeto (Sawada; Araújo-Jorge; Ferreira, 2007, Cachapuz, 2014 e 2020, Matos, 2003, Silva; Neves, 2015).

Em particular, neste trabalho, elaboramos a seguinte questão de pesquisa: *Que significados e contribuições didático-pedagógicas emergem da relação entre ciência e arte na área de pesquisa em ensino de ciências?* Nesse sentido, o objetivo geral foi analisar os significados entre ciência e arte a partir de uma revisão de literatura na área de ensino de ciências e suas possíveis contribuições didático-pedagógicas.

A partir daí, elaboramos questões mais específicas: quais as principais características dos trabalhos que abordam as relações entre ciência, arte e educação em ciências (tipologia, autores(as), localização geográfica, contextos de ensino, estratégias didático-pedagógicas)? Que significados constituem a relação entre

ciência e arte na área do ensino de ciências? Que contribuições as pesquisas trazem para os contextos da educação não formal e formal?

As questões orientaram na elaboração dos seguintes objetivos específicos: descrever as características dos trabalhos que abordam relações entre ciência, arte e educação em ciências; analisar significados atribuídos a esta relação na área do ensino de ciências; e reconhecer possíveis contribuições que as pesquisas trazem aos contextos da educação não formal e formal compreendendo que são espaços contínuos de formação humana.

Essa aproximação entre ciência e arte no processo educativo tem se consolidado no Brasil por diversos pesquisadores a exemplo de Sawada, Jorge e Ferreira (2017), que discutem a trajetória de 30 anos em que a temática ciência e arte é desenvolvida em pesquisas no Instituto Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro, mostrando que esta relação, na contemporaneidade, já tem um percurso histórico. Os trabalhos mais recentes das autoras têm como principal referência a obra do americano Todd Siler, que é artista, autor, educador e inventor e que, juntamente com o casal Robert e Michelle Root-Bernstein, criou o movimento *ArtScience*, através do manifesto *ArtScience* em 2011, considerado um marco importante para a formação de uma interface em arte e ciência em nível mundial (Root-Bernstein; Root-Bernstein, 2003)²

Porém, este movimento no Brasil vem se dando bem antes disso como podemos perceber nas atividades realizadas pelo instituto Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro em 1982, no mesmo ano no Museu Dinâmico de Ciências de Campinas em São Paulo; na publicação do livro *Ensino de ciências: uma experiência no ensino de 1º grau* em 1989 por Gallerani e Neves; na publicação do livro *Ciência e educação: o conflito humano e tecnológico* de autoria de Leopoldo de Meis (1998); na *5ª Mostra de material de divulgação e ensino das ciências*, cujo o tema foi *Ciência e arte – imaginário e descoberta* em 2000 e que dará origem a um livro de mesmo nome publicado e

² O casal Michèle e Robert Root-Bernstein em 2001 sistematizaram treze categorias cognitivas promotoras da criatividade, as quais funcionariam como ferramentas para a educação. São elas: observação, abstração, evocar imagens, reconhecer e formar padrões, estabelecer analogias, pensar com o corpo, ter empatia, pensar de modo dimensional, criar modelos, brincar, transformar e sintetizar. Para eles, essas categorias mostram que o pensar criativo está tanto na ciência quanto na arte e que esses dois campos possuem mais pontos em comum do que convencionalmente tem se considerado.

organizado por Cauê Matos (2003); e o *I Simpósio de Ciência e arte* em 2002, que aconteceu no Instituto Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro, e que dará origem ao livro publicado com o título *Ciência e arte: encontro e sintonias* organizado por Tânia Araújo-Jorge (2004).

A partir desses referenciais começamos a vislumbrar justificativas para investigar essa aproximação entre ciência, arte e educação como parte de um processo formativo e de produção de conhecimento no âmbito da educação em ciências sob um enfoque crítico e humanístico. É deste campo educacional que questionamos como as aproximações possíveis entre ciência e arte podem contribuir com a área do ensino de ciências.

Nesse sentido, este trabalho de natureza teórica visou desenvolver uma revisão da literatura sobre as relações entre ciência e arte presentes em artigos, teses e dissertações, bem como suas contribuições para a área da educação em ciências. Mas antes de planejar nosso próprio percurso de revisão, sentimos necessidade de indagar: o que dizem os trabalhos de revisão de literatura sobre a temática? Essa pergunta nos levou a trabalhos de revisão anteriores que nos ajudaram tanto a elaborar nossa própria metodologia, quanto a perceber caminhos ainda não trilhados.

Ao realizarmos a busca e análise de trabalhos de revisão de literatura sobre a temática ciência e arte, observamos à primeira vista que se trata de uma temática “recente” na pesquisa brasileira em educação em ciências com suas raízes nos anos de 1980; e designada por uma diversidade de termos que visam enunciar essa relação entre ciência e arte (Bioarte, Sci-art, Arteciência ou Cienciart e Ciência-arte).

Nesse sentido, percebemos que poderíamos contribuir com essa temática abordando por um viés interpretativo os significados que emergem de pesquisas e buscando reconhecer caminhos didático-pedagógicos para o ensino de ciências mediado por ciência e arte. Por isso, sentimos a necessidade de adotar em nossa pesquisa uma metodologia de revisão narrativa da literatura, por ser mais flexível em temporalidade, termos de busca e critérios de inclusão e exclusão, assumindo as suas limitações, tendo em vista as dificuldades que esbarramos ao explorar a produção brasileira sobre a temática.

Em nossa trajetória artesanal de “crochetear” a metodologia e “cascavilhar” por

trabalhos a serem analisados, sem as amarras de temporalidade e termos de busca fechados, configuramos nossa pesquisa como uma revisão narrativa da literatura, já que apresenta e discute trabalhos que versam sobre a relação entre ciência e arte na área da educação em ciências, buscando por significados, implicações e práticas didáticos-pedagógicas presentes nesta área de pesquisa.

A dissertação está dividida em 3 capítulos onde tratamos sobre a temática em diferentes ângulos, mediante as contribuições das pesquisas de revisão de literatura sobre a temática e o resgate de suas raízes; a construção do nosso caminho de revisão, para, por fim, apresentarmos significados, compreensões e práticas emergentes na literatura a fim de contribuir com as discussões na área e auxiliar as práticas e novas pesquisas nesta temática.

No capítulo 1 debruçamo-nos sobre a relação entre pesquisas brasileiras sobre ciência e arte na educação em ciências, onde buscamos compreender como a literatura nacional, por meio de pesquisas de revisão de literatura, nos informa sobre a temática, bem como compreender como essa temática surge no Brasil, mapeando algumas discussões e seus respectivos grupos, instituições e líderes.

No capítulo 2 discutimos, depois de olhar o modo de fazer revisões sobre ciência e arte dos trabalhos anteriormente apresentados, como trilhar nosso caminho para suprir algumas lacunas no que se refere aos diferentes termos e temporalidade dessas pesquisas no Brasil; compreendendo que a revisão narrativa da literatura pode ser um caminho muito fecundo para sanar tais lacunas.

Já no capítulo 3, apresentamos os resultados de nossa pesquisa, elucidando como essa temática aparece nos contextos educativos formais e não formais, sendo os contextos não formais o lugar inaugural de discussões sobre a temática e o museu a principal instituição onde, historicamente, ciência e arte vêm sendo discutida e articulada. Já nos espaços formais de ensino, revelamos concepções, significados e estratégias didáticos pedagógicas que emergem no território educacional diante das práticas de ciência e arte na educação em ciências.

Ao contemplarmos nossa trajetória, tecemos os arremates sobre a ciência e arte na educação nas considerações finais, tendo em vista as novas proposições e perspectivas que emergem desta pesquisa. Ao olhamos através de vários ângulos

para essa temática na educação em ciências, queremos contribuir com os debates acadêmicos e auxiliar na [re]criação de práticas pedagógicas e pesquisas nesta interface.



RELAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E ARTE E A
PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

1. RELAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E ARTE E A PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Este capítulo procura descrever nosso trajeto teórico-metodológico, de modo que fundamentação teórica e percurso metodológico não são necessariamente capítulos separados. Ao contrário, as escolhas da pesquisa foram acontecendo na medida em que fomos adquirindo maior envolvimento com a temática e suas expressões na literatura da área.

Esperamos que este primeiro capítulo esclareça a diversidade de significados de ciência e arte que encontramos, bem como o caminho que construímos para embasar nossas interpretações.

1.1. Ciência e arte: uma multiplicidade de termos e sentidos na área

A literatura nacional aponta diversos significados para a relação entre ciência e arte e, fazendo uma aproximação, percebemos que algumas delas podem estar inseridas em diferentes perspectivas teóricas, epistemológicas e metodológicas, já que elas surgem em diferentes partes do país e têm sua fundamentação em autorias nacionais e internacionais.

Ao realizarmos as primeiras buscas em trabalhos acadêmicos, tais como em teses e dissertações, publicações em periódicos científicos e livros, passamos a compreender que existe uma diversidade de contribuições que essa relação vem trazendo para o ensino de ciências. Percebemos que diversos autores e grupos de pesquisas trazem contribuições distintas para essa temática que ora dialogam entre si, mas nem sempre isso acontece.

Nossa busca inicial partiu de uma concepção mais genérica da relação entre ciência e arte no campo do ensino de ciências, e logo evidenciamos uma diversidade de termos adjacentes à temática, tais como Bioarte (Costa, 2007, Castro, 2012), Cienciarte, Arteciência (Sawada; Ferreira; Araújo-Jorge, 2017) e Sci-Art (Agostinho;

Casaleiro, 2015, Feitosa, 2021).

Para Silva e Silva (2020) existe uma falta de consenso sobre o que constitui essa relação entre ciência e arte, surgindo, portanto, diferentes abordagens e denominações. Diante disto, percebemos que no meio de tanta diversidade, podem emergir diversos significados, métodos e práticas que os professores e pesquisadores podem adotar, dentro da educação em ciências quando nos referimos à relação entre ciência e arte.

Entre os termos que podemos perceber que se referenciam a ciência e arte, temos: *Arteciencia* ou *Cienciarte*, *Sci-art*, *Bioarte* e *Ciência-Arte* ou *Ciência e Arte*, na qual este último, acreditamos ser mais abrangente que os demais termos, já que compreendemos que os primeiros são ramificações do termo *Ciência e Arte*.

1.1.1. **Cienciarte ou Arteciencia**

Para Sawada, Araújo-Jorge e Ferreira (2017), o termo *Cienciarte* ou *Arteciencia*, nascem do manifesto e movimento *ArtScience* proposto por Todd Siler, Root-Bernstein. Sendo para as autoras um ponto essencial para a construção do campo *Arte-ciência*.

Para Deleuze (1992, *apud* Sawada; Araújo-Jorge; Ferreira, 2017) a *Ciência*, a *Arte* e a *Filosofia* possuem aspectos peculiares dentro da sociedade, a arte permeia a sensação, a ciência a proposição e a filosofia a criação de conceitos, e que não é possível reduzir algumas delas a uma, como síntese das demais. Portanto não existe uma relação hierárquica entre elas, no sentido de supervalorização de uma em relação a outra, sendo possível fazer arte e ciência ao mesmo tempo, pois ambas estão em diálogo. (Sawada; Araújo-Jorge; Ferreira, 2017, p. 163-164)

Araújo-Jorge (2017) argumenta que o modelo tradicional de ciência não consegue analisar totalmente as relações possíveis entre arte e ciência, assim para ela, é preciso buscar métodos inovadores que possibilitem olhar a relação entre ciência e arte de maneira mais livre e contínua; postulando que o método *Cienciarte* (tradução brasileira para *ArtScienc*) tem sido um dos caminhos para uma relação fecunda entre arte e ciências na educação. Começamos a conceber o método

Cienciarte através do Manifesto *ArtScienc* extraído de (*CienciArte*© no Instituto Oswaldo Cruz: 30 anos de experiências na construção de um conceito interdisciplinar, 2018):

- 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.
- 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*.
- 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.

Assinaram: Bob Root-Bernstein, Todd Siller, Adam Brown, Kenneth Snelson

Traduziram: Tania Araújo-Jorge, Anunciata Sawada e Josina Ribeiro (Araújo-Jorge. *et al.*, 2018)

Para Araújo-Jorge (2018), a utilização das duas linguagens dos dois campos de

pensamento, Ciência e Arte ganham um caráter de validação enquanto estratégia pedagógica para todos os níveis do ensino da educação básica em diferentes contextos escolares até a pós-graduação. A autora argumenta que o modelo tradicional de ciência não consegue analisar totalmente as relações possíveis entre arte e ciência, para isso é preciso buscar métodos que possibilitem olhar a relação entre ciência e arte de maneira mais livre e contínua, postulando que o *método Cienciarte* (tradução brasileira para *ArtScience* que foi desenvolvido por Todd Siler em 2011) como sendo considerado um dos caminhos para uma relação fecunda entre arte e ciências na educação.

Sawada (2017), resgata a concepção de totalidade do “homem renascentista” que pode transitar por diferentes linguagens, saberes e habilidades, possibilitando aos educandos o desenvolvimento de novas intuições e compreensões através da incorporação dos processos artísticos aos investigativos, possibilitando a construção de um discurso interno e público sobre essa relação com as atividades humanas e tópicos relacionados a percepções multidisciplinares e multiculturais. Ela conclui que esse processo é fecundo por possibilitar criatividade, curiosidade, imaginação, pensamento crítico e sobretudo resolução de problemas por meio da inovação e colaboração, sendo a inovação uma enorme contribuição deste método.

Traduzido por Sawada e Araújo-Jorge (2017) A *metaformação* do método científico em método *Cienciarte* proposto por Todd Siler em 2011 no artigo “*The ArtScience program por reallizing Human Portencial*” cria etapas e conexões essenciais entre o método científico e o cienciarte, (Siler, 2011 *apud* Sawada; Araújo-Jorge, 2017) o método pode ser aplicado em diferentes contextos da arte e da ciência, sendo assim um modelo inovador que permite o pensamento de maneira criativa e produz um pensamento crítico capaz de levar à solução de problemas reais.

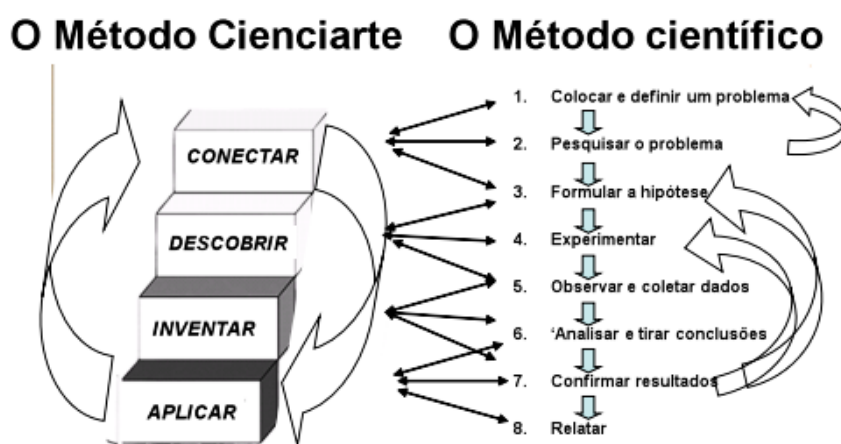
O uso da arte pode ser útil para compreensão dos modelos científicos e vice-versa, mas não significa usar ferramentas e métodos artísticos para solucionar problemas científicos e sim questionar, problematizar e compreender os processos artísticos para melhor ser possível compreender e solucionar os processos científicos, pois, para as autoras, ciência e arte são ferramentas de intervenção no mundo.

Os modelos de compreensão tradicionais devem ser entendidos para que os estudantes possam criar modelos e novas ferramentas de compreensão, para

produzir novos meios simbólicos e abstratos para conduzir sua ação prática, servindo assim a um uso comum global quando trabalham com a linguagem universal da criatividade e da invenção de novos arranjos tanto na arte como na ciência.

Siler (2011) conclui que este método se propõe a ampliar a percepção de problemas reais, reformular as bases de sua definição, produzir novos modelos de compreensão de maneira que seja possível a busca de soluções. Siler (2011) ilustra seu pensamento conforme Figura 1:

Figura 1 - Método Cienciarte



Fonte: Siler (2011)

O método se dá através das conexões e definições de problemas com as dimensões práticas a quais eles estão inseridos, assim criar métodos e hipóteses que ajudem a compreender o problema em novas bases, criando hipóteses que permitem experimentar diferentes modos de compreensão da realidade objetiva para permitir as análises e novas invenções dentro das possibilidades e que sejam realizadas novas intervenções no mundo real.

1.1.2. Sci-Art ou SciArt

O termo *Sci-Art* trata de uma sigla que mescla ciência e arte e, mesmo presente em textos da língua portuguesa, mantém-se essa grafia, havendo pequena variação de sua representação escrita (SciArt).

A *Sci-Art* tem sido apontada por Feitosa (2021) como um campo estudado no

Brasil por diversos pesquisadores (Andrade; Nascimento; Germano, 2007; Feitosa, 2020; Fonseca *et al.*, 2019; Guimarães, 2000; Kury, 2001, *apud* Feitosa, 2021), existindo uma trajetória de 18 anos de estudos desta temática. O que lhe caracteriza são as descrições científicas por meio de obras artísticas, desenhos, romances, ilustrações e pinturas.

Seus sentidos podem ser diversos e alguns autores informam que há uma certa dificuldade de delimitá-la conceitualmente, como Agostinho e Casaleiro (2015):

O reconhecimento do que é ou não arte em SciArt é um tema delicado que nos pode levar a um beco sem saída. É frequente a perspectiva utilitária da arte em prol da ciência, a arte como forma “vazia” preenchida por conteúdos científicos que assim são comunicados e divulgados, um veículo que facilita a ligação das instituições de ciência à sociedade, instituições estas cada vez mais fechadas nos seus grupos de especialidade. Tal abordagem, impulsionada por cientistas, põe amiúde em causa a ideia da coprodução, remetendo o artista para um papel de mero executor da técnica artística. (Agostinho; Casaleiro, 2015, p. 4)

E nos alerta para o fato de que, muitas vezes, em museus, a arte se limita ao papel de representação visual da ciência. Contudo, *Sci-Art* tem o potencial de ampliar a nossa percepção quando imbuída de um sentido crítico e de uma relação mais igualitária da ciência e da arte, onde cientistas e artistas têm igual peso na criação de obras e instalações. Isso leva-nos a refletir o seguinte:

SciArt emerge num conjunto de projetos nos quais a coprodução está, de certa forma confinada, e onde se oscila ainda entre a perspectiva mais classicista da arte enquanto representação visual da ciência; a autoria individual do artista; e a colaboração efetiva entre diferentes atores (sejam eles artistas, cientistas ou mediadores). Não obstante, é interessante verificar a diversidade de abordagens à SciArt e ao entrecruzar de diferentes influências. Após um período de relativa visibilidade da SciArt enquanto área emergente, o atual cenário de crise social e econômica, bem como as crescentes políticas de afunilamento da própria ciência numa visão puramente aplicada e utilitária, poderá ter provocado um certo encolher nas possibilidades de interação entre artistas e cientistas, com previsíveis consequências para a SciArt (Agostinho; Casaleiro, 2015, p. 5).

A criação dentro dessa interface da ciência e arte pode se dar de maneira mais

harmônica por meio da coprodução entre cientistas e artistas em colaboração de uma obra/conceito, ou tem se dado, muitas vezes, de modo mais institucional, com o lançamento de bolsas de residência artísticas em laboratórios.

Podemos situar melhor essa compreensão através da ilustração científica, não a reduzindo como sendo o único caminho para perspectivas da *Sci-Art*, mas como um bom exemplo, como nos informa Mendonça, 2016:

O ilustrador científico trabalha sempre em colaboração com um ou mais autores dos conteúdos da obra a ilustrar. Raramente o autor e o ilustrador são a mesma pessoa. A disponibilidade dos autores para acompanharem o artista gráfico é determinante para a compreensão da mensagem, sobretudo se este não tiver formação médica ou científica, como sucede com a quase totalidade destes profissionais. O autor ou a equipa de autores definem com clareza o conceito de comunicação a representar e fornecem os dados e os esquemas úteis para o trabalho do ilustrador. [...] O ilustrador é, antes de mais, um artista que domina as diferentes técnicas das artes visuais. O ilustrador médico domina também conhecimentos científicos e domina fluentemente a linguagem do pensamento médico e científico. Só assim consegue descodificar o que lhe é pedido e materializar numa ilustração o que nasceu como uma descrição verbal ou escrita. (Mendonça, 2017, p. 218)

Há uma certa dificuldade de atribuir um sentido único para esse termo, já que a ilustração científica tem sido realizada desde há muito tempo, ainda quando não existiam, bem definidas, a área da ciência e da arte. Por isso, dentro dessa relação na modernidade, devemos considerar os diversos sentidos aqui trazidos para discussão. Geralmente, sua aplicabilidade tende mais para a ciência que para a arte, principalmente pelo seu fim utilitário, seja na criação de uma ilustração ou seja em dissecar os aspectos científicos presentes em poesias, romances, músicas, pinturas (em especial as naturalistas) e, principalmente, a ficção científica que tem sido um tema frequentemente explorado da literatura para aproximações entre ciência e arte na educação com finalidade de explorar conceitos científicos e aproximar o estudante de conteúdos considerados difíceis da ciência.

1.1.3. Bioarte

O termo Bioarte tem sido considerado por Castro (2008), como sendo ambíguo. Para ela, “isso deve-se a um fato colocado por alguns teóricos, e por artistas: a “Bioarte” é apenas arte” (Castro, 2008, p. 92). A autora nos situa que mesmo o “Bio” vindo à frente do termo “arte” a Bioarte se encontra mais próxima da arte que da biologia.

De certo modo, a Bioarte está em oposição à *Sci-Art*, pois a primeira é uma produção artística permeada de ciência, utilizando então o material biológico como sendo recurso para a produção artística; e a segunda, é uma descrição científica de obras artísticas, onde a ciência está impregnada de maneira implícita ou explícita.

Para Menezes e Graça (2007, p. 23):

Colaborações entre artistas e cientistas não só têm resultado em obras de arte que representam elementos do mundo da ciência, como também na exploração de métodos e materiais científicos como novos meios de expressão artística. No caso das ciências médicas e biológicas tem havido um número crescente de artistas a explorar as possibilidades estéticas de sistemas vivos.

Tais percepções podem nos fazer refletir o lugar que a *Bioarte* ocupa na sociedade humana, nos fazendo lembrar que os primeiros estudos anatômicos se davam em representações realísticas do corpo humano e que até hoje nos servem como recurso para o estudo da anatomia humana. Ao mesmo tempo, não podemos perder de vista, as reflexões da ética sobre o uso da vida e dos recursos naturais, em diversas dimensões, para as produções artísticas e científicas.

A Bioarte pode ser compreendida, como “práticas artísticas motivadas pela articulação com a ciência”, a exemplo da biologia, biotecnologia e biomedicina (Castro, 2008, p. 1). Essa expressão da arte exige, muitas vezes:

O acesso do artista ao método científico aplicado nos laboratórios de investigação, assim como o acesso às tecnologias científicas, sendo a situação mais problemática o acesso à investigação in vivo. Em termos práticos, o artista tem que propor dominar, segundo a sua proposta, essa metodologia e instrumentação e o cientista aceitar a investigação artística interessada em colaborar numa especificidade laboratorial (Castro, 2008, p. 70).

A Bioarte toma a criação científica, habitando, capturando e deslocando-a para um fim artístico. Para corporificar tal conceito eu me recordo da exposição *O Fantástico Corpo Humano* do artista e médico alemão Grunther Von Hagens que ficou em exposição em Recife e retrata dissecações artísticas do corpo humano propondo aos visitantes uma viagem realista pela anatomia humana. Os corpos, doados para fins didáticos, passaram por um tratamento de plastinação, que é a substituição da gordura e água por polímeros plásticos, feito pelo artista e médico em 1977 na China (onde a plastinação é permitida), tem uma repercussão mundial e é considerado o maior laboratório de anatomia itinerante do mundo³.

Outras possibilidades são a de manipulação do DNA para criação de mutações para criação de seres vivos, em um processo que poderíamos chamar de “evolução por seleção artística”, na seleção de genes artisticamente interessantes para criação. A exemplo temos "GFP Bunny"⁴ é uma obra de arte transgênica do ano 2000 que compreende a criação de um coelho verde fluorescente chamada Alba por Eduardo Kac.

Esta arte provocativa visa chamar a atenção do público por meio de obras de artes que pulsam a natureza e a vida e para Gomes (2007) resulta na interação do público com a arte, e da arte com o público, sendo:

A reação visceral que um indivíduo tem ao ver um coelho de cor aberrante, ainda que possa ser negativa, dá-lhe – para além de um exemplo concreto do que se pode fazer com a biotecnologia – uma predisposição maior para saber mais acerca do assunto. Esta motivação para saber mais é indispensável se queremos compreender melhor os factos científicos (Gomes, 2007, p. 11).

Percebemos ser inconfundível a arte tomar a ciência como inspiração, como podemos elucidar nas obras de diversos artistas; no caso, trazemos aqui a Bioarte, que toma o conhecimento científico/biotecnologia como material de criação, sendo a ciência um meio para a criação artística. Para Castro (2008, p. 180, grifos da autora)

³ Uma entrevista com o Grunthers Von Hagens pode ser acessada em:

<https://super.abril.com.br/ciencia/cadaver-o-plastificador-de-corpos> Acesso em 03 de julho de 2023.

⁴ Disponível em: <https://www.ekac.org/gfpgalaxia.html> Acesso em 03 de julho de 2023.

À medida que entra pelo laboratório adentro quer apropriar os instrumentos técnicos para ela própria executar as suas ilações, retirando destas os valores científicos e colocando por sua vez valores artísticos. No entanto, o que traz para o público será, na maioria das vezes, uma representação da **capacidade técnica de manipular a natureza**, uma representação das possibilidades, mesmo que esta seja, por vezes, distorcida.

Mas não se restringe a isto, já que essa tem se hibridizado e vai além quando “trata-se, sobretudo, de passos tomados no sentido de fazer da ciência uma arte” (Castro, 2008, p. 182), e abre portas para novos conhecimentos científicos que não estão circunscritos aos estatutos profissionais da ciência.

Desta relação entre ciência e arte a Bioarte está mais seduzida com a arte do que com a ciência, já que esta pode ser considerada como arte, mas não deixa de estabelecer diálogo com a intersecção entre arte e ciência. Gomes nos informa que “é impossível haver bioarte sem um diálogo nivelado entre arte e ciência” (Gomes, 2007, p. 12) e que tem um grande potencial de aproximar o público do conhecimento científico, já que

[...] a bioarte é um conceito que diz respeito à interligação da arte com a ciência, sendo a arte uma forma privilegiada de expressão dos valores sociais da época em que está inserida. Esta forma particular de arte tem a capacidade de expressar com grande poder a nossa atitude perante a biotecnologia. Assim, torna-se numa excelente forma de impulsionar debates sobre a relação entre a sociedade e a ciência – que, se tudo correr bem, é o primeiro passo na compreensão do conhecimento científico por parte do público (Gomes, 2007, p. 12).

Essa atividade é relativamente nova, já que suas incursões ocorreram no século XX, segundo Machado (2021) é uma atividade que pode aproximar Artes e Ciências por meio principalmente da inspiração da biotecnologia, entre os materiais usados pelos bioartistas podem ser

[...] organismos vivos ou partes deles (células, moléculas de DNA), trocando o pincel por pipetas e tradicionais estúdios de arte por bancadas de laboratório. Artistas que aproximam Arte e Ciência em uma forma de expressão, não somente social e estética, mas também funcional (Machado, 2021, p. 6).

Neste sentido chama nossa atenção o fato de recursos biológicos estarem a serviço da arte, sendo então material para as obras de arte dentro desta perspectiva.

1.1.4. Ciência-Arte ou Ciência e Arte

Ao olhar esses diversos termos, percebemos que ciência-Arte ou Ciência e Arte se situa como sendo mais abrangente, e que também podem ser escritas da seguinte forma, Arte-Ciência ou Arte e Ciências. Elas permeiam os demais termos anteriormente descritos.

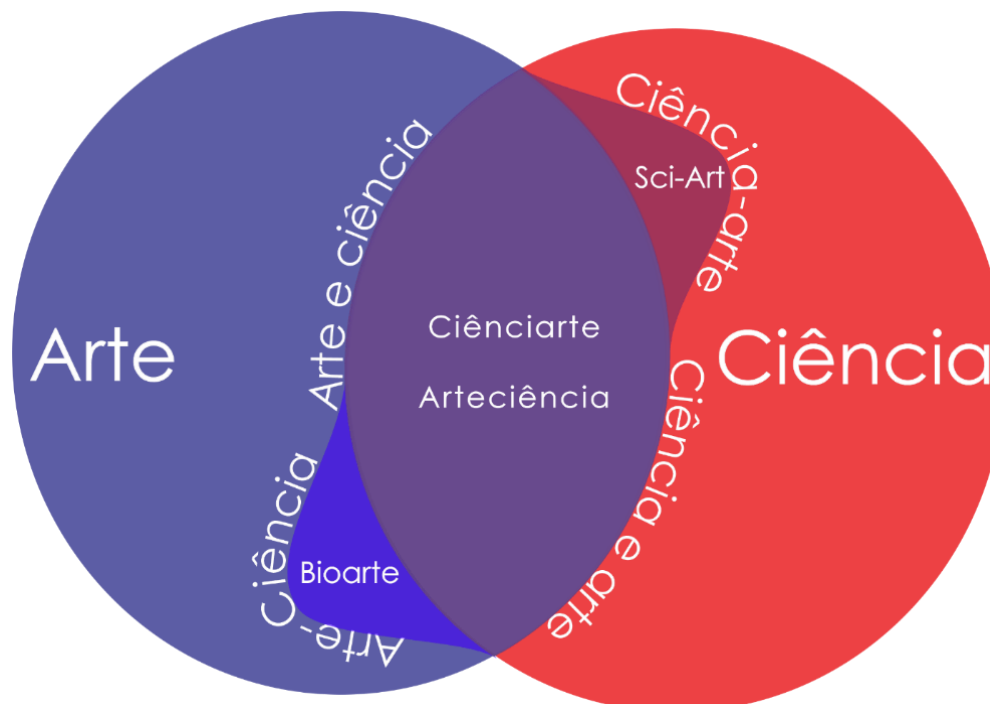
Matos (2003) entende essa inter-relação entre ciência e arte

[...] como uma ferramenta imprescindível para se atingir o objetivo maior da Educação que é o de Ser 'o único valor que tem presença simultânea entre os direitos e os deveres de cada indivíduo' e de dar aos homens o 'benefício da instrução e, uma vez instruídos, devem obediência às regras fulcrais da cidadania: a sensibilidade, o respeito pelo outro, a obrigação de ser útil', conforme cita Jacques Marcovitch em seu artigo. (Matos, 2003, p. 10)

Para o autor a ciência é compreendida não como um conhecimento específico de uma área e sim como sendo a totalidade do conhecimento humano, e é um agente da formação humana pois atua na capacidade humana de compreender, interferir e participar da sociedade; e a arte sendo um recurso para o desenvolvimento de relações interpessoais de comunicação e convívio social, pois ela atua no estímulo da "sensibilidade e torna as diferenças plausíveis de encantamento e prazer espiritual" (Matos, 2003, p. 9).

Podemos então compreender esse diálogo da seguinte forma:

Figura 2 - Relação entre a Ciência e a Arte e o nascimento de diferentes sentidos



Fonte: O autor

A figura 2 nos mostra que diante do diálogo entre a Arte e a Ciência nascem, em um esse sentido mais amplo desta relação, a Arte-ciência ou Ciência-arte, Ciência e Arte ou Arte e ciência; porém pode ter relações de proximidade mais com a ciência ou mais com a arte, neste sentido temos: a *Sci-Art*, que se caracteriza como descrições científicas da arte, e a *Bioarte*, que se caracteriza como sendo obras de arte produzida com ciência; já a *Ciênciarte* ou *Arteciência*, prenuncia um lugar que não tende para ciência, ou para a arte, mesmo que essa possa permear a *Bioarte* ou a *Sci-Art* sem deixar-se seduzir mais pela ciência ou pela arte, assim, se situa em equilíbrio entre elas.

Passaremos a considerar como um “espectro Ciência e Arte” como Sawada (2021) defende em sua tese de doutorado, para que possamos compreender essa relação na educação em ciências. Tendo em vista que os

[...] debates mais especializados, as definições são muito diferentes dependendo do autor, da sua linha de pensamento, da sua escola filosófica. Cada autor, cada estudioso das áreas de ciências ou de artes possui uma definição muito particular, muito peculiar e essas definições se entrecruzam várias vezes (Sawada, 2021, p. 77).

Ao nos referir as aproximações entre ciência e arte o mesmo se aplica, já que os autores partem de linha de pensamentos diversos, bem como enveredam por práticas distintas tanto da ciência como da arte e essa multiplicidade de possibilidades, está também relacionada as motivações e objetivos de aprendizados na qual a atividade é pensada.

Não podemos pensar em uma definição “única” sobre Ciência e Arte, sob pena de perdermos nesse cenário, inúmeras proposições que enriqueceriam mais e mais a discussão. Santaella (2006, p. 9) nos informa que ‘toda definição acabada é uma espécie de morte, porque, sendo fechada, mata justo a inquietação e curiosidade que nos impulsionam para as coisas que, vivas, palpitam e pulsam’ (Sawada et al., 2017 apud Sawada, 2021, p. 77).

Podemos agora ter mais discernimento sobre as minuciosidades conceituais, presentes na literatura sobre essa relação entre ciência e arte na educação para então tomarmos consciência de onde elas surgem, bem como quais são a possibilidades que ela nos dá de práticas em ciência e arte.

1.2. Revisões de literatura sobre ciência e arte: caminhos já trilhados

Ao considerar que a produção do conhecimento é um fato que não se dá de maneira isolada, mas se faz de forma coletiva dentro de uma comunidade científica, quando um novo conhecimento surge diante de conhecimentos já estabelecidos na sociedade, faz-se necessário que o pesquisador se situe dentro de um campo, analisando criticamente o estado atual do conhecimento, comparando e contrastando abordagens teórico-metodológicas utilizadas e avaliando-as para identificar controvérsias e lacunas que merecem ser esclarecidas (Alves, 1992).

Para Alves (1992, p. 54), a análise da revisão de literatura “ajuda o pesquisador a definir melhor seu objeto de estudo e a selecionar teorias, procedimentos e instrumentos ou, ao contrário, a evitá-los, quando estes tenham se mostrado pouco

eficientes na busca do conhecimento pretendido.” Assim, quando o pesquisador se familiariza com a literatura, ele consegue melhor definir seus objetivos e selecionar a literatura mais relevante a ser estudada.

Para Alves (1992), as revisões de literatura facilitam que o pesquisador adentre a área na qual ele está estudando para que ele possa traçar os seus objetivos e problematizações de pesquisa. Porém, o caso da ciência e arte é particular, pois, para Feitosa (2021) esta área é relativamente “nova”, ou seja, está em crescimento, havendo então poucos trabalhos, de revisão de literatura, voltados para ela. Neste caso, o pesquisador se vê na necessidade de realizar um trabalho de “garimpagem” de trabalhos que correspondam a temática de estudo. Por isso, no primeiro momento da nossa pesquisa, realizamos uma busca de trabalhos já produzidos sobre revisão de literatura sobre a temática ciência e arte, para então definirmos nossos caminhos próprios de pesquisa.

Como a área da ciência e arte ainda é uma área relativamente nova e em ascensão (Feitosa, 2020, 2021), buscamos realizar inicialmente uma revisão narrativa, que pode ser considerada uma revisão que não estabelece critérios sistemáticos e reproduzíveis de busca e análise de dados (Rother, 2007). Este tipo de revisão nos permite encontrar trabalhos que nem sempre estão indexados em base de dados, e tipos diversos de trabalhos, tais como monografias, artigos, trabalhos de mestrados e doutorados.

Na fase exploratória da pesquisa, a diversidade de termos nos provocou repensar os termos de busca que nortearia a pesquisa. Por isso, em outubro de 2021, decidimos levantar trabalhos do tipo “estado da arte”, revisão integrativa, sistemática ou análise de literatura. O material encontrado serviu de subsídio para definir melhor nosso caminho metodológico no que concerne aos termos e plataformas de buscas, descritores e categorias de análise *a priori* e *a posteriori* evidenciados nesses trabalhos.

Através do Portal de Periódicos CAPES, realizamos uma busca avançada, já que partimos de quatro palavras em português que podiam configurar o nosso termo de busca, e chegamos ao seguinte: ciência AND arte AND revisão OR análise, em títulos de publicações. Chegamos a um total de 23 trabalhos, porém, ao realizar a leitura do título percebemos que apenas dois tratavam da temática ciência e arte e

apenas um (Feitosa, 2021) versava sobre revisão sistemática da literatura.

Depois disso passamos a consultar outras bases de dados, tais como o *Google Scholar* e *Scielo*, sem definição de critérios e temporalidade, partiríamos a adotar trabalhos que coadunassem com a temática ciência e arte e revisão sistemática, integrativa, estado da arte ou análise da literatura sobre a temática, e chegamos a mais dois artigos (Silva; Gebara, 2020) e (Silva; Silva, 2020), um resumo expandido (Oliveira; Wagner, 2020) e uma monografia de especialização (Flor, 2019).

Considerando os poucos trabalhos encontrados, resolvemos seguir com uma leitura completa das publicações e sistematizá-las a partir de nossas inquietações iniciais sobre a pesquisa de revisão e análise de literatura e sobre a relação entre ciência e arte no Brasil. O Quadro 1

Quadro 1- Trabalhos de revisão de literatura na temática ciência e arte no Brasil encontrados nos portais CAPES, Scielo e Google Acadêmico em outubro de 2021.

Autores	Ano	Tipo de trabalho	Título do trabalho
Flor	2019	Monografia	Uma revisão integrativa sobre ciência e arte no ensino de ciências e saúde
Wippel; Gebara	2019	Artigo	Ciência e Arte: Uma pesquisa bibliográfica nas Atas do ENPEC
Wippel; Gebara	2020	Artigo	Produção acadêmica sobre Física e Arte no ensino de Ciências: uma análise de dissertações e teses produzidas entre 2000-2018
Silva; Silva	2020	Artigo	Panorama da integração entre Arte e ensino de Ciências: análises quantitativas e qualitativas.
Oliveira; Wagner	2020	Resumo expandido	Arte e Ciência: Uma Revisão Integrativa da Literatura.
Feitosa	2021	Artigo	Uma Revisão Sistemática da Literatura sobre pesquisas na interface Ciência e Arte

Fonte: O autor

Logo percebemos que os trabalhos são recentes (de 2019 a 2021) e possuem em geral como objetivo analisar a produção acadêmica sobre a temática ciência e arte. Resolvemos realizar uma síntese dos trabalhos encontrados para melhor definir nossos termos de buscas, critérios de inclusão e exclusão, os descritores e categorias de análises *à priori*, que pudessem emergir nesses trabalhos recentes na área.

Adentraremos a uma percepção mais detalhada dos trabalhos sistematizando e elucidando a posição dos autores sobre os tópicos que nos interessam neste panorama sobre as pesquisas de revisão bibliográfica, entretanto, não será nosso objetivo discutir tais discursos ou atestar a sua veracidade, traremos os argumentos dos autores do modo como estão expostos em seus trabalhos.

1.2.1. As metodologias encontradas nas revisões de literatura

Os termos de busca têm o objetivo de delimitar o trabalho de pesquisa e possibilitar o estudo bibliográfico de uma temática dentro de uma área de pesquisa. Tais termos são estruturados e descritos a fim de melhor apresentar ao leitor os caminhos tomados pelos diferentes pesquisadores, já que os trabalhos apontam qualidades de revisão sistemática, revisão integrativa e análise qualitativa e quantitativa da literatura.

Quadro 2 Tipo de trabalho, descritores e especificações de buscas nas pesquisas de revisão sistemática de literatura em ciência e arte no Brasil em outubro de 2021

Referência	Tipo de trabalho	Descritores ou termo de busca	Especificações de busca
Flor, 2019	Revisão integrativa	“Ciência e Arte” + “Ensino de Ciências”	Nenhuma
Wippel; Gebara, 2019	Revisão bibliográfica	“Ciência e Arte” e “Arte”	Termos presentes no título, resumo ou nas palavras-chave.
Wippel; Gebara, 2020	Estado da Arte	“ciência e arte”, “arte”, “cinema”, “circo”, “música”, “literatura”, “pintura”, “teatro”, “dança”, “poesia” e “fotografia”	Termos presentes no título, resumo ou nas palavras-chave.
Silva; Silva, 2020	Análise quantitativa e qualitativa	“arte”, “Artes”, “art” e “arts”.	Termos buscados diretamente nas ferramentas de busca das revistas.
Oliveira; Wagner, 2020	Revisão integrativa	“Ciência e Arte”, “Arte” e ou “Ciência”	Termos presentes no título, resumo ou nas palavras-chave.
Feitosa, 2021	Revisão sistemática	(Ciência AND Arte)	Termo presentes no título.

Fonte: O autor

A revisão sistemática da literatura é considerada um tipo de revisão guarda-

chuva e divide-se em quatro subcategorias: meta-análise, revisão integrativa, revisão sistemática e revisão qualitativa, segundo Rother (2007 *apud* Botelho; Cunha; Macedo, 2011). Os trabalhos que encontramos possuem essas qualidades de pesquisa. Eles são diferentes dos trabalhos de revisão narrativa de literatura, que não se preocupam em explicitar os critérios metodológicos de busca, fontes de informações utilizadas ou critérios usados na avaliação e seleção dos trabalhos. Geralmente esse tipo de pesquisa, narrativa, é utilizado para descrever o estado da arte sobre uma temática sobre a perspectiva contextual e teórica (Botelho; Cunha; Macedo, 2011).

As revisões integrativa e sistemática são consideradas por Ercole *et al.* (2014) como métodos de pesquisa criteriosas que fornecem um gama de conhecimentos sobre determinado problema de pesquisa que está sendo investigado e analisado criticamente pelo pesquisador.

A revisão sistemática se estabelece como suporte metodológico para se perceber aquilo que uma área vem produzindo, dentro de um caminho que possa ser replicável. Por isto, é imprescindível que todo o caminho metodológico seja explicitado, permitindo ao leitor o conhecimento das diversas etapas previamente definidas, adotadas por quem pesquisa, a fim de que o trabalho possa ser replicável e para atestar o cumprimento das etapas (Ramos; Farias; Farias, 2014, p. 23).

Para Sampaio e Mancini (2007, p. 85):

A realização de uma revisão sistemática envolve o trabalho de pelo menos dois pesquisadores, que avaliarão, de forma independente, a qualidade metodológica de cada artigo selecionado. É importante que os pesquisadores elaborem um protocolo de pesquisa que inclua os seguintes itens: como os estudos serão encontrados, critérios de inclusão e exclusão dos artigos, definição dos desfechos de interesse, verificação da acurácia dos resultados, determinação da qualidade dos estudos e análise da estatística utilizada.

Portanto, argumentamos que os trabalhos de Wippel e Gebara (2020) e Feitosa (2021) adentram a essa metodologia de pesquisa, pois os autores evidenciam em seus trabalhos a metodologia de pesquisa de forma explícita, embora o trabalho de Feitosa (2021) seja conduzido por apenas um pesquisador, o que vai de encontro ao critério metodológico de ser realizada por pelo menos dois autores (Sampaio; Mancini, 2007).

As pesquisas denominadas de “estado da arte” costumam visar a uma compreensão mais ampla sobre uma temática, a fim de se sintetizar o conhecimento sobre determinado tema, para isto as pesquisas são realizadas em diferentes fontes de busca, não se restringindo apenas a um tipo de produção, mas pelo contrário, se faz necessário buscar diferentes produções científicas, entre elas: artigos em periódicos, teses e dissertações, trabalhos publicados em eventos e outros. Já as pesquisas que se limitam a estudar apenas um tipo de produção científica, são denominadas pesquisas sobre o “estado do conhecimento” (Romanowski; Ens, 2006). Para as autoras Romanowski e Ens (2006) tais pesquisas conseguem realizar um balanço dentro da área do conhecimento estudada, evidenciando temas relevantes, emergentes e recorrentes; tipos de pesquisas; e são capazes de organizar as informações e perceber lacunas existentes sobre a temática.

Atualmente percebemos que, diante do imenso universo de documentos disponíveis, é possível utilizar apenas um tipo de produção científica para se fazer um “estado da arte”, tendo em vista o número de produções científicas que determinadas áreas podem ter, a exemplo do trabalho de Teixeira e Megid-Neto (2012), que realiza um estudo do tipo estado da arte na educação em ciências analisando teses e dissertações. Porém, para as áreas com baixa quantidade de produções, acreditamos ser necessário o olhar para mais de um tipo de produção científica.

No mesmo sentido, Wippel e Gebara (2020) realizam um “estado da arte” acerca da relação entre Física e Arte, utilizando apenas um tipo dentro de uma fonte de busca específica, teses e dissertações.

A revisão qualitativa presente no trabalho de Silva e Silva (2020) é considerada como uma forma de revisão sistemática que sintetiza achados de estudos qualitativos individuais, e por isso é capaz de transformar estes achados em ferramentas para construção de teorias emergentes. “A revisão qualitativa sintetiza exclusivamente os estudos primários qualitativos, podendo diferir em abordagens e níveis de interpretação” (Botelho; Cunha; Macedo, 2011, p. 127).

A revisão integrativa, por sua vez, é apontada por Botelho, Cunha e Macedo (2011) como uma pesquisa que possibilita integrar vários trabalhos a fim de sintetizar e analisar o conhecimento anteriormente produzido sobre a temática em estudo, podendo aproximar o pesquisador da problemática que surgiu da sua pergunta de

pesquisa e permitindo traçar um panorama da produção científica em questão, possibilitando compreender a evolução do tema ao longo do tempo e perceber questões emergentes dentro da área temática. Para tal percebemos que os trabalhos de Flor (2019) e Oliveira e Wagner (2020) explicitam tal metodologia em seus trabalhos.

A formulação dos descritores é um passo essencial para as pesquisas de revisão sistemática de literatura, pois possibilita a outros pesquisadores a reproduzirem tais caminhos (Broome, 2006, *apud* Botelho; Cunha; Macedo, 2011, p. 130).

Tais proposições confluem para descritores mais abrangentes, que permeiam diretamente a temática, como “Ciência” e “arte”, em detrimento de descritores específicos como Arteciência, Bioarte ou SciArt, que são buscadas de diferentes formas nos trabalhos descritos nessa revisão. A utilização dos operadores booleanos “AND”, “OR” ou “NOT” são utilizadas para realizar intersecções entre os descritores de busca (Feitosa, 2021). Portanto, esses operadores são utilizados em combinações restritivas, aditivas e excludentes, respectivamente, possibilitando ao pesquisador melhor delimitar a busca, chegando então a trabalhos que mais se aproximam da questão de pesquisa investigada (Santos; Pimenta; Nobre, 2007).

Compreendemos que buscar por esses termos no título, palavras-chave e/ou resumo é uma máxima nos trabalhos de revisão sistemática de literatura, como apresentado no quadro 2.

Alguns questionamentos surgem a partir desses termos de busca, em estudo: será que os trabalhos que tratam sobre Bioarte, Sci-art, Arteciencia ou Cienciart poderiam estar inclusos dentro destes descritores “Ciência” e “Arte”? Portanto carecemos melhor investigar a diversidade de termos e por quais caminhos esses termos abordam essa relação entre ciência e arte na educação em ciências, no âmbito das pesquisas nacionais; quais os significados que emergem desses trabalhos e como essas pesquisas influenciam a prática docente brasileira. Partiremos de tal pressuposto para planejar o nosso *corpus* bibliográfico, pensando como melhor podemos trilhar esse caminho.

Sobre as fontes de pesquisa nos trabalhos analisados, encontramos as seguintes bases de dados: Google Acadêmico, Biblioteca Virtual em Saúde, Portal de

periódicos da CAPES, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Catálogo de Tese e dissertações da CAPES; os Anais do CONAPESC e as Atas do ENPEC como eventos voltados para a área de ensino de ciências; e os Anais do Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisadores em Artes Plásticas (ANPAP), Congresso Nacional da Federação de Arte Educadores do Brasil (ConFAEBS); voltados para eventos na área das artes. O quadro 3 sintetiza essas fontes:

Quadro 3 Fontes, filtros e temporalidade de buscas nos trabalhos de revisão de literatura em ciência e arte no Brasil em outubro de 2021

Referência	Fontes de busca	Filtros de busca	Temporalidade
FLOR, 2019	Google Acadêmico, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) , Portal de Periódicos da CAPES e Scientific Electronic Library Online (SciELO) .	Nenhum	01/2008 até 04/2018
WIPPEL; GEBARA, 2019	Atas do ENPEC	Nenhum	1997 até 2017
WIPPEL; GEBARA, 2020	Catálogo de teses e dissertações da CAPES	Grande área: Multidisciplinar Área do Conhecimento: Ensino de ciências e matemática	2000 até 2018
SILVA; SILVA, 2020	WebQualis (CAPES) das revistas Qualis A1 e A2 no quadriênio 2013-2016	Nenhum	01/2000 até 03/2020
OLIVEIRA; WAGNER, 2020	Anais do CONAPESC, ENPEC, Encontro nacional da ANPAP, ConFAEBs e Periódicos classificados na WebQualis (CAPES) das revistas Qualis A1 e A2	Periódicos da área de ensino e da área de artes.	2010 até 2020
FEITOSA, 2021	Portal de periódicos (CAPES)	Periódicos revisados por pares	Até 11/2020

Fonte: O autor

O banco de dados mais usado nas revisões sistemáticas foi o Portal de Periódicos da CAPES, presentes nos trabalhos de Flor (2019), Wippel e Gebara (2020), Silva e Silva (2020), Feitosa (2021) e Oliveira e Wagner (2020). Tais escolhas podem estar relacionadas com a importância que ele possui, enquanto um dos

maiores bancos de periódicos eletrônicos, sendo o principal acervo para apoio as pesquisas bibliográficas no Brasil (Almeida; Guimarães; Alves, 2010).

O Portal de Periódicos da CAPES, foi criado em novembro de 2000, gerido pela Coordenadoria de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), foi criado como instrumento de políticas públicas para o acesso ao conhecimento científico a nível nacional e internacional (Almeida; Guimarães; Alves, 2010), (Cendon; Ribeiro, 2008). Para Mello (2020) o Portal desde a data de sua criação vem ampliando o seu acervo a fim de atender aos programas de pós-graduação brasileiros, se tornando assim, o acervo mais consultado para atualização da comunidade acadêmica sobre a produção científica local e mundial.

O Google Acadêmico, por sua vez, é uma versão do Google para buscar trabalhos científicos. (Mugnaini; Strehl, 2008). Foi criado como ferramenta de pesquisa científica para o público em geral, diferente das bases de dados voltadas à comunidade acadêmica. Para tanto, neste banco de dados, existem poucos critérios de indexação, pois é considerado como sendo um acervo de recuperação de arquivo e é possível encontrar publicações presentes em outros bancos de dados. Para Puccini *et al.* (2015) se faz necessário que haja uma avaliação minuciosa dos trabalhos encontrados na ferramenta, pois muitos artigos encontrados podem não ser pertinentes com a temática em questão, mas tem sido apontado como uma ferramenta com maior resgate de artigos científicos.

O trabalho de Flor (2019) inclui o Google Acadêmico associado ao Portal de Periódicos da CAPES, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Scientific Electronic Library Online (SciELO). A SciELO é considerada para Puccini *et al.* (2015) como um banco de grande pertinência na busca de artigos dentro de uma temática. Já a BVS, voltada para área de saúde, é uma coleção descentralizada de informações votadas para informação de acadêmicos na área da saúde. Tais bancos de dados em conjunto foram considerados por Flor (2019) para estruturar o seu escopo de revisão. A BVS diverge dos demais bancos pois a busca se voltou para a temática da educação em saúde, proposta de sua monografia; entretanto não retornou nenhum resultado, quando utilizado os seus descritores (“Ciência e Arte” + “Ensino de Ciências”). Já que a biblioteca está mais centrada em publicações em saúde.

Os eventos científicos são de grande relevância para realizar diálogos em nível

estadual e nacional; entre esses eventos temos, dentro da área de ensino de ciências e matemática, o Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC) que teve sua origem em novembro de 1997 e tais discussões levaram à fundação da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), uma sociedade civil, científica educacional sem fins lucrativos e filiação político partidária. Desde então vem promovendo, divulgando e socializando as pesquisas dentro da área da educação em ciências (Marandino, 2002). O trabalho de Wippel e Gebara (2019) foi delimitado a compreender a produção acadêmica brasileira dentro por meio dos Anais do ENPEC, realizando um recorte temporal de 20 anos.

Esses eventos, portanto, trazem recortes dos trabalhos desenvolvidos por pesquisadores em todo o Brasil, sendo um dos principais espaços de divulgação científica. Tendencialmente, as publicações nos anais desses eventos só vêm crescendo, resultado do crescimento das pesquisas na área de educação em ciências.

O Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências (CONAPESC), que teve sua primeira edição em 2016, vem ganhando também o seu espaço para discutir e divulgar as pesquisas dentro desta área. Apesar do pouco tempo, o aumento do número de trabalhos vem crescendo a cada ano. Oliveira e Wagner (2020) delimitam a busca por trabalhos nos Anais deste evento como sendo mais um banco de busca, garantindo uma compreensão mais ampla do conhecimento. Vale salientar que se faz necessário, quando se pretende realizar uma revisão sistemática da literatura, considerar maior temporalidade das publicações, já que se busca compreender as mudanças ao longo do tempo em uma área. Para tanto os autores consideram trabalhos presentes no ENPEC e CONAPESC, dentro da área do ensino de ciências, bem como de outros eventos, na área de educação e artes.

A Associação Nacional de Pesquisadores em Artes Plásticas (ANPAP) criada em 1985 organiza o Encontro Nacional da ANPAP, sendo o ano de 2021 o seu trigésimo encontro. Com esse histórico, carrega uma enorme diversidade de trabalhos e pesquisas dentro da área de Artes (Peccinini, 2017). O trabalho de Oliveira e Wagner (2020) utiliza também de tal banco para poder realizar a sua revisão sistemática de literatura, somado a outros Anais dentro da área de Artes, tais como o Congresso Nacional da Federação de Arte Educadores do Brasil que é realizado desde 1988 pela Federação de Arte Educadores do Brasil com o propósito de reunir

arte/ educadores de todo o Brasil. Buscar trabalhos publicados em eventos na área de educação em ciência e na área de educação em artes ampliou o número de trabalhos a serem revisados, garantido uma melhor compreensão do conhecimento entre ciência e arte, que se somaram aos trabalhos publicados em periódicos, na área de ensino e arte, classificados nos estratos Qualis A1 e A2.

O Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, tem como objetivo reunir trabalhos de realizados nos Programas de Pós-Graduação reconhecidos. As obras datam desde 1987 até os dias atuais, como obras públicas para a comunidade científica e/ou sociedade (Martins; Medeiros-Neta; Nascimento, 2019). Este banco foi utilizado por Wippel e Gebara (2020) para realização do “estado da arte” entre física e arte, depois de realizar um levantamento mais amplo sobre ciência da natureza e artes, entre 2000 e 2018. As autoras selecionaram “os trabalhos que apresentavam a relações da física a arte e suas diferentes formas de manifestações” (Wippel; Gebara, 2020, p. 3).

Os filtros de busca (quadro 3), presentes nos bancos de dados, servem para refinar cada vez mais as buscas, sendo possível realizar a busca dentro de áreas temáticas e/ou subáreas temáticas. Para Martins, Medeiro-Neta e Nascimento (2019) dentro do Banco de Teses e Dissertações da CAPES é possível realizar esses refinamentos e os resultados da busca podem ser otimizados.

Wippel e Gebara (2020) aplicam filtros realizando a busca em teses e dissertações da grande área do conhecimento Multidisciplinar e área do ensino de ciência e matemática. Já o trabalho de Oliveira e Wagner (2020) utiliza o filtro de periódicos nas áreas de ensino e artes, sendo mais abrangente que o anterior, mas realizando uma busca mais refinada tal como Wippel e Gebara (2020).

Alguns bancos não oferecem opções de refinamento de busca, restando, portanto, à pesquisadora ou ao pesquisador realizar uma leitura mais apurada do trabalho, localizando a qual área do conhecimento este está inserido. Os trabalhos de Wippel e Gebara (2019), Flor (2019), Silva e Silva (2020) não utilizaram nenhum filtro de busca.

O trabalho de Feitosa (2021) utilizou o filtro de artigos revisados por pares, que são artigos que passaram por revisão, realizada por um especialista na área e que

não participaram do estudo, a fim de melhorar a credibilidade do trabalho científico (Jenal *et al.*, 2012)

A temporalidade (quadro 3) também é um marcador importante na pesquisa de revisão sistemática da literatura, quando se busca compreender o percurso que uma temática possui dentro de uma área, para tanto, os trabalhos aqui investigados buscaram nos bancos de dados, com os descritores de busca particular de cada estudo, trabalhos realizados nos últimos 10 anos, como o trabalho de Flor (2019, p. 12) apontado pela mesma como um tempo significativo e ao mesmo tempo atual; e Oliveira e Wagner (2020).

Outro grupo de trabalhos que vão emergir, diante da temporalidade, será com mais de 10 anos, tais como o de Feitosa (2021), Wippel e Gebara (2019) que tem como marco inicial o primeiro ENPEC em 1997; Wippel e Gebara (2020) que justifica a escolha pelo marco da criação pela CAPES, no ano de 2000, da área de ensino de ciências e matemática; Silva e Silva (2020, p. 350) cuja justificativa da escolha se dá pela impossibilidade de encontrar trabalhos anteriores ao ano 2000 e para limitar a busca de trabalhos mais recentes, já que seu recorte se dá no quadriênio 2013 a 2016.

Quanto às categorias de análises essas constituem outro momento essencial em uma revisão sistemática de literatura. Para Botelho, Cunha e Macedo (2011) a criação das categorias de análise é um passo importante para se chegar à síntese ao fim de uma revisão sistemática, porém os passos de uma revisão sistemática de literatura têm sido realizados de diferentes formas e cada pesquisador pode adotar diferentes subdivisões, contudo que a descreva detalhadamente.

Os trabalhos aqui adotados para estudo apresentam diferentes metodologias e diferentes modos de construção das categorias de análises, uns com mais detalhes e outros com menos detalhes, pois estamos considerando trabalhos de monografia, resumo expandido a artigos publicados em anais de eventos e de periódicos. O quadro 4 sintetiza as categorias a priori e a posteriori utilizadas nesses estudos.

Quadro 4 Categorias de análise *a priori* e *a posteriori* apresentadas nos trabalhos de revisão de literatura sobre a temática ciência e arte no Brasil

Trabalho/autores	Categorias de análise <i>a priori</i>	Categorias <i>a posteriori</i>
Flor, 2019	Título do trabalho, tipo de publicação, ano de publicação, autores, idioma, título do periódico, ensino (particular ou privado), escolaridade (fundamental, médio ou superior) número da amostra, faixa etária, resultados, tipo de arte utilizada, disciplina, tipo de atividade (prática ou teórica), base de dados, e relação com CTS.	Nenhuma
Wippel; Gebara, 2019	Motivações e justificativas da relação entre: Expressões artísticas; Nível escolar; Conteúdo científico; e Contribuição para o ensino de ciências	Nenhuma
Wippel; Gebara, 2020	Ano de defesa, Grau de titulação, Distribuição Geográfica, Nível escolar Manifestações artísticas, Foco temático, Objetivos, (Megid-Neto, 1999; adaptado pelas autoras.)	Referentes aos objetivos do trabalho. Proposta interdisciplinar ou transdisciplinar. Aproximação entre ciência e arte. Utilização da arte
Silva; Silva, 2020	1-Integração a partir do conteúdo: a) por meio de um tema; b) por meio de um artefato; c) por meio de conexão direta. 2-Integração a partir da atividade: a) baseada em arte; b) baseada em ciências; c) baseada em ambas (TURKKA; HAATAINEN; AKSELA, 2017)	Nenhuma
Oliveira; Wagner, 2020	Análise de conteúdo/ categorias emergentes e temáticas: 1-Ensino; 2-Conteúdos artísticos (poéticas artísticas); e 3-Outros (Assuntos diversos)	Surgem subcategorias na categoria 1. Ensino: a) Ensino de ciências: prática de ensino; pesquisa; divulgação científica b) Ensino de arte: prática de ensino; pesquisa c) Interdisciplinar: prática de ensino; pesquisa; ação expositiva.
Feitosa, 2021	Conteúdo intrínseco: 1-Conotação predominante artística; 2-A ciência que se inspira na arte e/ou utiliza elementos artísticos para analisar fenômenos ou historiografia; 3-(Re)aproximação de ciência e artes no ensino formal e não formal. (FEITOSA, 2020; HOCH <i>et al.</i> ,2017; ROBERTS, 2006; SLESINGEROVA,2017)	Nenhuma

Fonte: O autor

Entre as categorias de análises percebemos que todos os trabalhos apresentam categorias *a priori*, entre essas existem aquelas que partiram de outras referências,

tais como o trabalho de Wippel e Gebara (2020, p. 4) que se apoiará em Megid-Neto (1999) e na análise de conteúdo de Bardin (2011) para analisar os trabalhos; bem como o trabalho de Feitosa (2021, p. 10) que se apoia nos trabalhos de Feitosa, (2020), Hoch *et al.*, (2017), Roberts, (2006), Slesingerova, (2017); e o trabalho de Silva e Silva (2020 p. 352) que faz referência ao trabalho de Turkka, Haataonen e Aksela (2017) como apoio metodológico para a construção das suas categorias de análise *a priori*.

Distante dos trabalhos (quadro 4), existem categorias de análise que vão emergir da experiência de quem pesquisa como o de Silva e Gebara (2019), Oliveira e Wagner (2020) e o trabalho de Flor (2019), denominada de categoria *a posteriori*. Nesse aspecto das categorias e formas de análises, percebemos a diversidade que essas pesquisas apresentam, tal como outros aspectos.

Os trabalhos de revisão de literatura sobre a temática ciência e arte na área de educação em ciências já realizados no Brasil servem-nos como fundamentação da pesquisa, pois, a partir deles, conhecemos caminhos já trilhados dentro da relação entre ciência e arte na educação desde o final da década de 90 até os anos 2000 em espaços formais e não formais de ensino.

Estamos denominando “relação entre ciência e arte” pois, como vimos, existem diferentes formas pelas quais essas áreas podem se relacionar no campo da pesquisa em educação em ciências, bem como fundamentos e motivações que os pesquisadores têm para realizar essa aproximação entre ciência e arte na contemporaneidade e, conseqüentemente, essa diversidade pode implicar na comunidade científica distintas compreensões.

Diante destes trabalhos de revisão de literatura sobre a relação entre ciência e arte na área de educação em ciências, percebemos a necessidade de recuperar trabalhos que não estavam sendo presentes em tais revisões, esta é a nossa principal lacuna ao realizar essa busca inicial, uma outra é os diversos termos para se referir a práticas de ciência e arte, como vimos anteriormente; a isso se justifica o fato que essa temática está se consolidando na educação em ciências e ainda carece de discussões.

1.3. Aprofundando raízes das relações entre ciência e arte

Diante das buscas preliminares que realizamos em diversas fontes, foi necessário rever os termos de buscas para que pudéssemos contemplar um maior número de artigos, teses e dissertações presentes na literatura. A partir daí começamos a perceber que existiam grupos de estudos que apontam em seus trabalhos diferentes concepções da relação entre ciência e arte, assim passamos a compreender, bem como os trabalhos de Wippel e Gebara (2020) e Oliveira Wagner (2020), que existiam diversas implicações para o ensino e pesquisa que estão relacionadas às concepções que os autores apresentam desta relação ciência e arte dentro do campo da educação.

Nesse sentido, destacamos a dimensão interdisciplinar amplamente concebida por Josie Agatha Parrilha e Marcos Danhoni Neves, que se estende para leitura de imagens; o trânsito entre as dimensões Inter e transdisciplinar amplamente trabalhada por Tânia Araújo-Jorge e Anunciata Sawada; a dimensão da divulgação científica tratada por Zanetic, Meis e Araújo-Jorge, todas em ambientes formais de ensino e, por último, a Ciência e arte no Museu abordada por Araújo-Jorge, Marandino, Cauê Mattos, Thelma Lopes dentro do ensino não-formal.

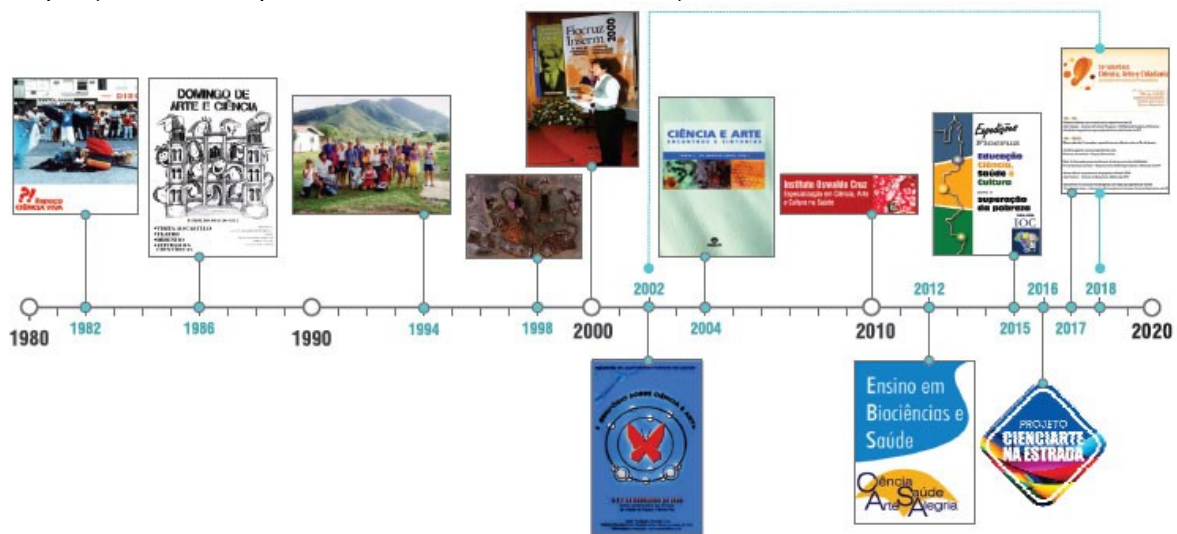
No Brasil, diversas iniciativas, tais como simpósios, workshop, encontros, projetos de popularização da ciência, criação de grupos de estudos e pesquisas, comunicação científica e produção de dissertações e teses vão confluir para a consolidação deste campo de conhecimento que tem crescido cada vez mais, quando estamos tratando da quantidade de trabalhos que podemos encontrar sobre ciência e arte no ensino de ciências.

Partiremos então para uma descrição e explanação de alguns trabalhos que consideramos relevantes para uma discussão mais aprofundada sobre ciência e arte neste século no Brasil, situados entre o final da década de 1990 até os anos 2000 para que, mais à frente, possamos compreender o que as pesquisas mais recentes nos mostram sobre ciência e arte na educação.

1.3.1. Ciência e arte nos anos 1980 e 1990

Antes da publicação de trabalhos, nesta temática, alguns eventos aconteceram no Brasil dentro desta perspectiva, e consideramos como experimentação artística e científica que antecederam a produção acadêmica nacional como podemos perceber na Figura 3.

Figura 3 - Marcos temporais do trabalho da equipe CienciArte do Laboratório de Inovações em Terapias, Ensino e Bioprodutos do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro



Fonte: (Araújo-Jorge *et al.*, 2018, p. 28)

Apontando para atividades de popularização da ciência na rua com ciência e arte bem como podemos perceber no ano de 1982 e 1986 realizadas no Espaço Ciência Viva, no Rio de Janeiro. E foi descrita por Araújo-Jorge *et al.* (2018) como:

1982. Ciência e arte se fundem em atividades de rua para popularização da ciência no Rio de Janeiro, nas parcerias do Espaço Ciência Viva com muitas instituições acadêmicas, incluindo a Fiocruz. E uma fortíssima interação se iniciou com o grupo teatral Tá na Rua, dirigido por Amir Haddad.

1986. A atividade “Domingo de Arte e Ciência” foi a primeira que recebeu o público no pátio em torno do castelo de Manguinhos para atividades de arte e de ciência, numa parceria do Espaço Ciência Viva, do Museu de Arte Moderna e da Fiocruz (Araújo-Jorge *et al.*, 2018, p. 28).

Neste mesmo período haviam iniciativas no Museu Dinâmico de Ciências de

Campinas - SP, desde de a sua concepção em 1982 com atividades (cursos) de “Ciências e Criatividade” e “Ciências ao Ar Livre” que mais tarde culminará no livro *Reflexões Sobre o Ensino de Ciências: Uma Experiência no Ensino de 1º Grau*, criado em 1988 por Lisete Guedes Gallerani e Marcos Cesar Danhoni Neves. Onde a criatividade e divulgação científica, vinda do ambiente não formal de ensino, preconizam a germinação da ciência e arte no Brasil, permeado da crítica aos modelos tradicionais de Ciência, e a visão do homem conhecedor do mundo para dominá-lo, tal como o ensino de ciência supervalorizava a memorização e assimilação de conceitos, métodos rígidos e a compartimentalização dos conteúdos concebida pela Ciência (Gallerani; Neves, 1989).

Romper com a fragmentação está na centralidade dessa germinação, já que os ensinamentos visavam formar pessoas cada vez mais especialista. Sendo para os autores Gallerani e Neves (1989) precursor da crise da criatividade e da esperança. Por isso tais práticas vão ao encontro da formação do ser humano criativo, e não apenas repetidor e reproduzidor de padrões antigos do mundo.

Leopoldo de Meis em seu livro *Ciência e educação: o conflito humano e tecnológico*, publicado em 1998, discute pioneiramente no Brasil como a ciência e arte estão dentro da educação, partindo de uma discussão histórica sobre o desenvolvimento da ciência nos últimos dois séculos que consecutivamente é base para os avanços da produção tecnológica que vão gerar mudanças contínuas em diversas dimensões da sociedade e da natureza, no que tange as mudanças sociais, existirá, a priorização do avanço tecnológico, em detrimento dos valores humanos previamente estabelecidos, um conflito humano-tecnológico.

Para Meis (1998) uma das causas deste conflito está na forma ultrapassada de ensinar e aprender nas diversas instituições de ensino. Principalmente quando percebemos que as nossas pesquisas educacionais, no Brasil e no mundo, geram diversas informações, mas que pouco são aplicadas nas instituições de ensino, pela dificuldade de transpor esses conhecimentos. Por isso, a população compreende pouco o funcionamento da ciência e isso a faz ser vista como ambígua entre respeito e admiração ou ódio e medo (Meis, 1998). Claramente podemos perceber este cenário se repetindo nos nosso século, em especial no Brasil frente ao negacionismo científico instaurado às claras frente ao enfrentamento do Covid-19, em diversas esferas sociais

e a negação às vacinas sendo um movimento ainda tão forte na atualidade.

No capítulo 13 intitulado *O conflito entre ciência e a arte*, Meis (1998), nos traz como essa relação segregada já está presente na educação desde a esfera governamental, não só no Brasil, com um ministério da cultura que não trata de ciência e o ministério ou secretaria de ciências e tecnologia que enfatiza a aplicabilidade da ciência. Claramente percebemos que a geração de conhecimento e processos criativos não é específica de uma dessas áreas, por pertencer às duas. Meis (1998) continua explorando como essa dualidade, tecnologia *versus* humanismo, é percebida pelos estudantes e como ela pode interferir no processo de escolha dos jovens, em processo de escolarização, a escolha de suas carreiras futuras. Esta dualidade para ele é um dos fatores que podem influenciar esta escolha para além de fatores socioeconômicos e determinadas habilidades.

Meis (1998) descreve que esta dicotomia entre ciência e arte está amplamente instaurada nas culturas do ocidente, mesmo sem haver um consenso sobre semelhanças e diferenças entre elas. Assim, ele traz Snow que profere a palestra *As duas culturas* em 1959 e discute a separação bem demarcada entre ciência e arte nas culturas científica e humanística, respectivamente.

Meis (1998) então coloca que essa percepção de Snow não é universal e traz John Burroughs quando ele concorda com o dualismo entre ciência e arte, mas discorda que exista um antagonismo entre elas; John Burroughs descreve que a arte convive com a ciência sem se anularem, mesmo que seus métodos e objetivos tenham pouco em comum, já que uma se atém aos fatos objetivos e demonstráveis e a outra a sentimento e subjetividade.

Por fim, ao versar sobre esse dualismo, Meis (1998) aponta que Albert Einstein acreditava que ciência e arte pertencem ao mesmo domínio, mas usam de linguagens distintas, pois uma se preocupa com mostrar aquilo que é visto e experimentado por meio da lógica e a outra comunica por meios de formas que não são acessíveis à mente em estado de consciência, mas são percebidas importantes por meio da intuição, ambas se relacionam com o mundo em devoção amorosa à aquilo que transcende às preocupações pessoais, e se encontram como ciência e arte quando encaramos o mundo sem preconceitos e o encaramos como seres livres, admirando, perguntando e observando o mundo com real inteireza.

Nos conduzindo para mais uma temática, *Conceitos e preconceitos entre estudante*, Meis (1998) traz como estudantes brasileiros e americanos no primeiro ano de vida universitária ligados às áreas de ciências ou arte expressam de forma homogênea a dualidade entre ciência e arte. Enquanto a arte teria características de conceitos abstratos/subjetivos, a ciência teria características objetivas/concretas, não havendo, portanto, espaço para a imaginação, criatividade e intuição na ciência; sendo a arte o lugar dessas habilidades.

Outros achados da pesquisa de Meis (1998) é que existiria um sentimento antagônico entre as áreas, que as atividades dos artistas estão ligadas ao prazer, noção de liberdade, sem limites; já o cientista estaria atrelado a estar limitado, disciplina, obrigação, regras etc. A lógica e o método científico são percebidos pelos estudantes pesquisados, como fatores limitantes para o processo criativo; e chega a transparecer uma visão negativa da ciência que, para Meis (1998), é uma visão que se estende a uma parcela da sociedade e é perceptível inclusive em obras de alguns escritores.

Ao falar sobre a criatividade artística e científica, um tema bem recorrente nos trabalhos que estamos analisando sobre ciência e arte, Meis (1998) discute em seu trabalho, que um pequeno percentual (17%) dos jovens pesquisados não conseguia explicar as diferenças entre cientistas e artistas. Ele, então, expõe que entre os cientistas não existe um consenso definido sobre diferenças e semelhanças entre a criatividade do artista e a do cientista e conclui que desconhecemos a imaginação, criatividade e intuição; mesmo que alguns cientistas atrelem a intuição à memória quando é enxergada de um novo ângulo, nunca pensado. Para o autor, o que leva ao processo de criação ainda não foi compreendido, mas o reconhecemos por estar atrelado a algo diferente que reconhecemos como o resultado ou o caminho que foi escolhido para chegar a um resultado criativo.

1.3.2. Ciência e arte no início dos anos 2000

O livro *Ciência e arte: imaginário e descoberta*, publicado em 2003, tem como organizador o pesquisador Cauê Matos, foi construído a partir da 5ª Mostra de Material

de Divulgação e Ensino das Ciências realizada em 2000, cujo tema foi o mesmo do título do livro. Naquele evento foram desenvolvidas diversas atividades, tais como: oficinas pedagógicas, conferências, concursos, simpósios, mesas-redondas, espetáculos de teatro e música e exposição de materiais e projetos didáticos.

Esse encontro Cauê Matos situa como sendo um momento importante em que foi tratada a implementação de novas políticas educacionais, abordagens e práticas da transversalidade dos temas e interdisciplinaridade. O livro reúne algumas das apresentações com acréscimos de publicações de especialistas convidados, que não participaram do evento, e está dividido em 5 partes: políticas educacionais e a escola; metodologias pedagógicas e transdisciplinares; reflexões e experiências sobre inter-relação ciência e arte.

Jacques Marcovitch, no capítulo 3 desse livro, introduz a necessidade de nos preocuparmos com o modo como a ciência está sendo divulgada no início deste século, que é demarcado pela democratização do acesso às tecnologias, de maneira que crianças e jovens possam sentir na ciência um campo favorável e que ela seja suficientemente possível de investigação, levando as crianças e jovens para a pesquisa, sendo portanto, um passo importante para a ciência brasileira; para isto, se faz necessário: criar pontes entre ciência e comunidade, cooperação dos diversos profissionais em ciências em divulgar seus trabalhos, a contribuição da mídia em dar visibilidade a essas pessoas e, por último, a importância do governo com políticas que caminham neste sentido.

Marcovitch atenta para a importância da educação, na qual a filosofia, literatura, arte e ciência produzidas ao longo dos anos não sejam simplesmente substituídas pelo mundo cibernético que, para ele, tem passado por rápidas mutações e traz um grande benefício ao desenvolvimento humano, contudo, mesmo assim é insuficiente para substituir a educação em que esse acervo, acumulado por milênios, possa ser prescindível.

A educação é um direito humano e, ao mesmo tempo, um dever de cada indivíduo, Marcovitch argumenta que todo ser humano merece instrução e deve obediência às regras fulcrais de sensibilidade, respeito ao outro e obrigação de ser útil. E ao educado cabe compreender os problemas, para além da vida escolar.

Percebemos que o autor tece críticas à especialização do conhecimento e, mais adiante, aos diferentes modelos de ensino: modelo liberal, que coaduna com a formação humana culta, nobre e permeada de valores da cidadania; o modelo utilitário, que é de ciclo curto tecnicista e profissionalizante; e o modelo de pesquisa que é de ciclo longo, que tem o conhecimento científico como objetivo central, familiarizando o estudante a uma investigação sistemática e a adoção de métodos para melhor desenvolvê-la. Modelos esses que permeiam o imaginário de professores já formados e em formação e que aproximam, uns mais que outros, a ciência da arte para a formação integral do ser humano. Não podendo as virtudes presentes em cada um dos modelos serem simplesmente ignoradas, frente às mudanças, transformações sociais e de paradigmas em curso perceptíveis tanto na ciência como na arte. Para Marcovitch:

É preciso que se aproveite o espaço da sala de aula, não apenas para informar o estudante, mas para formá-lo como um homem culto, ou em processo de aquisição cultural. Não podemos abrir mão do saber filosófico e artístico acumulado em milênios, trocando tudo pelas novidades cibernéticas inegavelmente bem-vindas, mas que não bastarão jamais para a formação integral do homem (Marcovitch, 2003, p. 18-19).

Assim, para nós educadores e educadoras, buscarmos modelos plurais que possam ser diferentes, em relação às lacunas vivenciadas por nós quando fomos educados, e proporcionar às crianças e jovens possibilidades de uma formação integral e pertinente à sociedade contemporânea. Para isto, Marcovitch salienta a importância de modelos que pluralizem a educação nos dias vindouros e que esta educação plural pressuponha o ensino de múltiplos modos de pensar a realidade, e caminhe para abranger toda e não apenas uma parte da sociedade.

Para Marcovitch (2003), não existem fronteiras demarcadas entre ciência e arte e os que as separam uma da outra são “apressados simplificadores do fenômeno infinitamente complexo que é a inteligência, quando excede seus limites previsíveis” (Marcovitch, 2003, p. 20). Para o autor, esse encontro torna mais fascinante a paisagem humana e cria condições, no sentido mais pleno da expressão, à qualidade de vivida, e acréscimo, para a dignidade humana. Para isso o autor salienta que é salutar que os praticantes de ciência e arte busquem experimentações de métodos comuns. Argumenta que essa união entre ciência e arte já ocorreu na história e nas

universidades, ressaltando que a arte busca na ciência e na tecnologia uma nova linguagem que a permita usá-la para que por meio de sua criatividade possa se expressar e que, assim, no nosso século, possa haver a humanização da tecnologia.

A universidade é um espaço plural onde também pode acontecer essas experimentações entre ciência e arte, pois a *nova* universidade é essencialmente criativa e esse pluralismo proporciona o florescer de ideias distintas e aproximam o imaginário da descoberta (Marcovitch, 2003).

Na parte IV do livro, no capítulo de abertura, o capítulo 24, Cauê Matos e Dilma de Melo Silva versam sobre o *Núcleo de Artes Cênicas da Estação Ciência: popularizar a ciência por meio da arte*; e nos situam que a Estação Ciência da USP é um centro de ciência interativo com exposições em diversas áreas temáticas entre astronomia, antropologia, história, geografia, física, matemática, biologia e outras; com objetivo de popularização da ciência. Esse centro de ciência, bem como em diversos locais do mundo, investe esforços para tornar o conhecimento científico acessível e prático para a sociedade. Sendo assim, o teatro enquanto uma das linguagens da arte, e tendo o seu potencial comunicativo, se configura para os autores como uma ferramenta ao aprendizado e divulgação da ciência.

Neste sentido, a Estação Ciência cria o Núcleo de Artes Cênicas, que tem como meta pesquisar e utilizar a inter-relação entre ciência e arte em diversas atividades, e a criação do Grupo de Teatro Estação Ciência unindo técnicos e cientistas da Estação Ciência e artistas da Cooperativa Paulista de Teatro que acabam tensionando reflexões, de modo informal, a proporcionar ao público obter conhecimento de forma divertida e espontânea.

Matos e Melo, (2003, p. 257) destacam que:

O Grupo de Teatro da Estação Ciência se destaca por sua pesquisa e experiência sobre a interface ciência e arte. Seus objetivos conjugam preocupações estética, aplicabilidade de conteúdos científicos e verificação de apreensão e aceitação do público a saber: -pesquisa sobre a utilização do teatro como veículo para divulgação científica; Pesquisa da linguagem cênica (teatro) na transmissão de informação científicas; incentiva e divulga o conhecimento humano por meio da criação e produção teatral; monta espetáculos teatrais que transmitem conceitos, fatos e fenômenos científicos de forma acessível para todas as faixas etárias, favorecendo assim, a popularização da ciência; executa pesquisa sobre a recepção, com aplicação de questionário

(perguntas abertas), durante o período de apresentação dos espetáculos, buscando traçar o perfil do espectador e o resultado de sua relação com o espetáculo.

O teatro como ferramenta para o aprendizado, divulgação e popularização da ciência em espaço não formais de ensino é descrito por Matos e Melo (2003) como recorrente nos centros e museus latino-americanos integrados à *Red-pop*, que é a *Rede de Popularização da Ciência e Tecnologia na América Latina e o Caribe*.

A exemplo de atividades que estão na interface ciência e arte no Brasil, os autores destacam a Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz, do Rio de Janeiro, com o projeto *Ciência em Cena*, que usam vídeos, teatro e história em quadrinho em seus trabalhos; o Grupo Química na Cabeça, da Universidade Federal de Minas Gerais, que realizou o espetáculo *Romeu e Julieta – uma paixão científica*; e a Estação Ciência, que realizou o Show de Química e o Show de Física que mesclavam apresentação de experimentos com elementos artísticos e com encenação artísticas, respectivamente. Essas iniciativas trazem à tona o potencial que possuem as linguagens artísticas, que podem surpreender e cativar o público. Quando combinadas a conteúdos científicos é possível estabelecer uma simbiose onde racionalidade e sensibilidade se encontram para uma experiência única e prazerosa em museus e espaços de divulgação científica; aqui eu amplio a discussão para os espaços formais, informais e não formais de ensino⁵.

O teatro, enquanto recurso didático pedagógico, é apropriado pois: “o teatro pode alavancar o interesse, disseminar informações e popularizar, de forma lúdica, o conhecimento científico” (Matos; Melo, 2003, p. 261) Isso porque as artes cênicas combinam várias linguagens artísticas, tais como música, artes plásticas, danças, por meio de símbolos; despertando subjetivamente o fascínio nos indivíduos e evocando do abstrato para o concreto para então proporcionar o esclarecimento de conceitos por meio de uma percepção na qual sentimento e conhecimento se entrelaçam. Assim sendo, pode aperfeiçoar a acuidade perceptiva, estimular a imaginação, reordenar experiências, apresentar ideias por meio de imagens dramatizadas e vivenciadas no palco, sendo, para os autores, “ação educativa capaz de formar criticamente o

⁵ Definimos e diferenciamos o conceito de educação Formal, Não formal e informal no tópico 3

indivíduo e possibilitar conexões com o mundo” (Matos; Melo, 2003, p. 261).

Em dezembro de 2002 aconteceu o *I Simpósio sobre Ciência e Arte – Encontro da Criatividade Humana na Cultura*, que foi realizado no Instituto Oswaldo Cruz (IOC), com a participação de artistas e cientistas e que de forma coletiva publicam um livro em 2004 intitulado: *Ciência e arte encontros e sintonias*, organizado pela professora Tânia Araújo-Jorge, que compila por transcrição, mediante a revisão dos autores, as palestras realizadas neste simpósio. O livro é dividido em 3 partes, sendo a primeira *Das relações entre ciência e arte*; a segunda “Ciência e arte como elementos de formação do cientista e do educador” e a terceira parte “Ciência e Arte como instrumento de ensino e inclusão: Relatos de experiência.

No capítulo 1 do livro, Tânia Araújo-Jorge discute as relações entre ciência e arte como caminhos para a inovação e criatividade. Relata que esta relação se dá no Instituto Oswaldo Cruz desde a presidência de Sérgio Arouca, em 1980, em convênio de cooperação com Espaço Ciência Viva, onde ocorriam atividades de popularização e divulgação da ciência com a associação de pesquisadores da Fiocruz e estudantes, que realizavam um trabalho de levar a ciência para praças, favelas e escolas do Rio de Janeiro através de atividades de observação e descoberta de temas científicos. O lema dessa iniciativa era “o cientista tem que ir aonde o povo está” inspirado na música de Milton Nascimento; nesta direção, artistas e cientistas vão ao encontro do povo com objetivo de popularizar a ciência. O grupo de teatro *Tá na Rua*, se associa ao grupo de cientistas e passam a atuar juntos, cientistas e artista, para popularizar a ciência por meio de dramatizações teatrais de temas científicos e observações e registros científicos após a encenação. Nesse sentido, a relação ciência e arte está presente nas praças do Rio de Janeiro há vinte anos, inspirada na experiência do *Exploratório, museu de ciência, arte e percepção humana*, proposta formulada na década de 1970 pelo físico e professor Frank Oppenheimer, de São Francisco, Califórnia (Araújo-Jorge, 2004, p. 23).

Essa abordagem vem resgatando vínculos antigos, quando estudos de ciência e arte eram indissociáveis, tendo a arte influenciado o modo de pensar dos cientistas que são pilares da ciência moderna. A exemplo, está a lua desenhada por Galileu em 1610, que foi representada por vários ângulos de observação cheia de crateras, conhecimento esse que rompeu com o tabu da perfectibilidade dos corpos celestes,

difundido pela igreja católica.

A crescente especialização das disciplinas é apontada por Tânia Araújo-Jorge diante da observação do trabalho de C. P. Snow em 1963, que constata esta separação entre ciências e humanidades e que legitima, através do método cartesiano, a separação corpo-mente. Essa concepção instaurada na nossa sociedade perdura até os dias atuais. Em nível governamental podemos dar o exemplo dos ministérios e secretarias de cultura que são separados dos de ciência e tecnologia e de educação.

Ao discutir sobre *Ciência e arte: diferenças ou similaridades?* Tânia Araújo-Jorge traz Snow em seu ensaio sobre as “duas culturas” enquanto campos antagônicos entre ciências e humanidades no pensamento ocidental e os estudos de Meis *et al.* (1993) sobre como pensam os estudantes das áreas científicas e artísticas no primeiro ano de formação em instituições no Brasil e Estados Unidos, mencionados anteriormente. Tânia Araújo-Jorge acrescenta que esta dicotomia relatada nesta pesquisa de Meis está presente na concepção de professores em formação continuada e de cientistas, quando eles participaram dos cursos de ciência e arte ofertados por ela em parceria com outros educadores.

Ela vem trazendo como essa relação entre ciência e arte por meio de vários autores que já vem percebendo está relação fecunda de aproximação entre as duas áreas humanas de conhecer e compreender o mundo, entre eles Leopoldo de Meis, quando conclui que não há consenso entre cientistas e artistas sobre semelhanças e diferenças entre ciência e arte; o embriologista Wolpert que percebe não existir semelhanças entre os processos criativos e do artista e do cientista; Einstein quando ciência e arte pertencem ao mesmo domínio, mas se expressam com linguagens distintas; Ernst Planck que afirma que intuição e imaginação são fatores de criação de novas ideias pelos cientistas; o neuro-histologista Ramon-y-Cajal que também era desenhista, escritor e poeta, como Konrad Lorenz, acreditavam que a procura pela beleza estética unifica arte e ciência; Joshua Lederberg alega que é importante que os cientistas se apropriem da arte escrita e utilizem as ferramentas do ator e escritor de teatro; o médico-poeta Paul F. Whitaker, quando destaca que o fazer criador ajuda o médico e pesquisador do medo de criar na ciência, pois quem cria testa a si próprio, como qualquer ser humano no mundo que criará ou já criou algo como etapa

necessária para se descobrir algo no mundo independe de qualquer área.

Araújo-Jorge (2004), discorre que o físico Ildeu de Castro-Moreira (2002) defende esta relação no ensino de ciências, quando no processo de criação humana, ciência, arte e cultura se imiscuem, mas essa discussão é pouco integrada nas salas de aula, e acrescenta que ciência e poesia estão ligadas, pois ambas anseiam pela busca imaginativa humana, porém em domínios diferentes de valores e conhecimentos; para o cardiologista e músico, Richard Bing, esses campos estão em constante busca pela beleza na natureza e ambas requerem invenção de novos conceitos ideias e percepções de mundo e sensibilidade emocional e física a reconhecer padrões, ritmos, consistências, novidades, metáforas e analogias, requerendo um refinamento dos sentidos em integração com mente e mãos;

Para Ennio Candotti (2002), a ciência moderna tem o desafio de conciliar a especificidade com as multiplicidade de tramas e personagens, que literatura e teatro vem fazendo por anos, já que o leitor e escritor dificilmente observam o mundo de forma unidimensional e superespecializado, assim Ennio Candotti vai ao encontro ao que a Sociedade Brasileira para o progresso da ciência (SBPC) vem sugerindo “promover interdisciplinaridade, e promover também a aproximação da literatura, das artes, da comunicação” para que seja possível superar obstáculos da fragmentação do conhecimento (Candotti, 2002, *apud* Araújo-Jorge, 2004).

Tânia Araújo-Jorge explora também como os estudos cognitivos podem ainda mais contribuir para esta relação na atualidade, ao encontro de bases conceituais para desenvolvimento do pensamento criativo, e traz os estudos sobre inteligência emocional de Goleman, 1995, que demonstram que em contexto de intenso desenvolvimento emocional aprendizado e memória se processam; A teoria das Inteligências Múltiplas de Gardner, 2000, que aponta 8 tipo de inteligências e redefine a inteligência como habilidade para resolver problemas e projetar algo útil dentro de um contexto cultural.

O casal Michèlle e Robert Root-Bernsteiner, discutem sobre como seria possível entender a imaginação criativa, exercitá-la, treiná-la ou educa-la? e buscaram respostas a essas perguntas por meio de diversos pensadores, artistas, cientistas e inventores de grande sucesso, e, entre eles alguns laureados com o Prêmio Nobel, e perceberam que muitos cientistas e médicos também desenvolviam atividades no

campo da arte e foi por meio dela que estes encontravam as ferramentas para expressar a beleza tanto na arte ou na ciência, portanto esta relação deve ser considerada complementar, e consideram que o pensamento criativo ocorre em processos vivenciados tanto por cientistas como artistas, pois neste nível todos pensam da mesma maneira e para isto a educação, em qualquer nível, deveria se ater mais a essas ferramentas: Educar a imaginação, observar, evocar imagens, abstrair, reconhecer padrões, formar padrões, estabelecer analogias, pensar com o corpo, ter empatia, pensar de modo dimensional, criar modelos, brincar, transformar e sintetizar, Amplamente discutidas em seu livro “*Centelhas de gênios: como pensam as pessoas mais criativas do mundo*” publicado em 1999.

Por fim, Tânia Araújo-Jorge traz as bases políticas e epistemológicas como esta relação vem sendo desenvolvidas no IOC diante do desafio formativo de cientistas e educadores que percebam a ciência como um elemento da cultura. Diante disso é criado em 2000 o curso Ciência e arte veiculado ao programa de educação científica em Biologia e Saúde, na qual foi estruturada por meio de oficinas de trabalhos, valorizando o saber fazer, em contraposição às passivas exposições teóricas; que no final das oficinas os alunos ou grupos apresentam o produto do seu fazer. A ementa do módulo I é a seguinte:

Ciências e as artes: antagonismos e convergências; interpretação do discurso científico sob a luz de considerações estéticas; compreensão do fazer e do desfrutar artísticos como processos cognitivos. Interfaces entre a ciência e a arte: cientistas-artistas e artistas-cientistas; ciência e arte na química, na física, na biologia e na matemática. Interação ciência e arte na escola e no jornalismo científico; A divulgação científica através do teatro; Fotografia, desenho e computação gráfica: campos de interação ciência e arte. Ciência e espetáculo: experiências com teatro e música; Leitura de textos de teatro científico: Brecht (Galileu Galilei) e Raichvarg (Pasteur). Vídeos e sessões de teatro científico e sua crítica segundo a ação educativa. Oficinas de teatro científico. Teatro científico amador e profissional. A divulgação científica através da poesia lida e cantada. Oficinas de atividades práticas para atividades educativas em ciência e saúde com Ciência e Arte, em temáticas variadas (Araújo-Jorge, 2004, p. 43).

Já a do módulo II versa sobre:

Literatura e ciências: leitura de textos literários e científicos; discussão

das ciências e artes como expressão da cultura; conceitos de utopias e distopia: suas origens literárias, especificidades implicações sociais políticas; visão do desenvolvimento científico e tecnológico do século XIX e metamorfoses das utopias e utopias em ficção científica; as origens da ficção científica e a problematização de seu conceito; os mitos da criação e seu ressurgimento da mitologia contemporânea de ficção científica; os relatos (fictícios e reais) da construção de autômatos; a exclusão das mulheres no campo da ciência, na visão de autoras contemporâneas de ficção científica; a saúde e a doença e suas representações na literatura; a ligação entre ciência, cultura e sociedade; influência exercida pelos temores gerados em torno das imagens e mitos que as descobertas científicas são capazes de gerar, nas representações sociais da ciência e da saúde em geral (Araújo-Jorge, 2004, p. 43-44).

Que nos revelam uma diversidade de temáticas e conteúdos trabalhados desde 2000 nesta instituição de ensino superior, inserido a um programa de pós-graduação; e que acompanhado de vários movimentos para a área, como o 1º simpósio em Ciência e Arte em 2002; em 2003 Ciência e Arte se torna linha de pesquisa junto a implantação a Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde no IOC, como afirma Sawada (2014 p. 57). Claramente percebemos que ao longo de vários anos a ementa da disciplina passou por transformações, inclusive quando a cursei em 2021, outros objetivos e discussões teóricas-metodológicas estavam sendo trazidas a formação dos estudantes, bem como outros teóricos, vislumbrando que pesquisas internacionais e nacionais alteram a ementa do curso; e que a dissertação intitulada *A disciplina de ciência e arte no IOC e a criatividade dos egressos através de seus trabalhos finais*, de Anunciata Sawada (2014), expõem essas transformações com maiores detalhes.

Além dos cursos oferecidos, existiam também os Encontros de ciências, cultura e artes de forma mensal como atividade regular do Centro de estudos do IOC e o Simpósio de ciências e artes que se tornaram bianuais até os dias de hoje (sua 11ª edição foi em 2021), que fomentam trocas entre cientistas e artistas que atuam com ciência e arte na educação. Tânia Araújo-Jorge considera, diante de sua experiência, que a ciência e arte possam ser reinseridas juntas na educação e ensino em diferentes níveis de ensino para ajudar na formação de cientistas e cidadãos, a fim de que seja possível incentivar a criatividade e a inovação. E acrescenta que Candotti, 2002, vai em direção ao seu pensamento quando propõem a criação de centros de ciência e artes. Concluindo então que arte e ciência são “duas mãos na mesma via, e só

tendem a complementar nossa capacidade de descrever e compreender a natureza”; já que os cientistas e artistas se debruçam sobre a realidade e querem compreendê-la, porém de maneiras diferentes (Araújo-Jorge, 2004, p. 46).

Já aqui a professora Tânia Araújo-Jorge sugere uma relação interdisciplinar entre ciência e arte, dentro de uma percepção que é amplamente trabalhada pelo casal Root-Bernstein, que parte de um contexto não formal de ensino, dentro dos museus, praças, ruas, favelas até chegarem à escola. Inicialmente, as ações são mediadas por teatro e dramatização, mas se ampliam para músicas, textos literários e de ficção científica e vídeos como elementos artísticos mediadores da aprendizagem em ciência e arte. Sobre os temas científicos nós temos assuntos relacionados à citologia e astronomia.

1.3.3. Ampliando a interface Ciência e Arte nas duas primeiras décadas dos anos 2000

Zanetic (2006a) em seu trabalho intitulado *Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas* discorre sobre como a relação entre ciência e arte na educação parecia no início dos anos 2000 cada vez mais antagônica, disciplinas que são consideradas “pouco amadas” pelos estudantes, mesmo assim ele vai de encontro a essa afirmação e percebe que a relação entre física e literatura só traz ganhos na contemporaneidade (Zanetic, 2006a, p. 56). Ele relaciona a essa dicotomia os impactos que as ciências exatas carregam na difusão do pensamento científico no mundo contemporâneo e, ressalta a importância de se atermos a não reforçar uma visão de mundo que supervalorize o pensamento científico em função de outras formas de saber e conhecer o mundo, considerando que quando essas culturas (científica e artística) se relacionam se faz possível interpretar o mundo e transformá-lo.

Zanetic (2006a) destaca o importante papel que a imaginação tem para essa relação na contemporaneidade, por meio do trabalho de Jacob Bronowski (1908 – 1979): *O olho visionário: ensaios sobre arte, literatura e ciência*. Para ele a imaginação na ciência organiza nossa experiência em leis sobre as quais baseamos nossas ações

futuras, já na poesia, outro modo de conhecimento, a imaginação penetra diretamente na totalidade da experiência humana (Bronowski, 1998, p. 20 *apud* Zanetic, 2006a, p. 57).

O movimento do grupo brasileiro “Arte e ciência no Palco” no início dos anos 2000 que adaptavam textos relacionados a física para o teatro. Claramente percebemos uma motivação inicial dentro da relação ciência e arte de usar a arte como instrumento para a ciência, um movimento que não é novo e nos remonta as ilustrações científicas, que para Pereira (2006, p. 408) teve início a partir do renascimento e das navegações no século XV. Momento que os artistas realizavam representações realistas e fidedignas tanto para os estudos na arte e na ciência a exemplo Leonardo da Vinci, expoente do renascimento, e os naturalistas e botânicos Carl Friedrich Philipp von Martius e Eugen Warming.

Cabe-nos aqui destacar a necessidade de maturação dessa relação para que esta ponte possa ser cada vez mais alargada e que o fluxo entre o conhecimento científico e artísticos possam estar em equilíbrio harmonioso dentro da educação a ponto de não reduzirmos a arte a um instrumento para a educação em ciências.

Neste trabalho, Zanetic (2006a) traz Bachelard quando ele contrapõe o espírito científico “o pensador diurno que trabalha com conceitos” ao espírito poético “o pensador noturno que trabalha com imagens. Considerando, então que Bachelard reconhecia que é possível conhecer o mundo através de imagens poética e literárias para além do conhecimento científico. Ele traz também Paul Feyerabend (1924-1996) enquanto um pesquisador que preconizou a relação ciência e arte, nesta citação:

Se na verdade queres compreender as ciências, em vez de escrever sobre elas apenas histórias áridas e abstratas – e lembra que “compreender as ciências” significa, para mim, compreender tanto o contexto da descoberta como o da justificação –, então deves voltar-te para as artes e para as disciplinas humanísticas, o que significa que deves abandonar estas classificações artificiais de que estão cheias a maior parte das filosofias e das “narrativas racionais”. Uma visão do mundo realmente compreensiva não pode de modo nenhum menosprezar os poetas... (Feyerabend, 1991, p. 105. *apud* Zanetic, 2006a p. 59).

Na sequência, Zanetic apresenta diversos escritores romancistas e contistas que no século passado escreveram em suas produções, conhecimentos da área de física,

tais como Edgar Allan Poe (1809-1849) em seus contos, a exemplo “O mistério de Maria Roget” e “A carta Furtada” e seu ensaio “Eureka” entre 1847- 1848, na qual o mesmo apresenta um estudo sobre o método científico, a teoria gravitacional de Isaac Newton e outros temas, e o mesmo criticava amplamente a dedução aristotélica e a indução baconiana, propondo que uma espécie de intuição teria orientado a imaginação de Kepler e Newton; Já o romancista Emile Zola (1840-1902) que revoluciona as estruturas do romance pela forte influência que o positivismo tinha em sua época e introduz a forma do romance experimental transpondo o positivismo científico como orientação metodológica para a construção do romance. No Brasil em 1875 foi publicado o primeiro romance de ficção científica *O Doutor Benignus* escrito por Augusto Emílio Zaluar (1825-1882) e o romance “*Viagem ao Céu*” de Monteiro Lobato (1882-1948) exploram conceitos físicos de astronomia, eletricidade e espectroscopia; e Fiódor Dostoiévski (1821-1881), vai um pouco mais além de Zola, em seu romance experimental, e se contrapõem ao determinismo positivista, e no seu livro “Os irmãos Karamazov” ele traz elementos da nova relação espaço-tempo que surgiria com a relatividade (Zanetic, 2006a). Claramente percebemos como essa relação se deixa permear no século passado, sendo a ciência um caminho para a arte literária.

Em suas conclusões Zanetic, (2006a, p. 68-69) destaca o trabalho de Tobias e Abel (1990) na qual eles buscam investigar como de que maneiras os cursos de humanidades, que contemplavam a leitura de poemas, poderiam ser úteis aos estudantes de físicas. E conclui e seguinte:

Acredito que a física, bem como as outras ciências, bem trabalhada na escola, pode muito bem ser um instrumento útil tanto para o pensador diurno, dominado pelo pensamento e discurso racionais, quanto para o pensador noturno, marcado pelo pensamento imaginário e sonhador. A grande ciência, que nos seus momentos criativos de ruptura nasce do encontro dessas duas vertentes, tem tudo para satisfazer o pensador que apela para o fantástico, para a imaginação, para o vôo do espírito (Zanetic, 2006a, p. 69).

Acreditamos que Zanetic (2006a) explora amplamente os primórdios desta relação com exemplos literários permeando o que no século passado podíamos abduzir desta relação, aquilo que, atualmente, é elemento de investigação dentro do

campo da educação e nos permite compreender esta relação no nosso século para servir de base ao que queremos discutir sobre essa relação entre ciência e arte na contemporaneidade dentro da educação brasileira, e propor caminhos fecundos para estudantes, pesquisadores e professores repensarem os currículos.

Bem como os outros eventos de comunicação científica, que inauguram os diversos movimentos de articulação entre ciência e arte na educação, acontece em agosto de 2009 o *I Workshop Paranaense de arte-ciência: os 400 anos da invenção do telescópio e seus desdobramentos na arte*, bem como sua internacionalização com o *International Meet on Art-Science*, na Universidade Estadual de Maringá, por meio do “Grupo de Pesquisa em Ensino de Física, Astronomia e História da Ciência” que tem como coordenador Marcos Cesar Danhoni Neves. O evento tem como objetivos:

[...] apresentar a obra galileana focando, especialmente, as relações entre ciência e arte. Além do Workshop o Professor Danhoni sugeriu a realização de uma Mostra de amplo espectro com o tema: telescópio, onde seria apresentado o percurso histórico da invenção do telescópio e suas repercussões na atualidade... (Silva, 2013, p. 367).

Em dezembro do mesmo ano acontece o *II Workshop Paranaense de Arte-Ciência: Os 400 Anos da Invenção do Telescópio e seus Desdobramentos na Arte*, desta vez, na Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG que resultou na parceria entre o grupo de pesquisa com o Departamento de Artes da UEPG, que gera então uma equipe de trabalho interdisciplinar entre arte e ciência (Silva, 2013).

O livro *Arte e ciência: um encontro interdisciplinar* que tem como organizadores Josie Agatha Parrilha da Silva e Marcos Cesar Danhoni Neves, foi publicado em 2010 e nasce da parceria dos dois pesquisadores, que representam a Universidade Estadual de Maringá e a Universidade Estadual de Ponta Grossa, respectivamente, ambas no estado do Paraná; O livro reúne trabalhos de vários autores diante de três grandes projetos educacionais que são comunicados neste livro; a primeira parte versa sobre o subprojeto *Arte e Ciência na escola* que foi desenvolvido entre 2009 e 2010, a segunda parte do livro trata sobre *Ciência, Arte, Fotografia, Cinema: Um Caleidoscópio do Conhecimento* e a terceira parte trata da análise do *Workshops* e mostras de Arte-Ciência.

No capítulo da parte 2 do livro *Uma análise das perspectivas inter e transdisciplinares da história da ciência presentes nos livros didáticos de física* de autoria de Lucisano e Neves; que discutem como a fragmentação da ciência e ser humano se depara com uma visão míope do todo, assim lentes “divergentes”, como propostas de ensino integrado possa corrigir a miopia e para que a educação científica possibilite enxergar o mundo de forma mais ampla.

Para os autores é na escola que essa visão míope da ciência se alastra, na qual o conhecimento se mostra cada vez mais encerrado em disciplinas, não havendo relações entre as diversas áreas da ciência; a isto se atribui a dificuldade enfrentada pelo professor, de propor aulas de ciência integradas, já que desde sua formação acadêmica, a sua percepção de ciência foi fragmentada e dissociada do todo (Pretto, 1995, *apud* Lucisano; Neves, 2010, p. 103). É importante, portanto, que a ciência possa se pautar também em valores éticos e humanísticos, indo além de conceitos, teorias, para assim, ser possível o resgate da imaginação, da criatividade, da subjetividade e emoção, que quando ligados a racionalidade, são de fundamental importância para a formação consciente do ser humano e do seu papel na sociedade.

Os autores continuam provocando que para haver a formação integral do ser humano seria necessário:

[...] levar os educadores a compreenderem e utilizarem metodologias capazes de superar a visão fragmentada do conhecimento, uma vez que a forma tradicional e fragmentada de transmissão do conhecimento dificilmente poderá dar a seus detentores a capacidade de enfrentarem as situações novas (Lucisano; Neves, 2010, p. 103).

E que muitas vezes essas compreensões fragmentadas está presente em livros didáticos, portanto, saber se a perspectiva Inter e Transdisciplinar estão permeando os livros, pode então ser subsídio para transpor obstáculos metodológicos e pedagógicos provenientes da fragmentação. O que vai ao encontro ao que acreditamos ser necessário desenvolver nas práticas educativas do professor de ciência em sua formação inicial e continuada, para a sua prática pedagógica, pensando a escolha de materiais didáticos bem como decisões pedagógicas.

Os autores nos situam que os Parâmetros Curriculares Nacionais de 1999 nos orienta que direcionemos e organizemos o aprendizado em ensino de ciências dentro

da interdisciplinaridade e contextualização dos saberes, visando a produção de um conhecimento efetivo, onde contemple os conteúdos disciplinares e os articulem interdisciplinarmente. O que estimula e favorece a uma compreensão mais ampla e global sobre um conhecimento, conduzindo o estudante a uma formação global, na qual o ele possa ter uma posição crítica frente ao conhecimento. Assim, nos leva a refletir sobre o conceito da interdisciplinaridade sobre a ótica de Fazenda (1996) e Japiassu (1976) que trazem importantes contribuições sobre a temática e o combate a fragmentação, tão presente no ensino; a fim de reestabelecer a ordem perdida e sufocada diante das formas tradicionais de fragmentação, congregando, para Japiassu (1976 *apud* Lucisano; Neves, 2010), em resultados de várias disciplinas, proporcionando uma integração entre elas.

Essa perspectiva dentro da história da ciência sempre existiu, a exemplo, no mundo grego os saberes eram unificados; na idade média a ciência estava ligada a filosofia, e, ainda era perceptível que o conhecimento disciplinar só fazia sentido se estivesse ligado ao todo; já na idade moderna isso se transforma de modo que os novos saberes se enraízam na especialidade e em sua forma fragmentada e disciplinar, sufocando a interdisciplinaridade. (Japiassu, 1976, *apud* Lucisano; Neves, 2010, p. 130)

Por fim os autores, Lucisano e Neves (2010), concluem que essas reflexões podem ser essenciais para transpor obstáculos, vividos por nós, frente a fragmentação, que para nós é, claramente presente no ambiente escolar e no imaginário dos estudantes, reflexo da sociedade; por isso consideramos que construções metodológicas e pedagógicas neste sentido, inter e transdisciplinares, bem como recursos didáticos ajudam ao educador a romper com essa visão da ciência e do saber científico e podem contribuir para uma formação docente crítica e reflexiva.

No Brasil, diversos grupos de estudos podemos citar quando se trata de ciência e arte, partimos de estudos e pesquisas realizadas pelo grupo de estudos INTERART - Interação entre arte, ciência e educação: diálogos e interfaces com as Artes Visuais entre trabalhos que se mostravam em nossa primeira etapa de pesquisa, na leitura de títulos, palavras chaves e resumo, uma expoente quantidade de trabalhos que versavam sobre uma relação interdisciplinar na ciência arte. Os líderes do grupo, Josie Agatha Parrilha da Silva (UEPG) e Marcos Cesar Danhoni Neves (UEM), aparecem

como coautores ou orientadores nos artigos e tese e dissertações, respectivamente. Ao buscarmos no Diretório dos grupos de pesquisa no Brasil – CNPq, encontramos o seguinte:

O Grupo de pesquisa INTERART: Interação entre arte, ciência e educação: diálogos e interfaces nas Artes Visuais é vinculado à Universidade Estadual de Ponta Grossa-UEPG desde 2013, sob liderança dos Professores Josie Agatha Parrilha da Silva (UEPG) e Marcos Cesar Danhoni Neves (UEM). Tem caráter interinstitucional e interdisciplinar com professores e estudantes da UEPG, UEM e UTFPR, Campus de Ponta Grossa. Apresenta quatro linhas de pesquisa: Linha - Estudos interdisciplinares da Imagem, Artes Visuais: Produção e Criação, Aspectos históricos e epistemológicos do conhecimento, Formação de professores e ensino de ciências. O grupo tem como objetivo principal proporcionar discussões sobre a arte, ciência e educação de forma que o conhecimento seja abordado em seu todo e não de forma fragmentada (Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil, c2023).

Ao chegamos ao fim dessa trajetória, que demarcamos como bases teóricas de nossa pesquisa, podemos perceber as diversas relações entre ciência e arte no início deste século, bem como as suas demarcações epistemológicas entre interdisciplinaridade, transdisciplinaridade e espaços formais e não-formais de ensino que emergem dessas produções, principalmente, por meio de eventos científicos ligados a universidades brasileiras. Essa demarcação será preciosa para compreender os trabalhos brasileiros nos últimos anos sobre a temática ciência e arte na educação, para perceber de que bases emergem tais trabalhos, já que a literatura nacional é tão vasta sobre a temática e já atingiu mais de três décadas de desenvolvimento.

UM PERCURSO DE REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA



2. UM PERCURSO DE REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA

Esta pesquisa possui natureza qualitativa e está orientada por um conjunto de procedimentos e ferramentas de análise comumente utilizadas no âmbito da pesquisa educacional: pesquisa documental, análise interpretativa e narrativa. Podemos organizar nossa pesquisa em dois momentos: o primeiro realizado a fim de estabelecer nossa fundamentação teórica e metodológica, como já descrito; e o segundo momento a nossa revisão narrativa de literatura e análise narrativa.

Chegamos a uma metodologia que denominamos informalmente de “cascavilhar” a literatura, já que fomos constituindo o nosso *corpus* de estudo muitas vezes de artigos citados por outros artigos, a fim de conseguirmos encontrar bons referenciais para montarmos o nosso panorama de análise.

Depois de definido o *corpus* documental da pesquisa, os trabalhos foram agrupados por eixo temático e temporalidade, a fim de compreender como a relação ciência e arte foi passando por transformações conceituais ao longo do tempo.

No momento seguinte, realizamos a análise do texto integral e chegamos a algumas considerações sobre os significados presentes no *corpus* analisado sobre ciência e arte na educação formal e não formal.

Nossa revisão narrativa, não busca construir um estado da arte sobre o assunto, deixando claro que ela abrange alguns trabalhos na área, mas não de todos, e que adentra a significados e práticas didáticos-pedagógicas podendo os mesmos trabalhos serem analisados sob diversas outras perspectivas.

Sendo assim, vislumbra-se um recorte deste fenômeno e não o esgota, mesmo por que esse trabalho não foi realizado por um especialista na área, que pudesse colocar a serviço um vasto conhecimento na área e capacidade de sistematização, que não é o caso de estudantes de mestrado e doutorado, como muito bem Alves (1992) aponta.

2.1. Constituição do *corpus* da pesquisa

A seleção aconteceu pela busca dos seguintes descritores, “Ciência” AND “Arte” OR “Sci-Art” OR “Bioarte” OR “Cienciarte” OR “Arteciencia”, veiculadas ao ensino de ciências no Brasil, bem como relação entre ciência e arte.

O material de análise foi constituído a partir de buscas preliminares em diversos bancos de dados, tais como: Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, Periódicos CAPES, Google Acadêmico, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações e Centro de Documentação em Ensino de Ciências (CEDOC), nos quais foi possível obter artigos, teses e dissertações sobre a temática ciência e arte, bem como consultar a livros que continham o termo ciência e arte no título ou subtítulo. Ao realizar a leitura dos títulos, palavras-chave e resumo, percebemos que emergiam duas grandes categorias que consideramos ser bem específicas, já que possuem práticas e significados diversos: a *educação formal* e a *educação não formal*.

A seleção dos trabalhos e a definição do *corpus* foi dada pela análise e sistematização dos trabalhos voltados à Revisão Narrativa da Literatura (RNL) , descrita no Capítulo 1 deste trabalho, orientada pela seguinte questão: O que dizem os trabalhos de revisão de literatura sobre a temática ciência e arte?, que nos apontou caminhos para pensar a nossa revisão, bem como descritores de busca que ainda não foram esgotados nas pesquisas de revisão levantadas, tais como: “significados”, “didáticas” e “práticas didático-pedagógicas”.

2.2. Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos trabalhos que versam sobre a relação de ciências e arte na educação em ciências, que estão disponíveis publicamente, que foram realizadas no Brasil e que versam sobre a prática e/ou experiência docente de fontes primárias e secundárias de pesquisa.

Foram excluídos os trabalhos que não apresentam a relação com ciência e arte na educação em ciências e que não possuem o texto completo online, ou que, mesmo em português, não foram realizados ou publicados no âmbito de instituições

brasileiras. Esses critérios foram aplicados na análise do título, palavras-chave, resumos e/ou leitura do texto completo, quando pertinente.

2.3. Categorias de análise *a priori*

Realizamos a análise dos trabalhos aqui investigados seguindo o que os trabalhos de revisão de literatura nos apontavam, bem como o que definimos como objetivo da investigação. O Quadro 5 sintetiza as categorias definidas previamente para a análise dos resultados.

Quadro 5 Categorias de análise

Tipo de trabalho	Classifica se o trabalho é artigo, dissertação, tese ou capítulo de livro
Título	Descrição extensa do título do trabalho
Autoria e orientação	Nomes dos(as) autores(as) do trabalho e quem orientou, no caso de teses e dissertações
Ano	Ano de publicação.
Estado brasileiro de vínculo do trabalho e/ou da instituição dos autores	Unidade federativa do Brasil: local do trabalho de campo (no caso de trabalhos empíricos); e/ou instituição dos(as) autores(as) no caso de trabalhos teóricos e de revisão bibliográfica
Veículo de publicação	Nomeia a revista/periódico, evento, livro ou programa de pós-graduação em que o trabalho foi publicado
Contextos de ensino	Refere-se à classificação do espaço contextual onde se desenvolve a prática educativa: educação formal e educação não formal
Nível de ensino	Concerne aos níveis de escolaridade: educação básica ou ensino superior, bem como suas etapas e modalidades
Subáreas das ciências naturais	Exemplos: biologia, química e física
Linguagens artísticas	Exemplos: música, poesia, dança, teatro, cinema, pintura, desenho, história em quadrinho, grafite, fotografia
Estratégias didático-pedagógicas	Estratégias empregadas ou defendidas para estabelecimento da relação ciência e arte na educação
Significados sobre a relação entre ciência e arte	Significados atribuídos à relação entre ciência e arte em contextos educativos

Fonte: O autor

2.4. Análise dos dados

A análise seguiu duas etapas. A primeira atendeu às categorias *a priori* definidas no Quadro 5. A segunda, visou explorar uma abordagem interpretativa e narrativa dos significados atribuídos à relação entre ciência e arte segundo o contexto educativo da educação não formal e da formal.

As primeiras categorias (tipo de trabalho, autoria, estado, ano, orientador e veículo de publicação, contexto de ensino, nível de ensino, subáreas das ciências naturais, linguagens artísticas) referem-se a dados considerados mais objetivos, visto que podem ser extraídos à primeira vista dos textos analisados (resumo e, às vezes, trabalho completo).

As duas últimas categorias (estratégias didático-pedagógicas e significados sobre a relação ciência e arte) dependeram da leitura atenta dos trabalhos completos e da interpretação do autor da pesquisa.

No caso do contexto de ensino, elegemos a classificação educação formal e não formal, em razão das peculiaridades educativas oferecidas pelos diferentes contextos e, assim, melhor compreendermos as relações entre ciência e arte, sempre que houver.

Em se tratando das subáreas das ciências, podemos ter biologia, química e física, mas também saúde, ciências ambientais, geologia, e diversas áreas, quando mais de uma área está presente. Assim também acontece com a arte que se ramifica em subcategorias e linguagens artísticas, tais como: artes plásticas (desenho, pintura e escultura), literatura, artes cênicas (teatro, dança e performances), cinema, música, arte contemporânea (artes visuais que envolvam uma grande diversidade de materiais ou propostas construídas a partir de sentidos e sensações visuais), fotografia e diversas áreas (mais de uma área contemplada no artigo).

As estratégias didático-pedagógicas, em princípio, podem estar diretamente relacionadas à linguagem artística escolhida. Os significados atribuídos à relação que a arte faz com a ciência, inicialmente, podem conduzir-nos para duas perspectivas: como a arte se integra à ciência e vice-versa. Contudo, essas categorias podem ser consideradas abertas e, por isso, foram tratadas de forma discursiva, dando espaço

para a emergência de subcategorias, já que elas requerem a interpretação do texto para atingir o que nos é precioso compreender.

Ao realizar a leitura integral do texto, destacamos quais os significados e concepções que os autores trazem sobre ciência e arte na educação, advindas da sua compreensão sobre a temática (buscamos entender quem são ou autores que fundamentam essa compreensão) e, mediante a prática realizada sobre ciência e arte, quais os significados e compreensões que emergem desta relação na educação, bem como as implicações de práticas didático-pedagógicas trabalhadas nas pesquisas.

Agrupamos essas falas e realizamos uma leitura excessiva dos fragmentos e passamos a perceber que elas convergem em alguns sentidos e divergem em outros; no momento seguinte, discutimos que significados podemos perceber emergir deste universo estudado reintegrando o fragmento ao contexto do qual foi retirado a fim de não apresentar ao nosso leitor uma discussão não fidedigna da realidade. Neste sentido temos uma discussão, trazendo à tona as falas e contextos, onde elas estão situadas, para compreender e apontar algumas considerações e possibilidades para educação através de ciência e arte, no que tange as suas compreensões, implicações e práticas na educação em ciências.

RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E ARTE NA EDUCAÇÃO NÃO
FORMAL E FORMAL



3. RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E ARTE NA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL E FORMAL

A aprendizagem ocorre em diferentes modalidades como na educação formal, não formal e informal, elas acontecem no processo do ser humano aprender ao longo da vida e ocorrem, portanto, em espaços escolares, no caso da educação formal; e quando fora da escola, temos a educação não formal e informal, sendo a primeira atribuída a instituições, tais como museus, centros culturais, organizações não governamentais, zoológicos, jardins botânicos etc., e o segundo ao âmbito familiar e das mídias na socialização de informações de senso comum (Cascais; Terán, 2014).

“A educação não formal ocorre a partir da troca de experiências entre os indivíduos, sendo promovida em espaços coletivos” (Cascais; Terán, 2014, p. 3) onde essas instituições estabelecem intencionalidade (Gohn, 2006) e objetivos próprios para a sua atuação na sociedade. Sendo, portanto, uma modalidade que complementa às demais e vice-versa, pois pode trazer os conteúdos curriculares sistematizados na modalidade de educação formal para o mundo vivido.

São nas modalidades formal e não formal que os trabalhos analisados incorrem além de que a ciência e arte se apresentam na literatura de forma diversa e ampla. Diversa no que concerne às inúmeras possibilidades de trabalhar ciência e arte em suas subáreas científicas (física, química e biologia) e por meio de diversas linguagens da arte; e ampla no que diz respeito ao número de publicações ao longo do tempo, artigos, dissertações, teses, publicações em eventos e capítulos de livros, que vêm tecendo relações entre diferentes áreas do conhecimento, além da educação, ciências naturais, da terra e da própria arte, para incluir outras áreas como engenharia, enfermagem e ciências tecnológicas.

Cada pesquisador e pesquisadora das relações entre ciência e arte têm diversas compreensões dessa relação na modernidade e as expõem dentro de uma grande diversidade de concepções, conceitos, referenciais teóricos, motivações e atividades didáticos pedagógicas em diferentes espaços educativos, tanto não formais

quanto formais de ensino e, dentro desse último, em diferentes níveis de ensino, tais como a educação básica e superior de ensino, estendendo-se para a formação inicial e continuada de professores. Além desses que apresentam um contexto prático de educação, há aqueles que se situam como trabalhos de revisão teórica sobre a temática.

Os resultados aqui apresentados buscam sintetizar os achados sobre a temática ciência e arte na educação em ciências, demarcando os diferentes tipos de abordagens, contextos e níveis de ensino, tentando elucidar alguns dos significados e práticas dos autores aqui estudados, relacionando com diversas publicações sobre a temática que consideramos pertinentes para a área do ensino de ciências.

3.1. Panorama do *corpus* constituído

Chegamos aqui com um conjunto de trabalhos que não esgotam o campo de produção científica sobre as relações entre ciência e arte na educação em ciências, mas merecem ser analisados com maior acurácia, pois sugerem ter o potencial de contribuir com as discussões atuais sobre o tema. Esses trabalhos são apresentados sinteticamente no Quadro 6:

Quadro 6 Trabalhos investigados sobre a relação ciência e arte na educação

N.	Tipo	Título	Autoria (*orientador)	UF	Ano	Revista evento* livro** PPG***	Contextos de ensino/nível*/modalidade** de ensino	Subáreas das ciências	Linguagens artísticas
1	Artigo teórico	Quando o sujeito se torna pessoa: uma articulação possível entre poesia e ensino de física	Maria Conceição Barbosa Lima; Henrique Lins de Barros; Eduardo Adolfo Terrazan	RJ e RS	2004	Ciência & Educação	Formal (Formação de professores)	Física	Poesia Literatura
2	Artigo teórico	Física e Arte: uma ponte entre duas culturas	João Zanetic	SP	2006	Pro-Posições	Formal Ensino médio*	Física	Literatura Música
3	Tese	Diálogos sobre o tempo - arte e ciência, educação	Fernando Cesar Ferreira; *Hercilia Tavares de Miranda	SP	2004	*** PPG em Educação da Faculdade de Educação da USP	Formal Ensino médio*	Física	Literatura
4	Artigo	Ciência e Arte na escola: (re)configurando o ensino de Biologia	Robério Rodrigues Feitosa; Maria Luiza Barbosa Araújo; Maria Márcia Melo de Castro Martins	CE	2021	Ensino em Perspectivas	Formal Ensino médio (1º, 2º e 3º ano) *	Biologia	Jogos e modelos didáticos
5	Dissertação	A fotografia como ferramenta interdisciplinar para o ensino de arte e ciências	Marcos Antônio João Fernandes Júnior; *João José Caluzi	SP	2017	***PPG em docência para a educação básica da UNESP	Formal Ensino Fundamental (9ºano) *	Biologia e Física/ Óptica	Fotografia Pintura
6	Artigo	Formação de professores: abordagens metodológicas na arte e nas ciências	Josie Agatha Parrilha Silva; Roberto Nardi	SP	2017	Formação Docente	Formal Formação de professores	Física	Artes Visuais
7	Artigo	Física e música: uma proposta interdisciplinar	João Carlos Leal Cavalcante; Fabrício Ribeiro Bueno; Cristiano Aparecido da Costa; Ronni Geraldo Gomes de Amorim	GO	2012	Revista Amazônica de Ensino de Ciências	Formal Ensino médio* (técnico)**	Física /Acústica	Música
8	Artigo	A arte, o artesanato e as ciências: uma proposta interdisciplinar	Carina Diniz Rocha; Ana Cristina de Queiros Ramos; Sueli Teresinha de Abreu-Bernardes	MG	2013	Revista Encontro de Formação de Professores	Formal Ensino superior e Ensino Fundamental (9º ano)*	Biologia / sistema reprodutor	Escultura Artesanato

9	Artigo	Ciência e arte: diálogos interdisciplinares, popularização e comunicação da ciência	Raquel Luana Cavalcanti Ferreira; Marcelo Gomes Germano	PB	2014	**Anais do Congresso Internacional de Educação Inclusiva	Formal Educação básica*	X	X
10	Capítulo de livro teórico	A busca de diálogos entre Ciência e Arte como forma de construir caminhos de compreensão do pensamento científico	José Cláudio Reis; Andréia Guerra; Marco Braga	RJ	2017	Histórias das ciências, epistemologia, gênero e arte: ensaios para a formação de professores [online].	Formal Formação de professores	Física	Artes plásticas (pintura)
11	Artigo	Ciência e Arte: Vermeer, Huygens e Leeuwenhoek.	Maria Conceição Barbosa Lima; Glória Regina Pessoa Queiroz; Rosana Santiago	RJ	2007	Revista Brasileira de Ensino de Física	Formal Ensino Superior (Formação inicial de professores) *	Física (óptica)	Pintura
12	Artigo de Revisão	Publicações sobre o ensino de Física Moderna: relações construídas entre Artes e Física	Aline dos Santos Silva; José Claudio de Oliveira Reis; Sheila Cristina Ribeiro Rego	RJ	2019	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	X	Física (Física moderna)	X
13	Artigo de Revisão	Ciência e arte: a produção interdisciplinar do conhecimento no Triângulo Mineiro	Sueli Teresinha de Abreu Bernardes; Kelly Gabriela Machado	MG	2019	Periódico Horizontes	Formal Ensino superior* (Pós-graduação)	Interdisciplinaridade	X
14	Artigo teórico	Arte e ciência no ensino interdisciplinar das ciências	Antonio Francisco Carrelhas Cachapuz	SP	2020	Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática (RevIn)	Formal Ensino superior e educação básica**	Interdisciplinaridade	X
15	Artigo	Arte, História e Ciência no Ensino do Conceito de Classificação Botânica	Antônio Fernandes Nascimento Junior; Marcelo Carbone Carneiro; Paulo Antônio de Oliveira Temoteo	MG	2020	Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista	Formal Ensino Superior	Biologia (botânica)	pinturas e esculturas
16	Artigo teórico	Leitura de imagens como possibilidade de aproximação entre arte e ciência	Josie Agatha Parrilha Silva; Marcos Cesar Danhoni Neves	SP – PR	2018	Revista Em Aberto	Formal Ensino superior (Pós-Graduação) *	Ciências	Artes visuais
17	Artigo teórico	A ilustração científica: “santuário” onde a arte e a ciência comungam	Fernando Correia	GO	2011	Revista Visualidades	X	Biologia	Artes plásticas

18	Artigo	Um estudo qualiquantitativo da disciplina de ciência e arte no instituto Oswaldo Cruz através dos trabalhos finais dos egressos	Anunciata Sawada; Tania Cremonini de Araújo-Jorge	RJ	2018	*V Seminário Internacional de Pesquisa e Estudo Qualitativo	Formal Ensino superior*	Ciências	Artes
19	Artigo	Ciência e Artes Plásticas como proposta transdisciplinar para a construção de conceitos	Maria do Carmo da Silveira Xavier; Heloisa Flora Brasil Nóbrega Bastos; Helaine Sivini Ferreira	PE	2011	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	Formal Ensino médio (1ºano)*	Química biologia e Ecologia	Arte plástica conceitual
20	Artigo	Ciência e arte como competência pedagógica para a formação de professores	Denise Figueira-Oliveira; Lucia Rodriguez de La Rocque; Rosane Moreira Silva de Meirelles; Antonio Francisco Carrelhas Cachapuz	RJ	2018	Revista Ciências & Ideias	Formal Ensino Superior* (Formação de professores)	Formação de professores de ciências	Música, literatura e artes visuais
21	Artigo de Revisão	Ciência e arte: um “entrelugar” no ensino de biociências e saúde	Denise Figueira-Oliveira; Lucia Rodriguez de La Rocque; Rosane M.S de Meirelles	RJ	2009	*VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências	Formal Ensino Superior* (Pós-graduação)	Biociências e saúde	X
22	Artigo	Pinturas uma obra interdisciplinar: uma proposta de diálogo entre o ensino de ciências e artes	Samuel Loubach da Cunha; Frederico Rocha Paes; Thatianny Alves de Lima Silva	DF	2019	Ciências em Foco	Formal Ensino Fundamental* (9º ano)	Física e Química	Pinturas
23	Artigo	Museus Interdisciplinares Arte-Ciência: a necessidade de um espaço interativo e de criação	Marcos Cesar Danhoni Neves	PR – SP	2022	Faculdade Campos Elíseos	Não formal (Museu)	Interdisciplinaridade	X
24	Artigo	Teatro de Animação para a Educação Ambiental: Uma experiência no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro	Elisa Brod Bacci; Bruno Felipe Rothbarth Decker; Mariana Brod Bacci; Maria de Fátima de S. Moretti	SC	2012	VI Colóquio Internacional de Educação e Contemporaneidade	Não formal (Parque)	Educação ambiental	Teatro de Bonecos - artes cênicas, plásticas e visuais

25	Artigo	Ciência e Arte: uma proposta de divulgação científica no espaço Ciência em Cena	Carolina Luiza de Castro da Silva; Adrielly Ribas Moraes; Shirley Lima de Azevedo Neta	RJ	2018	Ciência em Tela	Não formal (Museu)	Divulgação científica	Teatro
26	Artigo	Ciência e teatro como objeto de pesquisa	Carla Almeida; Luiz Bento; Gabriela Jardim; Maíra Freire; Luís Amorim; Marina Ramalho	RJ	2018	Ciência & Cultura	Não formal (Museu)	Educação Ambiental, Saúde preventiva, Física e Divulgação Científica	Teatro
27	Artigo	Ciências possíveis em Machado de Assis: teatro e ciência na educação científica	Thelma Lopes Carlos Gardair; Virgínia Torres Schall	RJ	2009	Ciência & Educação	Não formal (Museu)	Biologia (Botânica)	Teatro
28	Artigo	Experiência Teatral num Museu de Ciências pelos Desenhos das Crianças	Denise Studart; Wanda Hamilton	RJ	2022	Educação Pública - Divulgação Científica e Ensino de Ciências	Não formal (Museu) (Crianças de 6 e 9 anos)	Física e Biologia (som, audição e meio ambiente)	Teatro e desenho
29	Artigo	Luz, arte, ciência... ação!	Thelma Lopes Carlos Gardair	RJ	2005	História, Ciências, Saúde – Manguinhos	Não formal (Museu)	Ciências humanas, naturais e tecnologia X	Teatro, vídeo, música, literatura
30	Artigo	O Teatro em Museus e Centros de Ciências Brasileiros	Leonardo M. Moreira; Marta Marandino	RJ – SP	2015	História, Ciências, Saúde – Manguinhos	Não formal (Museu)	Divulgação Científica	Teatro científico

Fonte: O autor

Entre os tipos de trabalhos sobre a temática, a maioria é de artigos publicados em revistas científicas (27 artigos), um trabalho de dissertação, uma tese e um capítulo de livro que coadunam com nossa pesquisa, estando dentro dos nossos objetivos e critérios de inclusão e exclusão.

Dentro de um recorte de gênero na autoria dos trabalhos, temos um total de 67 autores. dentre eles 44 mulheres e 29 homens, sendo que algumas autorias estão presentes em no mínimo dois trabalhos analisados na pesquisa, como: Thelma Lopes Carlos Gardair, Marcos Cesar Danhoni Neves, Antônio Francisco Carrelhas Cachapuz, Josie Agatha Parrilha Silva, José Claudio de Oliveira Reis, Maria Conceição Barbosa Lima, Lucia Rodriguez de La Rocque, Denise Figueira-Oliveira e Rosane Moreira Silva de Meirelles. Isso expressa que a maioria dos trabalhos nesta temática tem sido desenvolvido por mulheres e a presença recorrente de alguns(mas) autores(as) que têm mais de uma publicação sobre a temática. No universo de 67 autoras(es), 9 deles tem mais de um trabalho analisado nesta pesquisa.

Entre os estados brasileiros onde os trabalhos foram desenvolvidos, consideramos, em primeiro lugar, a localização informada pelos autores, em se tratando de trabalhos empíricos. Em segundo lugar, no caso de trabalho teórico, a instituição que o primeiro autor está vinculado. Encontramos 13 trabalhos vinculados ao estado do Rio de Janeiro, 8 de São Paulo, 3 de Minas Gerais, 2 de Goiás e um trabalho em cada estado da Paraíba, Pernambuco, Distrito Federal, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Ceará.

Levamos em consideração nesta compreensão alguns trabalhos desenvolvidos em dois estados [números 1, 16, 23 e 30]. No caso dos trabalhos que não estão vinculados a um contexto empírico, que são trabalhos de revisão, discussão teórica ou realizado a nível nacional, indicamos o estado da instituição que os autores estão vinculados.

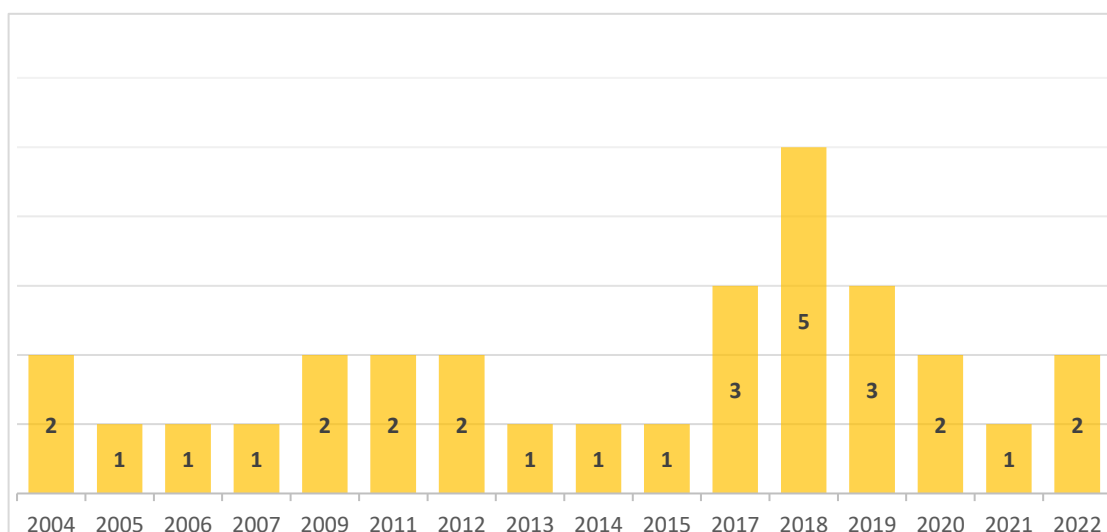
Como resultado, temos 13 trabalhos desenvolvidos no Rio de Janeiro, 8 em São Paulo, 3 em Minas Gerais, 2 em Goiás e um trabalho nos estados da Paraíba, Pernambuco, Distrito Federal, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Ceará. Levamos em consideração nesse cálculo alguns trabalhos desenvolvidos em dois estados [números 1, 16, 23 e 30]. Também encontramos um trabalho teórico internacional [17], cujo autor está vinculado a uma instituição de ensino em Portugal, mas publicou em

uma revista do estado de Goiás.

A maioria dos trabalhos desenvolvidos em museus, considerados espaços não formais de ensino, estão centrados no estado do Rio de Janeiro, inclusive os trabalhos [23 e 30] que não são trabalhos empíricos, mas os autores estão vinculados à Universidade Federal do Rio de Janeiro e à Universidade de São Paulo já que seu trabalho é de nível nacional, pois investiga a relação entre teatro e artes em museus de centros de ciências de todo Brasil. A esse fenômeno associamos a presença dos grupos de pesquisa sobre a temática ciência e arte no Rio de Janeiro.

Ainda dentro da categoria do espaço não formal de ensino, só temos trabalho [24] desenvolvido dentro desta temática vinculado a um parque, que é o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro em Santa Catarina.

Figura 4 - Número de publicações por ano no período de 2004 a 2022



Fonte: O autor

Percebemos que o número de publicações ao longo do tempo vem crescendo nos últimos anos corroborando com os achados de Feitosa (2021). Entretanto devemos levar em consideração ao olhar para este gráfico que os anos de 2020, 2021 os anos mais severos da pandemia da Covid-19; e em abril do ano de 2022 encerramos nossa busca nos bancos de dados; assim, ao olhamos a figura 4, o número de publicações pode ter caído nos últimos 3 anos por conta desses fatos.

Entre além dos trabalhos vinculados a programas de pós-graduação os trabalhos foram publicados em revistas, apenas a revista *Ciência & Educação* [1 e 27] e *História, Ciências, Saúde – Manguinhos* [29 e 30] publicaram 2 artigos analisados nesta

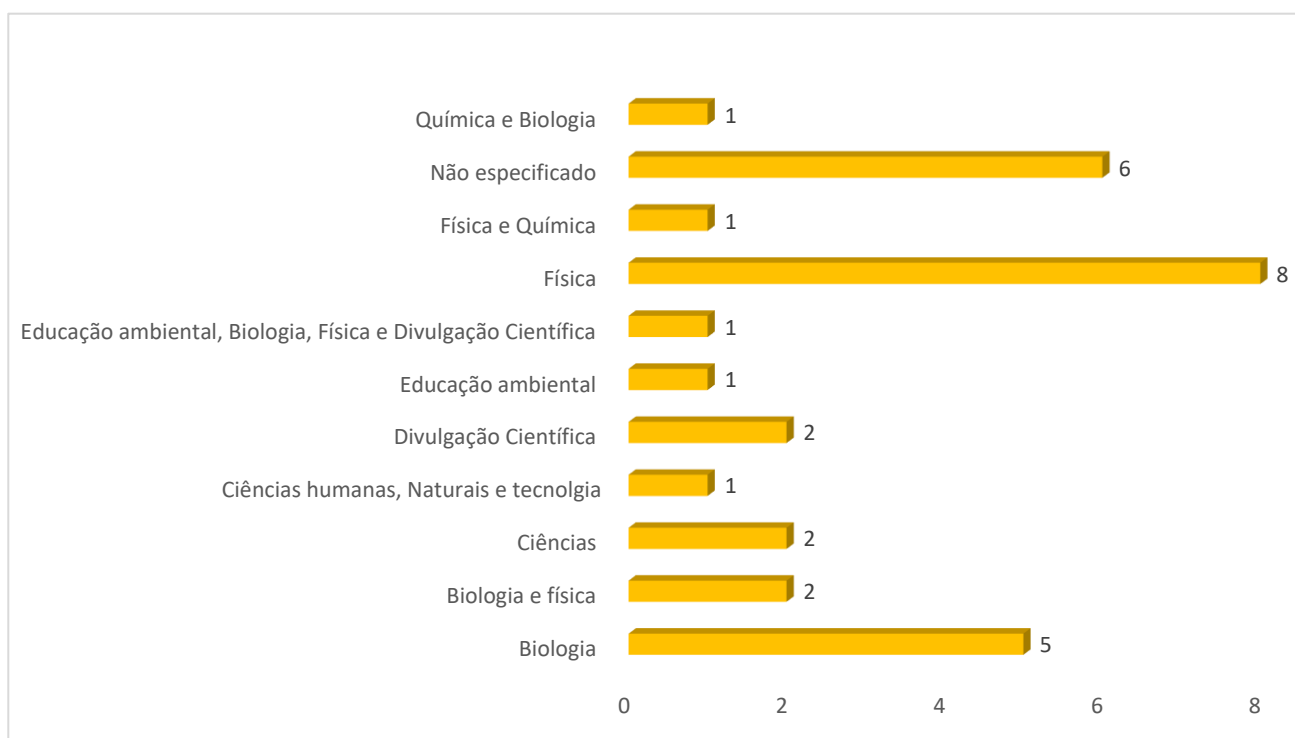
pesquisa. as demais revistas publicaram apenas 1 trabalho.

Os resultados encontrados foram organizados em duas grandes categorias: *Educação formal* no total de 20 trabalhos; e *Educação não formal* com 8 trabalhos. Dois não especificam o tipo de espaço educativo em que atuaram, porém os enquadrámos nas categorias da educação formal, por proximidade de sentido e relevância para nossas discussões.

Sobre o encontramos 7 trabalhos que possuem foco na educação básica, 10 no ensino superior e 3 na educação básica e superior. Sobre as etapas de ensino na educação básica e superior, 3 estão voltados para o ensino fundamental, 5 para ensino médio, 4 para a formação de professores e 3 voltados para a pós-graduação. Nenhum trabalho versa sobre demais etapas de ensino. Quanto às modalidades de ensino só temos um trabalho [número 7] que versa sobre ensino médio técnico, as demais modalidades não aparecem no universo de trabalhos analisados. Consideramos, portanto, uma das lacunas sobre a temática da ciência e arte na educação brasileira.

Quanto às subáreas das ciências naturais presentes nos trabalhos, a Figura 5 mostra o panorama:

Figura 5 - Subáreas das ciências naturais presentes nos trabalhos analisados



Fonte: O autor

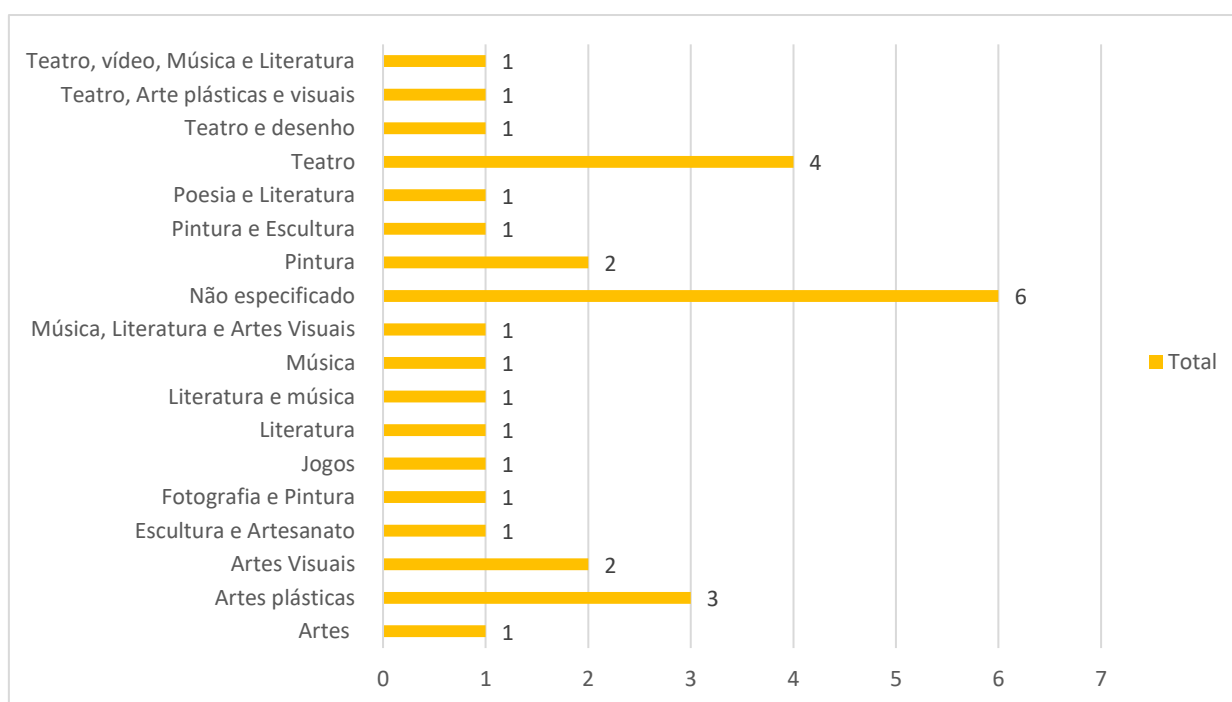
A Figura 5 indica que a física é a principal subárea de ciências naturais nos trabalhos da temática ciência e arte na educação, e a biologia é a segunda mais presente. Chama atenção o trabalho [29] em que as ciências humanas e tecnologias dialogam com as ciências naturais. A física e a biologia apresentam-se junto a outras áreas das ciências naturais. Também temos 6 trabalhos que não especificam em qual das ciências naturais suas pesquisas estão vinculadas.

As linguagens artísticas são bastantes diversas e, na maioria dos trabalhos, foi utilizada mais de uma linguagem artística, o que nos permite perceber a infinidade de possibilidades no campo da ciência e arte na educação.

Esclarecemos aos leitores que não vamos fazer generalizações ou reduzir a uma categoria que possa ser mais abrangente, tal como “artes visuais”, que engloba pintura ou desenho. Queremos trazer de forma mais fidedigna possível as escritas dos trabalhos analisados nesta pesquisa, por isso descrevemos a arte específica de cada trabalho. Quando não especificada a linguagem artísticas a descrevemos como tal.

A fim de não reduzir a diversidade das linguagens artísticas presentes nos trabalhos, apresentamos da seguinte forma:

Figura 6 - Linguagens artísticas abordadas nos trabalhos analisados



Fonte: O autor

Entre as linguagens da arte mais utilizadas nos trabalhos, temos o teatro e as artes plásticas, como mostra a figura 6. E o mais curioso é que o teatro está presente em 7 dos 8 trabalhos sobre ciência e arte em espaços não formais de ensino, sendo a única linguagem utilizada [30, 27, 26 e 25], ou acompanhado pelo desenho [28], do vídeo, música e literatura [29] e das artes plásticas e visuais [24].

3.2. Ciência e arte na educação não formal: a importância dos museus

É marcante que ao investigar a relação entre ciência e arte, os museus e, em especial, os museus de ciências, estabelecem relações profundas com essas duas áreas desde a sua concepção, que envolve pensar em como os conhecimentos científicos serão expostos ao público que possuem diferentes idades e compreensões de mundo.

Percebemos que o diálogo entre ciência e arte nasce nesses espaços já que passa por um processo de curadoria, organização de texto de divulgação conceitual e graficamente, formação de pessoas que serão instrutoras, entre outros. Por isso, enquanto interesse deste trabalho, analisamos as relações e concepções de ciência e arte presentes nos espaços não formais quando os trabalhos analisados traziam claramente essa relação voltada para o ensino na perspectiva da ciência e arte e que também podem agregar outras áreas de conhecimentos como história, geografia, matemática, literatura entre outros.

Chegamos a 8 trabalhos que tratam da relação entre ciência e arte em espaços não formais de ensino, neste caso o Museu da Vida, na Fundação Oswaldo Cruz/RJ, (Lopes, 2005, Lopes; Schall, 2009, Almeida *et al.*, 2018, Silva; Moraes; Azevedo, 2018, Neves, 2022, Studart; Hamilton, 2022), o Museu Taquaral, na UNICAMP/SP, o Museu Dinâmico interdisciplinar (MUDI), na UEM/PR, o Museu Campos Gerais, na UEPG/PR (Neves, 2022) e a Casa da Ciência, Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da UFRJ, Catavento Cultural e Educacional, Centro de Divulgação Científica e Cultural da USP, Espaço Ciência InterAtiva do IFRJ, Museu Casa de Benjamin Constant, Museu da Geodiversidade da UFRJ, Museu de Artes e Ofícios do Instituto Cultural Flávio Gutierrez, Museu de Ciência e Tecnologia de Londrina da UEL, Museu de Ciências da Terra Alexis Dorofeeff da UFV, Museu de Ciências Naturais/UCS Aquarium, Museu de Zoologia da USP, Museu Histórico Nacional, Seara da Ciência da UFC (Moreira; Marandino, 2015) e o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro em Santa Catarina (Bacci *et al.*, 2012).

A maioria dos trabalhos (7) citam o Museu da Vida e o Espaço Ciência em Cena, com exceção do trabalho de Bacci *et al.* (2012), que trata do Parque Estadual da Serra

do Tabuleiro. Percebemos, assim, que o Museu da Vida é objeto de pesquisa entre maioria dos trabalhos aqui analisados e atribuímos a essa constatação ao fato de o teatro, enquanto uma das linguagens da arte, ser protagonista dentro deste museu, possuir profissionais dedicados e estrutura para tal, sendo para Almeida e Lopes (2019) uma rara exceção entre outros museus brasileiros.

O Museu da Vida foi idealizado em 1990 e a arte já despontava como elemento chave para a integração entre ciência, cultura e sociedade em um contexto de redemocratização do Brasil. E desde lá foi pensado para ser um espaço para conjugar ciência e arte, através da audácia de Virgínia Schall que propôs o Espaço Ciência em Cena em 1997, como espaço de divulgação científica por meio da arte e, em especial, do teatro (Almeida; Lopes, 2019).

A relação entre divulgação científica e artes cênicas no âmbito nos museus tem se tornado cada vez mais recorrente como apontam as autoras supracitadas, e coadunam com pesquisas que apontam o crescimento dos trabalhos entre ciência e arte na educação nos últimos anos. Entre as motivações que levam os museus a realizarem tais atividades, essas são diversas, em vista a amplitude de possibilidades que a relação entre ciência e arte possuem dentro desses espaços. Tal como Almeida e Lopes (2019, p. 34-35) destacam:

As motivações e os objetivos para o desenvolvimento de iniciativas unindo ciência e teatro no âmbito da divulgação científica também são variados, o que não deixa de ser um reflexo da própria diversidade e interdisciplinaridade do campo, constituído por atores de distintas áreas, com diferentes concepções sobre o que é divulgar ciência – e isso não apenas no Brasil. Há quem busque, por meio do teatro, ensinar conceitos científicos de forma lúdica e prazerosa, em um trabalho complementar ao da educação formal. Há quem recorra a elementos teatrais para divertir o público e, assim, despertar nele interesse e curiosidade pela ciência, estimulando a construção de uma percepção pública positiva da área – ou de algum tema científico específico. Há quem invista na linguagem teatral para divulgar, de forma envolvente, acontecimentos e personagens importantes da história da ciência, desconstruindo, por vezes, imagens cristalizadas do cientista e, com isso, quebrando estereótipos. Há também quem se valha das emoções que o teatro é capaz de mobilizar para sensibilizar e conscientizar os espectadores sobre temas importantes em que a ciência está implicada. Há ainda quem acredite na força das artes cênicas para, ao explorar aspectos controversos, éticos e políticos da ciência, estimular a reflexão sobre o avanço do conhecimento humano e suas implicações. Finalmente, há quem veja na interface ciência e teatro uma forma de provocar, fazer pensar e agir, e quem sabe até transformar. Ambições caras tanto ao campo da divulgação científica

quanto ao campo do teatro.

Compreendemos que são ambições caras ao campo da educação e que não estariam distantes das ambições da divulgação científica ou do campo do teatro, como as autoras citam anteriormente. Acreditamos que essas motivações e objetivos possam estar presentes dentro dos espaços dos museus, centros de ciência e parques, bem como fora deles, como na educação formal de nível básico e superior, como veremos mais tarde. E são motivações que nascem antes da relação entre divulgação científica e teatro, ou seja, já podem estar presentes na relação entre ciência e arte, em um olhar mais abrangente dentro do fenômeno que leva as pessoas, intencionalmente, a relacionar ciência e arte e educação.

Quadro 7 Trabalhos na temática ciência e arte nos espaços não formais de ensino

Título	Autoria	UF	Ano	Revista
Museus Interdisciplinares Arte-Ciência: a necessidade de um espaço interativo e de criação	Marcos Cesar Danhoni Neves	PR	2022	Faculdade Campos Elíseos
Teatro de Animação para a Educação Ambiental: Uma experiência no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro	Elisa Brod Bacci Bruno Felipe Rothbarth Decker Mariana Brod Bacci Maria de Fátima de S. Moretti	SC	2012	VI colóquio internacional de educação e contemporaneidade
Ciência e Arte: uma proposta de divulgação científica no espaço Ciência em Cena	Carolina Luiza de Castro da Silva Adrielly Ribas Morais Shirley Lima de Azevedo Neta	RJ	2018	Ciência em Tela
Ciência e teatro como objeto de pesquisa	Carla Almeida, Luiz Bento, Gabriela Jardim, Maíra Freire, Luís Amorim, Marina Ramalho	RJ	2018	Ciência & Cultura
Ciências possíveis em Machado de Assis: teatro e ciência na educação científica	Thelma Lopes Virgínia Torres Schall	RJ	2009	Ciência & Educação
Experiência Teatral num Museu de Ciências pelos Desenhos das Crianças	Denise Studart Wanda Hamilton	RJ	2022	Educação Pública - Divulgação Científica e Ensino de Ciências
Luz, arte, ciência... ação!	Thelma Lopes	RJ	2005	História, Ciências, Saúde – Manguinhos
O Teatro em Museus e Centros de Ciências Brasileiros	Leonardo M. Moreira Marta Marandino	RJ	2015	História, Ciências, Saúde – Manguinhos

Fonte: O autor

O trabalho de Moreira e Marandino (2015), ao investigar a relação entre ciência e teatro, analisam entrevistas de representantes de 24 museus e centros de ciências (MCC) destacam que 14 instituições tratam sobre artes cênicas e entre essas 10 sobre o teatro e 9 contações de história, sendo que algumas empregam mais de uma atividade envolvendo artes cênicas, além das citadas anteriormente, como performance, circo, dança, improvisação e esquetes. Dentro do universo de 14 instituições, 6 contratam companhia de teatro e 8 formam equipes multidisciplinares responsáveis pela idealização, produção e execução das atividades. E vão além ao questionar a função da atividade dentro de MCC e apontam que 50% das instituições vinculam a atividade à divulgação e educação, 14% à divulgação, 29% à educação e 7% (um entrevistado) não respondeu. Entre esses museus, os que estão vinculadas à divulgação científica, apresentam-se com a finalidade de despertar o interesse da ciência; e as vinculadas à educação têm finalidade de apreensão de conceitos científicos.

Já o trabalho de Neves (2022), debruça-se sobre três instituições, o Museu Taquaral, na UNICAMP/ SP, o Museu Dinâmico interdisciplinar (MUDI), na UEM/PR, o Museu Campos Gerais, na UEPG/PR, que têm como base a Atividade Museal Dinâmica, que tenta recuperar, desde a década de 1980 através de programas de fomento governamentais, uma visão dinâmica do conhecimento, que desde a revolução científica tornou o conhecimento fragmentado e sem diálogo entre as diferentes formas de conhecer o mundo. Sendo assim, tais museus são raros no Brasil e no mundo. Os idealizadores desses museus, bem como o do Espaço Ciência Viva impulsionaram a ideia de uma alfabetização interdisciplinar dentro desses espaços que envolvem diferentes áreas do conhecimento em diálogo equânime. Há outras instituições que vão ao encontro desse ideal, como o Observatório Nacional, Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), ambos no Rio de Janeiro.

Essas duas pesquisas, realizada por Neves (2022) e Moreira e Marandino (2015), diferentes das demais, investigam a relação entre ciência e arte em mais de uma instituição, o que nos trouxe um ganho ao perceber a relação ciência e arte em diferentes espaços de educação não formal, como entre museus e parques nacionais, entretanto, nossa pesquisa não revelou outros espaços e regiões brasileiras, a isso

atribuímos o fato da relação entre ciência e arte e educação ser um tema ainda em crescimento.

Podemos observar (vide quadro 7, página 86) que a maioria dos museus são do estado do Rio de Janeiro, mas isso não quer dizer que outras instituições nos estados da federação não visem relacionar ciência, arte e educação, já que o trabalho de Moreira e Marandino (2015), tentou diagnosticar, nos museus de ciências do Brasil, se eles realizam atividades com ciência e arte com base no Catálogo de Centros e Museus de Ciência do Brasil do ano de 2009.

Moreira e Marandino (2015), enviaram um questionário para 113 instituições desse Catálogo, porém foi excluído aquelas instituições que não foi possível realizar o contato com seus responsáveis, chegando a um total de 46 respostas, mas muitas delas com informações não pertinentes à pesquisa ou lacunas e, por fim, restaram 24 respostas, mas apenas 14 instituições entre Centros e Museus de Ciência do Brasil realizavam atividades com ciência e teatro.

Aqui podemos dimensionar então que entre os museus em outras temáticas não foram contemplados nesta pesquisa, bem como outras instituições não formais de ensino como: jardim botânicos, Zoológicos, parques entre outros. Ainda assim podemos obter diversas percepções da temática ciência e arte voltada para o ensino de ciências nos contextos não formais.

3.2.1. Aproximação às formas de relacionar ciência e arte em museus e centros de ciências

Com desejo de compreender como tem se dado a relação entre ciência e arte nos espaços não formais de ensino, nos trabalhos aqui analisados, levando em consideração como os autores conceituam, relacionam e compreendem essa temática, tomamos as considerações trazidas pelos autores(as).

Ao nos debruçarmos sobre os referenciais teóricos dos trabalhos analisados, podemos compreender alguns dos fundamentos e compreensões que os autores têm sobre o tema e como a prática docente pode beber de tal fonte para propor nos espaços formais e não formais de ensino, proposições de ciência e arte.

Neves, (2012) traz à tona o pensamento do físico Galileo Galilei, que considera que a compreensão do universo não se dá sem antes o ser humano aprender a linguagem, letras e símbolos que o compõe, sendo necessário, portanto, ser alfabetizado sobre o mundo para então recitar a sua poética, e isso está evidente nas diferentes estéticas que expressam diferentes visões de mundo, presentes: na arte de construir casas e monumentos e nas artes plásticas que atravessaram diferentes civilizações e pode ser contempladas por nós na atualidade. Por fim, ele considera que a revolução científica pós Copérnico, Descartes e Newton, fundamentados no positivismo lógico, fragmentam os saberes a tal ponto que estes deixam de dialogar entre as diferentes formas de conhecer o mundo.

Já Bacci *et al.* (2012) nos revela a necessidade de pensar no público infantil dentro do parque, para que os monitores pudessem propagar seus conhecimentos sobre o parque de maneira mais lúdica e divertida para o público infantil, em especial. O trabalho de Silva, Morais e Azevedo (2018), vai ao encontro desta percepção em que dentro de museus os conhecimentos científicos passam por um processo de transposição didática, frente a necessidade de adaptar o conhecimento científico ao ambiente de museus, mas não só, haja visto as inúmeras possibilidades de prática no campo da educação.

Para Almeida *et al.* (2018) a divulgação científica tem se aproximado de diferentes linguagens, entre elas as artes cênicas com intuito de mobilizar sentidos e emoções (Fruguglietti, 2009 *apud* Almeida *et al.*, 2018), abordar temas complexos de forma envolvente (Black; Goldowsky, 1999 e Richards, 2008 *apud* Almeida *et al.*, 2018), tratar aspectos humanos relacionados à vida dos cientistas como controvérsias e ética científica (Moreira; Marandino, 2015 *apud* Almeida *et al.*, 2018) Aproximar a ciência do público desconstruindo a sua “frieza” (Lopes, 2005 *apud* Almeida *et al.*, 2018) e ser fonte de estímulo à reflexão sobre o avanço do conhecimento humano e suas implicações para Palma (2006 *apud* Almeida *et al.*, 2018).

Dentro dessa mesma perspectiva, Lopes e Scall (2009) argumentam que arte e ciência estão na história em diferentes momentos e destacam que no Renascimento essa interação era orgânica e se consolidava diante do processo de criação e pesquisa, ganhando mais força no momento que a arte assume qualidades da ciência e se utiliza da matemática e de sua precisão para retratar figuras botânicas e

zoológicas (Ronan, 2001, *apud* Lopes; Scall, 2009).

Na década de 1950 e 1960 três peças teatrais: “Vida de Galileu” escrita por Bertolt Brecht, “Os Físicos” de Friedrich Dürrenmatt e “O Caso de Oppenheimer” escrita por Heinar Kipphardt, são marcantes quando esses autores se preocupam com a ciência emergente (revolução científica baseada na matematização e sistematização de resultados) e acabam destacando a responsabilidade dos cientistas diante da sociedade ao criarem bombas atômicas e energia nuclear. Essas peças trazem à tona que, no campo das artes cênicas, a ciência e o teatro estão no mesmo universo (Sicard 1995, *apud* Lopes; Scall, 2009). Esse autor considera a arte como criadora de pontos de vista e não meramente um veículo de informações e divulgação científica e acrescenta que é nessa perspectiva que os espetáculos teatrais do “Ciência em Cena” no Museu da vida, se estruturam.

Lopes (2005) nos informa que o teatro é uma linguagem artística que congrega várias outras, tais como a música, cinema, pintura; portanto, ao se falar de teatro, também se faz referência à outras artes, já que a atividade científica está embebida em drama, quando ela envolve-se em controvérsias, disputas, ambições, argumentação e contra-argumentação. Assim, ela nos faz refletir como as tecnologias que vêm se desenvolvendo dão novas faces para a ciência e para a arte, como a criação de sintetizadores e *samplers* dentro da música, que tornaram ainda mais refinada nossa experiência com os sons; no cinema, só foi possível existir essa arte com o advento do desenvolvimento tecnológico que veio somar às artes cênicas. Essas pretensões podem situar o movimento da arte em incorporar as tecnologias, e a pretensão de Bertolt Brecht de incorporar aspectos do método científico aos métodos de criação teatral.

Em sintonia, Moreira e Marandino (2015) alertam para o fato da ciência do século XX ligar-se cada vez mais à tecnologia, produzir impactos na sociedade e levar a sociedade questionar a responsabilidade social dos cientistas. Nessa direção, a divulgação científica também possui diferentes finalidades, entre elas, Moreira e Marandino destacam a finalidade de emancipação dos indivíduos e a de manutenção de poder da ciência na sociedade. Em consonância a isto, no século XX tem se dado ênfase a modelos participativos em que o indivíduo se apropria do conhecimento científico, integra-o a outros saberes e o utiliza na tomada de decisões e resolução de

problemas. E destacam que há valorização cada vez mais frequente ao diálogo entre cientistas e não cientistas e ao conhecimento cultural onde a ciência também se insere (Lewenstein, 2003, *apud* Moreira; Marandino, 2015).

Entre os desafios dos museus estão o de desenvolver estratégias que mantenham o entusiasmo do visitante e, ao mesmo tempo, o de aproximar grupos tradicionalmente excluídos (Tojal, 2007, *apud* Moreira; Marandino, 2015). E vão além quando despertam a curiosidade, contemplam a interação no nível sensorio-motor, cognitivo e emocional (Wagensberg, 2000, *apud* Moreira; Marandino, 2015). Por isso, os museus e centros de ciências têm investido em estratégias que dialoguem com o público e o estimulem a conhecer a ciência e forneçam informações científicas de qualidade, assim, investem em estratégias como uso de computadores, vídeos, painéis animados, contação de histórias, uso de tecnologias interativas, teatro e outros.

Moreira e Marandino discutem que:

Há que considerar que o teatro, como meio de divulgação científica, não se isenta das discussões referentes à escolha e ao acesso a fontes de informações, à transposição da informação científica, às práticas de educação não formal, à alfabetização científica, entre outras. Além disso, a incorporação do teatro pelos Museus e Centros de Ciências ainda é pouco problematizada, não existindo uma massa crítica de pesquisas que se proponham a analisar como essa apropriação vem-se dando, bem como a delinear as características do teatro que vem sendo proposto no contexto dos Museus e Centros de Ciências (Moreira; Marandino, 2015, p. 1737).

Aqui passamos a observar como museus e centros de ciências se reaproximam das artes em favor da divulgação da ciência, e como essa reaproximação eleva o modo de comunicar a ciência como um saber cultural e não um conhecimento restrito às academias e centros de pesquisa, podendo contemplar vários públicos e minorias.

Moreira e Marandino (2015) abordam sobre o teatro de temática científica e relatam que a articulação entre teatro e ciências na natureza é um fenômeno antigo, pois Brouwer entre 1988 e 1994 já discutia sobre a imagem de cientistas em algumas peças teatrais que passaram a ser mais frequentes depois da Segunda Guerra Mundial e levaram o público a refletir a dimensão social da ciência e o papel dos cientistas na sociedade. E destacam que Barbacci (2002) em suas pesquisas

sinalizam a proficuidade do teatro com a ciência que resulta em reflexões que transcendem os limites do conteúdo, tornando o ser humano e sua essência centro de discussões, sobretudo, a respeito do sentido da vida. Ele categoriza a relação ciência e teatro da seguinte forma (quadro 8):

Quadro 8 Categorias de análise da relação entre teatro e ciência segundo Barbacci (2002)

CATEGORIAS PRINCIPAIS	RAMIFICAÇÕES
1 - Teatro e usado como apoio didático para transmissão de conceitos científicos	A) Teatro como técnica de apoio didático
	B) O teatro derivado das conferências científicas
2 - A ciência empresta seu conteúdo ao teatro	C) O teatro abordando questões éticas sobre a responsabilidade da ciência e dos cientistas
	D) O teatro apontando uma reflexão existencial
	E) O teatro encenando biografias ou episódios da história da ciência
	F) O teatro usando a ciência como apoio para criação artística.

Fonte: Barbacci (2002, *apud* Moreira; Marandino, 2015, p. 1738)

Moreira e Marandino (2015) acrescentam que na categoria 1 os elementos do teatro despertam e aproximam o público através da comunicação emotiva e sensória, portanto, a atividade tem objetivo de despertar o interesse do público para a ciência. Já a categoria 2 (quadro 8) as atividades têm inspiração na ciência e não se propõe a transmitir conteúdos, mantendo em suas características artísticas e estéticas e com objetivo de trazer para o público a imaginação científica.

O Teatro Científico, tem sido um precursor deste diálogo entre ciência e teatro dos museus e centros de ciências, já que é dentro deles que o teatro científico tem ocorrido, assim como nas escolas como aponta Saraiva (2007) e com finalidade de abordar temas pedagógicos para transmissão de conhecimentos para o público, pois, acabam abordando conteúdos complexos de maneira lúdica e agradável, sendo mais acessíveis e, posteriormente, tema para discussão em sala de aula. (Moreira; Marandino, 2015)

A arte com temática científica é compreendida por Hamburquer (2001) e Massarani (2004), pesquisadores da divulgação científica, como evolução das formas de se divulgar ciência; essa interação oferece maneiras diversas de se representar e compreender o mundo (Matos, 2003, Lopes, 2005, Massarani; Almeida, 2006 *apud*

Moreira; Marandino, 2015). Uma vez que trazem consigo o aspecto mais emocional da ciência, onde os textos científicos estão isentos da emoção da descoberta e da paixão dos profissionais da ciência. Sendo assim, ao trabalhar por meio do teatro a emoção, percepção e intuição, o teatro aproxima os conteúdos científicos ao público (Oliveira; Zanetic, 2004 *apud* Moreira; Marandino, 2015).

As autoras Studart e Hamilton (2022) alertam sobre como a criação artística e científica podem mobilizar aspectos do pensar, sentir e fazer humano atrelados a curiosidade, imaginação, percepção, paixão, imaginação e experiência; sendo, portanto, complementares e coexistentes e ocorrem na relação entre elementos cognitivos e afetivos e se desenvolvem na interação entre indivíduos, grupos e ambiente cultural. Acrescentam também que existem trabalhos desde 1995 que visam consolidar o papel do teatro na divulgação científica, mas as autoras problematizam que no Brasil existe uma lacuna de informações e conhecimentos sobre essas iniciativas, em especial voltadas para teatro desenvolvido para crianças nos contextos de museus.

Começamos a vislumbrar como essas compreensões, que fundamentam os trabalhos, se inserem nessa discussão sobre ciência e arte e os espaços não formais de ensino, percebendo aproximações e divergências que somam a essa discussão, e nos mostram a diversidade de motivações que levam os autores a conceber práticas dentro desta temática.

3.2.2. Significados sobre ciência e arte na educação não formal

Dentro deste tópico elucidaremos alguns significados e conceitos da relação entre ciência e arte em seu aspecto mais amplo. Traremos de convergências e divergências entre os trabalhos analisados a fim de dar a perceber como esse fenômeno tem se dado dentro do nosso recorte.

O trabalho de Neves (2012) aponta que

[...] em mais de 30 anos de interação entre arte e ciência, em diferentes sedes, sejam elas escolas públicas e universidades estaduais e federais, foi atingido um conjunto de atividade e um *corpus*

teórico-prático, transformando espaços museais em locais dinâmicos e além de seus acervos estáticos (Neves, 2022, p. 17).

Podemos perceber que este diálogo tem acontecido há mais de três décadas, ao menos no Brasil, bem como outros trabalhos também tem nos apontados tais como o de Araújo-Jorge *et al.* (2018) que vai nos situar sobre *CienciArte© no Instituto Oswaldo Cruz: 30 anos de experiências na construção de um conceito interdisciplinar*.

Tais relações entre ciência e arte em espaços não formais ensino demonstraram a “possibilidade do encantamento, da representação e da possibilidade de seduzir-se com a ciência e com sua arte intrinsecamente ligadas.” (Neves, 2022, p. 18) voltando a dar ao ser humano a possibilidade de contemplar uma ciência viva e que se entrelaça com vários saberes, dentro de um espectro ciência e arte; E que tenta se distanciar de reducionismo desmedido.

Em consonância a esse pensamento é também possível ampliar as duas áreas unindo questões ambientais à arte, visando uma melhor comunicação entre ser humano e natureza quando se propõem propagar conhecimento de maneira diversificada em busca de um novo olhar para a visitação, principalmente do público infantil (Bacci *et al.*, 2012, p. 2). E acrescenta que o teatro de bonecos e animação pode ser mais cativante para este público, quando possibilita comunicação de conceitos de forma lúdica e prazerosa; sendo, portanto, uma arte que cativa a criança ao mesmo tempo em que conhecimento e diversão estão juntos. (Bacci *et al.*, 2012, p. 5).

Percebemos como os autores compreendem esta relação, entre ciência e arte, como união entre conhecer e se divertir, sendo a ciência e o conhecimento científico, especificamente o conhecimento dos animais nativos do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro; e a arte, especificamente o Teatro de animação que engloba bonecos, objetos e máscaras.

Assim Bacci *et al.* (2012) concluem que:

Dessa maneira, unindo as questões ambientais à arte, estamos construindo uma ponte, um diálogo híbrido, entre profissionais de áreas distintas, com o importante papel de chamar a atenção da população de visitantes para a biodiversidade existente no Parque, assim como sensibilizá-la acerca da necessidade de preservação dos

seus ecossistemas, sempre com a alegria e a ludicidade inerentes ao trabalho com bonecos e objetos. (Bacci *et al.*, 2012, p. 12)

Neste sentido, o trabalho de Silva, Morais e Azevedo (2018) compreende a necessidade de que as atividades de divulgação científica nos museus tenham por objetivo colocar o conhecimento científico ao alcance do público leigo, para que o ajude a tomar decisões individuais e coletivamente de forma consciente por meio da transposição didática e da garantia de uma maior participação dos visitantes, fazendo com que eles sejam ativos e engajados intelectualmente.

Trazer a cultura da sociedade para dentro dos museus, facilita e contribui para a alfabetização científica dentro de uma articulação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CST) dentro da percepção de Marandino e Ianelli (2012, *apud* Silva, Morais; Azevedo, 2018). Este diálogo entre as culturas vem da publicação de Charles Snow “*As duas culturas*”, em 1959. Para isso as autoras compreendem que mesmo com a resistência de alguns educadores a relação entre ciência e arte pode se estabelecer pelo caráter da ludicidade da arte, onde está auxiliada na abstração e na compreensão de conteúdos da ciência.

Essa dimensão lúdica dos museus faz com que as pesquisadoras se questionem sobre como a sociedade passou a ver esses espaços enquanto lugar de entretenimento ou como espaço de conhecimento. Tensionando, assim, algumas questões que assolam a nossa modernidade que continua dando limites a conceitos e os colocando em oposição, tais como entretenimento e conhecimento o que nos resta refletir: será que ambos não podem acontecer simultaneamente?

Dentro dessa perspectiva, os museus têm tentado estabelecer pontes entre ciência e a arte e entre conhecimento popular e científico, possibilitando que os cidadãos tenham uma **postura mais crítica e criativa de mundo** e que sejam capazes de relacionar o conhecimento científico ao seu cotidiano levando-os a discutir práticas científicas, seus impactos e benefícios, com consciência. É desta maneira que o espaço ciência em cena fomenta suas práticas (Silva; Morais; Azevedo, 2018, p. 9).

O trabalho de Almeida *et al.* (2018) caminha nessa direção quando compreende a relação entre ciência e arte nos museus a serviço da divulgação científica; e destaca

que é dentro dessa motivação que elementos do teatro têm sido cada vez mais recorrentes nas práticas dos museus. Segundo as autoras, trabalhos como o de Moreira e Marandino (2015) identificaram 14 museus de ciências no Brasil que realizam atividades teatrais e, para além dos museus de ciências, grupos universitários e companhias independentes trabalham na inserção entre ciência e teatro, com bagagens e propósitos diversos; e destacam que o evento ciência em Cena tem sido de grande relevância para trocas de experiência nesse contexto desde de 2007, quando foi criado pelo grupo Ouroboros de Divulgação Científica, dentro do Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos (UFScar).

Neste sentido, as autoras enfatizam que ao longo de seus trabalhos a interação entre ciência e teatro tem rendido bons frutos para divulgação científica, em diferentes contextos e níveis possibilitando abordar diversos temas de grande complexidade e seriedade de forma lúdica e envolvente; e acrescentam que o teatro tem um grande potencial, enquanto veículo de comunicação para a área de saúde. Sendo o Teatro de temática científica, um possibilitador do acesso ao teatro para um público pouco familiarizado, possibilitando a esse público além de informação, diversão e prazer; levando o espectador a ser impactado pela estética sensorial do teatro podendo haver, portanto, um desdobramento significativo em sua vida (Almeida, 2018. p. 39).

Por fim elas tensionam sobre o desafio de pesquisas na interação entre ciência e teatro no campo da divulgação científica, enquanto a necessidade de ainda consolidar de conceitos, metodologias e procedimentos analíticos de investigação (Almeida, 2018, p. 39). O que tem perpassado nossa pesquisa, quando se deparamos com uma grande diversidade de compreensões, conceitos, metodologias e procedimentos, dentro da temática mais abrangente, ciência e arte.

Já Lopes e Schall vão nos situar que a linguagem teatral sintetiza várias faculdades criativas humanas quando consegue reunir várias formas de expressão, tais como: música, literatura, dança, arquitetura e pintura. “Sendo arte coletiva, o teatro vai ao encontro do instinto ancestral do ser humano, que buscou se agrupar para criar melhores condições de sobrevivência” (Lopes; Schall, 2009, p. 697).

As autoras seguem tensionando que existe um longo caminho a ser percorrido quando se fala das práticas da interface entre ciência e arte, embora seja crescente a compreensão de que arte e ciência são domínios do conhecimento humano que estão

intimamente interagindo entre si, e que determinam e são determinadas por fatores econômicos, políticos e culturais. “As pessoas gostam de arte e ciência, mas como se fosse um brinquedo, um assunto legal para se conversar, nada sério. Não praticam nem se comprometem com essa interface” (Shearer, 2007, p. 19 *apud* Lopes; Schall, 2009, p. 697). E leva-nos a refletir que no Renascimento essa relação era orgânica e consolidada no processo de criação e pesquisa, mas atualmente é preciso estimular esse diálogo entre cientistas e artistas, para que seja possível desenvolver ricos métodos de aprendizagem, descoberta e percepção do mundo;

A relação contemporânea é percebida pelas autoras como:

[...] uma combinação vital para a **construção de visões de mundo mais amplas**, críticas e criadoras, e, portanto, mais cidadãs. Na interação entre ciência e arte, que hoje já não é evidente, é importante estimular um comportamento mais crítico em relação à prática científica e reforçar a noção de que também a arte é introdutora de novos pontos de vista na sociedade (Lopes; Schall, 2009, p. 697).

Os espetáculos teatrais do espaço Ciência em Cena no Museu da Vida (FIOCRUZ) compreendem a arte como criadora de novos pontos de vista e não apenas como veículo de informação, ainda que algumas atividades possam despertar o interesse sobre conteúdos, as quais as peças teatrais possam estar veiculadas, podem estimular reflexão sobre diferentes formas de representações e discussões de conteúdos científicos. (Lopes; Schall, 2009 p. 697).

As autoras compreendem que o espetáculo teatral, na educação científica, é um ponto de partida para reflexões e debates em temáticas relacionadas a práticas científicas. E reflete que:

Ao despertar o questionamento sobre o processo de criação artística, o espetáculo promove excelente oportunidade para que os mediadores contraponham as características dos processos artístico e científico, estabelecendo relações de modo a identificar pontos de contato e afastamento entre os processos em questão, e contribuir para a construção de visões de ciência menos compartimentadas e estereotipadas.” (Lopes; Schall, 2009, p. 705).

Assim, elas nos levam a pensar sobre a relação entre forma e conteúdo quando

estamos falando da educação científica e teatro onde precisamos atentar ao de que “antes mesmo de comunicar conceitos de ciências, o teatro traz significados característicos de sua linguagem que dialogam com os conteúdos das peças levadas aos palcos” (Lopes; Schall, 2009, p. 709) e tensionam sobre o equívoco que pode pairar sobre essa aproximação, quando o teatro é reduzido a veículo de informação, tornando-o pequeno diante da potência da linguagem teatral.

As autoras consideram que

[...] o teatro não deve ter como missão ensinar ciências, e sim sensibilizar o público para questões e conteúdos do campo das ciências. Se, supostamente, a serviço das ciências, o teatro recair em um didatismo excessivo, não teremos teatro, tampouco ciência (Lopes; Schall, 2009, p. 709, grifo nosso).

Por fim, elas tecem algumas considerações sobre a relação Ciência, Arte e Educação, sobre a importância de atribuir valores equânimes a esses três campos, quando se planeja atividades neste viés, se faz necessário compor uma equipe com profissionais das três áreas dispostos a dialogarem entre si sem um conteúdo se sobrepor ao outro. “Na tríade arte, ciência e educação a arte não deve ser vista como mero recurso, assim como a ciência não deve ser reduzida ao conteúdo a ser apresentado” (Lopes; Schall, 2009, p. 710). Assim, diante da busca humana por respostas primordiais e que fazem nascer a diversidade de formas de conhecer e expressar o mundo, tanto na ciência quando na arte, para suprir o ser humano inacabado que faz ensejar na educação a sua força motriz.

Já Studart e Hamilton (2022) se propõem a estimular a observação, imaginação e a criatividade de crianças dentro de uma experiência artística teatral (espetáculo *Curumim quer música!*), desenvolvido no Museu da Vida/ FIOCRUZ, que introduz o conceito de som, propriedades sonoras para ampliar o vocabulário científico e apresentar alguns aspectos da cultura indígena dentro da temática meio ambiente.

Para as autoras, Studart e Hamilton:

Tanto a criação artística quanto a científica mobilizam aspectos do pensar, sentir e fazer humanos relacionados à curiosidade, intuição, percepção, paixão, imaginação e experiência. Arte e ciência são formas diferentes de conhecer e interpretar a realidade. Elas coexistem e se complementam, possibilitando estabelecer um diálogo

entre as diversas expressões da criação humana. O ato criativo não é um evento singular, mas um processo de inter-relação entre elementos cognitivos e afetivos, que se desenvolve socialmente e compreende a interação entre indivíduos, grupos e ambiente cultural (Studart; Hamilton, 2022 p. 4).

Assim, as autoras percebem a possibilidade de transformar conceitos difíceis de representar graficamente e ideias complexas e abstratas, em imagens; depois da apresentação do espetáculo teatral para um público infantil. Oferecendo aos visitantes do museu que integre diversas expressões humanas, em destaque a dimensão criativa e o estímulo ao debate de ideias, além de oferecer uma experiência multifacetada. Studart e Hamilton (2002, p. 14). Nesse sentido a relação entre ciência e arte se amplia para diferentes dimensões da experiência humanas, já que o teatro está a serviço de uma apreciação artística, mesmo que conceitos científicos o perpassa; o imaginário infantil e sua forte ligação com a temática do folclore brasileiro, permite que a experiência tenha significado.

Em diálogo com o que Lopes compreende dessa relação “arte e ciência serão entendidas como processos criativos, como formas de representação do mundo e expressão do conhecimento humano” (Lopes, 2005, p. 401), podendo o teatro conferir ‘humanidade’ ao cientista visto por vezes, em tempos de “cientificamente comprovado” e conhecimento científico inquestionável, como apático às questões sociais e sem emoções.

Fischer alerta da necessidade de colocar o ser humano em equilíbrio com o mundo a sua volta por meio da arte, já que ela “[...] reflete a infinita capacidade para a associação, para a circulação de experiências e ideias” (Fischer, 1987, p. 13 *apud* Lopes, 2005, p. 413).

Assim, por meio da relação entre ciência e sociedade que a arte possa dar uma contribuição relevante aos museus, já que por meio da linguagem artística, podemos apresentar acontecimentos científicos e da vida dos cientistas dentro dos contextos sociais nos quais eles estão situados.

Para Lopes (2002, p. 413) o teatro, enquanto expressão artística, pode agregar diferentes artes, pode tecer essa relação com o contexto social, político e histórico dos acontecimentos da ciência.

Portanto, dentro da educação, essa convicção que o teatro pode contribuir para processo educativo está descrito na obra de Aristóteles, *Arte e poética*, que é uns dos registros mais antigos do teatro no Ocidente e desde lá o teatro tem função educativa e, assim, vem atravessando os séculos até os dias atuais. A autora argumenta que o teatro vem:

[...] contando história da ciência bem como apresenta o cientista como um homem comum que possui contradições, desejos e qualidades, e não como uma figura mítica e inacessível, que, por meio de uma suposta genialidade, alcançaria os mais importantes conhecimentos (Lopes, 2005, p. 414).

É possível remontar por meio do teatro episódios da ciência e seus antecedentes para nos levar a compreender que o conhecimento científico se estrutura de forma complexa, atendendo a contextos, demandas sociais, políticas entre outras; leva o ser humano a compreender a ciência de forma mais humana e ligada à sociedade e afasta-o da visão turva de que a ciência vive em uma redoma e não dialoga com diferentes dimensões da sociedade.

Uma das compreensões de Lopes (2005, p. 14) sobre a contribuição do teatro nos museus de ciências se situa, para além da “transmissão de conteúdo do campo científico, pode despertar o interesse pela ciência e pela arte”. E nos leva a refletir que os questionamentos que intrigam o ser humano são teatrais por natureza. A arte inserida neste espaço, além de transmitir conteúdo da vida e obra dos cientistas dentro de um contexto, transmite também o seu modo de fazer, que no teatro, é comunicado por si só e não depende do conteúdo científico encenado. Por isso, a autora reitera que “A arte, portanto, nunca será apenas ferramenta, ainda que se quisesse — e não queremos, deixemos claro. Devemos atentar, entretanto, para o fato de que há alguma especificidade no exercício do teatro em um museu de ciências.” (Lopes, 2005, p. 414)

Diante da sua experiência no espaço ciência em *Cena – Museus da vida FIOCRUZ*, Lopes (2005) reflete que dentro do contexto de museus a interação entre Ciência e Arte pode se dar em diferentes modalidades e níveis, tal como estamos percebendo até aqui, que dentro de contexto da educação não formal essa interação entre ciência e arte é bem diversa, por isso se faz importante olharmos para essa diversidade antes de tomarmos decisões teórica e metodológica, ao trabalharmos

nesta interface.

A autora conclui que uma de suas percepções de ciência e arte pode ser compreendida da seguinte forma:

A arte pode **ajudar a popularizar a ciência** porque pode contribuir para conferir emoção aos temas da ciência. O registro dito científico não incorpora a emoção da atividade científica. **Embora a ciência seja emocionante, os textos científicos, por exemplo, não incluem a emoção da descoberta, a paixão pelo fazer científico**; não são emocionados, por isso não emocionam. A ciência é emocionante, mas o registro que se faz dela é, na maior parte das vezes, muito frio e **não inclui o papel da intuição na prática científica** – o que acentua a errônea visão dicotômica de que a **ciência se baseia na razão e a arte na emoção**. Hoje reconhece-se que há sistematização de métodos no fazer artístico e que a arte não é puramente emoção ou subjetividade, mas a ideia da razão versus emoção ainda nos ronda. (Lopes, 2005, p. 416, grifos nossos).

Outra percepção desta diversidade é que “A arte pode ampliar níveis de interação nos museus, na medida em que pode propor a vivência de processos criativos.” (Lopes, 2005, p. 416). A autora acrescenta que é importante realizar essas atividades com uma equipe de cientistas em conjunto com artistas para um bom acabamento estético, já que muitas vezes o primeiro contato com uma intensa atividade artística se dar nos museus, e, destaca a importância de promover maior articulação com o ensino formal, diante da escassez de informações sobre a temática ciência e arte. (Lopes, 2005, p. 417)

Por fim a autora nos presenteia com a seguinte afirmação: “É preciso beber na arte e na ciência para aprender a estranhar o habitual, para enxergar no óbvio o inusitado.” (Lopes, 2005, p. 417). Nos levando a refletir a urgência de saímos do óbvio para descobrir o mundo a nossa maneira, bem como as grandes descobertas que aconteceram tanto na ciência (Galileu) quanto na arte (Van Gogh) e que assim eles possam, “... juntos, nos inspirem a ver e fazer um mundo diferente”. (Lopes, 2005, p. 417) tal como fizeram em sua época por perceber a realidade diferente do senso comum, ou ao menos desejar ver, contrariando as verdades vigentes.

Moreira e Marandino (2015) nos informa sobre a diversidade de motivações que envolvem a divulgação científica que seguem tendências sociais e econômicas em

diversos contextos e atua como veículo de ideias e compreensões de mundo da ciência. Assim os autores nos convidam a refletir em que momento a divulgação científica está a favor de levar conhecimento a sociedade ou em manter as estruturas sociais e econômicas, já que essas motivações são diversas e ao longo dos séculos essas motivações passaram por transformações tal como Díaz (1999, *apud* Moreira; Marandino, 2015, p. 1736) vai revelar; que as motivações para divulgação científica pode ser “desde o mais altruísta, com finalidade de promover a educação científica da população, à manutenção do status socioeconômico e do financiamento dos envolvidos na atividade científica”.

Não distante disso, os Museus e Centros de Ciências, tem privilegiado atividades que mobilizem a atenção do visitante e despertem a curiosidade utilizando estratégias que dialogam mais com o público e o estimulem a conhecer a ciência por meio de informações de qualidade. Diante disso, os museus têm recorrido a diversos recursos atrativos como: computadores, painéis, projetores, tecnologias interativas e teatro, entre outros. Assim Moreira e Marandino (2015) acrescenta que

Há que considerar que o teatro, como meio de divulgação científica, não se isenta das discussões referentes à escolha e ao acesso a fontes de informações, à transposição da informação científica, às práticas de educação não formal, à alfabetização científica, entre outras. (Moreira; Marandino, 2015, p. 1737)

Entretanto, os autores destacam a pouca problematização e pesquisas que analisem como tem se dado a aproximação entre divulgação científica e teatro, assim essas lacunas dificultam a compreensão de potencialidades e limitações de tal atividades em museus e centros de ciências.

O teatro científico para Saraiva (2007 *apud* Moreira; Marandino, 2015, p. 1738) tem como finalidades transmissão de conhecimentos em espetáculos que abordam conceitos científicos, complexos e complicados, de forma lúdica para torná-los mais acessíveis e serem, posteriormente, discutidos em sala de aula, já que se público, além dos visitantes do Museus e Centros de ciências, também podem ser estudantes de escolas. Outras percepções desta relação estão na visão de Moreira (2013, *apud* Moreira; Marandino, 2015, p. 1739) quando tece uma relação na possibilidade de

compreender a ciência para além de experimentos e conceitos, para uma percepção mais humanista, onde a imagem e o papel do cientista são problematizados na sociedade e as grandes perguntas humanas bem como seus dilemas éticos, religiosos, políticos e históricos podem se relacionar com a ciência. Trazendo à tona as emoções para uma ciência humanística.

Assim, Moreira e Marandino (2015) percebem que o teatro dentro dos Museus e Centros de Ciências (MCC) se justificava dentro das instituições pesquisadas ora como apoio em despertar o interesse pela ciência, dentro da divulgação científica, e ora com finalidade de apreensão de conceitos científico, dentro de um papel educativos. Assumindo, portanto, o papel de “Teatro como apoio didático” que é categorizado por Barbacci (2002 *apud* Moreira; Marandino, 2015, p. 1744) como ações na linguagem teatral para aproximação do público leigo a conteúdos científicos. Assim o entretenimento, proporcionado pelo teatro, despertam a curiosidade e ajudam a promover uma comunicação emotiva e sensória. Portanto, para os autores, o teatro tem assumido o papel, nos museus de ciência do país, de ensinar conceitos científicos ou despertar a curiosidade e interesse pela ciência ou até mesmo mesclando essas duas dimensões, do teatro e das artes cênicas, nos MCC.

Outra percepção dos autores é a da ciência como conteúdo “emprestado” para a realização artística, onde o teatro acaba sendo o mote para aproximar a ciência ao público, essa categorização de dar na

[...] preocupação de abordar questões éticas sobre a responsabilidade da ciência e dos cientistas, de realizar uma reflexão existencial, de encenar biografias ou episódios da história da ciência ou de usar temas de ciência para gerar questões sobre o sentido da história, da vida e da morte (Barbacci, 2002, *apud* Moreira; Marandino, 2015, p. 1745).

Essa por sua vez não se preocupa em transmitir conteúdos científicos, e é considerada como a menos utilizada nos Museus e Centros de Ciências (MCC).

Moreira e Marandino (2015) afirmam que dentro das atividades de artes cênicas nos MCC brasileiros o teatro é a mais adotadas nesses espaços e em seguida a contação de histórias e *performance*, geralmente realizadas por profissionais sem formação nas artes cênicas. Porém, existem fóruns com objetivos de aprimorar o teatro na perspectiva da divulgação científica. Enquanto a periodicidade dessas

atividades elas ocorrem de forma permanente e eventuais, sendo essa última a mais frequente. As ações mais realizadas no museu assumiram a finalidade educativa e de divulgação científica sendo essas ações classificadas de “teatro como apoio didático”.

Os autores destacam que: “Desse modo, atividades como as artes cênicas se ampliam nos museus de ciências como forma de atingir o público e de ressignifica os conhecimentos científicos, tornando-os interessantes e acessíveis para seus públicos” (Moreira; Marandino, 2015, p. 1746). Aqui, passamos a compreender a diversidade que essa temática pode ter nos espaços não formais de ensino, mesmo diante da necessidade de análises ainda mais profundas sobre a temática e seus desdobramentos nesse espaço, nessa urgência de ressignificarmos o saber científico.

Neste sentido apresentamos diversas compreensões entre ciência e arte nos espaços não formais de ensino e conseguimos refletir como diferentes autores compreendem e dialogam com tantos outros para elucidar uma discussão coesa e significativa entre arte e ciência nesses espaços. Percebemos, claramente, que as artes cênicas é especificamente, o teatro é a arte mais utilizadas neste espaço, tendo em vista os trabalhos aqui analisados, o que vai na direção do trabalho de Moreira e Marandino (2015) onde o teatro é a principal atividade desenvolvida nos MCC brasileiros.

Entre os significados, concepções e compreensões de ciência e arte, notamos que algumas pesquisas ensejam essa discussão entre ciência e arte, nos espaços não formais de ensino, quanto o caráter lúdico da arte (teatro) na transmissão de conteúdos científicos complexos o que passaremos a compreender de **“A ciência usa a arte para transmitir conteúdos”**. Entretanto, outros autores vão tensionar essa compreensão que alargará a discussão nos informando que **“Na relação ciência e arte, a arte pode transmitir também seus conteúdos”**. E outros vão ainda mais além percebendo que **“A arte pode tomar a ciência como temática”** para refletir questões da ciência a explorando humanisticamente.

3.3 Relações entre ciência e arte no contexto formal: o lugar destacado da educação básica e superior

Compreendemos a educação formal como aquela que é realizada, segundo Gohn (2006), em instituições de educação com conteúdo demarcado previamente (currículo), que tem um profissional da educação como um dos agentes na construção do saber junto aos estudantes, de quem se espera como resultado uma aprendizagem efetiva, e que tem como finalidade ou objetivo:

O ensino e aprendizagem de conteúdos historicamente sistematizados, normatizados por leis, dentre os quais destacam-se o de formar o indivíduo como um cidadão ativo, desenvolver habilidades e competências várias, desenvolver a criatividade, percepção, motricidade etc. (Gohn, 2006, p. 29)

Passaremos a compreender desse ponto, quais os significados, justificativas, e concepções que os trabalhos investigados apresentam sobre a relação entre ciência e arte, no que tange as possibilidades, perspectivas, práticas e compreensões possíveis, tanto na educação básica quando no ensino superior.

Pensar em práticas para diferentes níveis de ensino, de acordo com a faixa etária e maturidade, é essencial para a construção de aprendizagem efetivas e significativa do ser humano, tendo em vista que as práticas devem ser pensadas levando em consideração o público.

Podemos perceber que dentro de recorte desta pesquisa, vinte e sete dos trabalhos são artigos, já que buscamos compreender como essa relação tem se dado de forma mais emergente no Brasil, levando em consideração que é por meio dos periódicos que o conhecimento é veiculado dentro da academia. Podemos considerar que os trabalhos do tipo artigo podem expressar, dentro de sua tipologia, pesquisas ainda em desenvolvimento ou conclusas. Ademais, temos uma tese (Ferreira; Miranda, 2004), uma dissertação (Fernandes Júnior; Caluzi, 2017) e um capítulo de livro (Reis; Guerra; Braga, 2017), que integram o *corpus* desta pesquisa por sua relevância quanto à temática investigada neste trabalho.

Quadro 9 - Trabalhos sobre a temática ciência e arte nos espaços formais de ensino

Título	Autoria e * orientação	Estado	Ano	Revista * evento ** livro *** PPG	Nível, etapa e modalidade de ensino
Quando o sujeito se torna pessoa: uma articulação possível entre poesia e ensino de física	Maria Conceição Barbosa Lima, Henrique Lins de Barros e Eduardo Adolfo Terrazan	SP	2004	Revista Ciência & Educação	Formação de professores
Física e Arte: uma ponte entre duas culturas	João Zanetic	SP	2006	Revista Pro-Posições	Ensino médio
Diálogos sobre o tempo - arte e ciência, educação	Fernando Cesar Ferreira e * Herculia Tavares de Miranda	SP	2004	*** PPG em Educação da Faculdade de Educação da USP	Ensino médio
A fotografia como ferramenta interdisciplinar para o ensino de arte e ciências	Marcos Antônio João Fernandes Júnior e *João José Caluzi	SP	2017	***PPG em docência para a educação básica	9º ano
Formação de professores: abordagens metodológicas	Josie Agatha Parrilha Silva e Roberto Nardi	MG	2017	Formação Docente	Formação de professores
Física e música: uma proposta interdisciplinar	João Carlos Leal Cavalcante, Fabrício Ribeiro Bueno, Cristiano Aparecido da Costa, Ronni Geraldo Gomes de Amorim	GO	2012	Revista Amazônica de Ensino de Ciências	Ensino médio - técnico
A arte, o artesanato e as ciências: uma proposta interdisciplinar	Carina Diniz Rocha, Ana Cristina de Queiros Ramos, Sueli Teresinha de Abreu-Bernardes	MG	2013	Revista Encontro de Formação de Professores	9º ano
Ciência e arte: diálogos interdisciplinares, popularização e comunicação da ciência	Raquel Luana Cavalcanti Ferreira, Marcelo Gomes Germano	PB	2014	*Anais do Congresso Internacional de Educação Inclusiva	Formação de professores
A busca de diálogos entre Ciência e Arte como forma de construir caminhos de compreensão do pensamento científico	José Cláudio Reis, Andréia Guerra e Marco Braga	SP	2017	**Histórias das ciências, epistemologia, gênero e arte: ensaios para a formação de professores [online].	Não se aplica
Ciência e Arte: Vermeer, Huygens e Leeuwenhoek.	Maria Conceição Barbosa Lima, Glória Regina Pessoa Queiroz, Rosana Santiago	RJ	2007	Revista Brasileira de Ensino de Física	formação de professores
Publicações sobre o ensino de Física Moderna: relações construídas entre Artes e Física	Silva Reis e Rego	RJ	2019	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	Não se aplica
Ciência e arte: a produção interdisciplinar do conhecimento no	Sueli Teresinha de Abreu Bernardes e Kelly Gabriela	SP e MG	2019	Periódico Horizontes	Não se aplica

Triângulo Mineiro	Machado				
Arte e ciência no ensino interdisciplinar das ciências	Antônio Cachapuz	SP	2020	Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática (RevIn)	Não se aplica
Arte, História e Ciência no Ensino do Conceito de Classificação Botânica	Antonio Fernandes Nascimento Junior, Marcelo Carbone Carneiro, Paulo Antônio de Oliveira Temoteo	MG	2020	Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista	Formação de professores
Leitura de imagens como possibilidade de aproximação entre arte e ciência	Josie Agatha Parrilha Silva, Marcos Cesar Danhoni Neves	DF	2018	Revista Em Aberto	Não se aplica
A ilustração científica: “santuário” onde a arte e a ciência comungam	Fernando Correia	GO	2011	Revista Visualidades	Não se aplica
Ciência e Arte na escola: (re)configurando o ensino de Biologia	Robério Rodrigues Feitosa, Maria Luiza Barbosa Araújo, Maria Márcia Melo de Castro Martins	CE	2021	Revista Ensino em Perspectivas	Ensino médio
Um estudo quali quantitativo da disciplina de ciência e arte no instituto Oswaldo Cruz através dos trabalhos finais dos egressos	Anunciata Sawada e Tania Cremonini de Araújo-Jorge	RJ	2018	*V seminário internacional de pesquisa e estudo qualitativo	Pós - Graduação
Ciência e Artes Plásticas como proposta transdisciplinar para a construção de conceitos	Maria do Carmo da Silveira Xavier, Heloisa Flora Brasil Nóbrega Bastos e Helaine Sivini Ferreira	PE	2011	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	Ensino médio (1º ano)
Ciência e arte como competência pedagógica para a formação de professores	Denise Figueira-Oliveira, Lucia Rodriguez de La Rocque, Rosane Moreira Silva de Meirelles, Antonio Francisco Carrelhas Cachapuz	RJ	2018	Revista Ciências & Ideias	Formação de professores
Ciência e arte: um “entre-lugar” no ensino de biociências e saúde	Denise Figueira-Oliveira, Lucia R. de la Rocque, Rosane M. S de Meirelles	RJ	2009	*VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências	Pós - Graduação
Pinturas uma obra interdisciplinar: uma proposta de diálogo entre o ensino de ciências e artes	Samuel Loubach da Cunha, Frederico Rocha Paes, Thatianny Alves de Lima Silva	DF	2019	Ciências em Foco	9º ano

Fonte: O autor | * Nome dos orientadores nos trabalhos de tese e dissertação.

Os trabalhos foram publicados desde o ano de 2004 até o ano de 2021. Essa pode ser uma temporalidade ampla em relação às discussões e perspectivas já mencionadas sobre a temática ciência e arte, mesmo este trabalho tendo suas limitações; destacamos que essa discussão, temporalmente, é bem mais ampla comparada ao recorte desta pesquisa (de 2004 até 2021). O que percebemos, assim como Ferreira (2021) é que nos últimos anos as publicações sobre a temática se intensificaram.

A distribuição dos trabalhos no Brasil (quadro 9), ocorre em maioria na região sudeste entre MG (3), RJ (5), SP (6) e um trabalho que aconteceu tanto em MG quanto em SP simultaneamente, os demais estados são DF (2) e AM, GO, PB, PE e CE (1) em cada estado. o que nos faz inferir que os grupos de estudos sobre a temática ciência e arte no ensino, se concentram na região sudeste.

Diante disso, percebemos a necessidade de compreender as peculiaridades e semelhanças entre esses diferentes níveis de ensino (educação básica e ensino superior). No ensino superior ocorre uma peculiaridade, muitos trabalhos estão voltados para formação inicial e continuada de professores e, na educação básica, ocorrem possibilidades de trabalhos desde o nono ano do ensino fundamental até o médio, o que nos leva a notar uma lacuna de pesquisas nesta temática na educação infantil e no ensino fundamental séries iniciais e as demais séries dos anos finais do ensino fundamental (6º, 7º, 8º ano).

Entre as modalidades da educação (LDB 9394/96), que perpassa todos os níveis da educação, só teremos (quadro 9) um trabalho que atuou diretamente com a modalidade da educação técnica e profissional e as demais modalidades como a educação especial, a distância, de jovens e adultos, indígena e do campo não foram abordadas em nenhum trabalho. O que nos faz perceber uma relativa falta de abrangência dessa relação entre ciência e arte em diferentes níveis e modalidades de ensino.

3.3.1 Significados e contribuições didático-pedagógicas sobre ciência e arte na educação formal

Passaremos a compreender como os pesquisadores vem discutindo a temática

ciência e arte na educação formal, bem como identificar quem são os autores, suas justificativas e compreensões que surgem ao relacionar ciência e arte no campo da educação. Traremos à tona algumas considerações que permeiam os trabalhos para enriquecer nossa discussão.

O trabalho de Lima, Barros e Terrazan (2004) compreende a relação entre ensino de física e literatura:

[...] resgatar e justificar é a ideia de que o ensino desta ciência é importante na formação do cidadão e as aulas devem se tornar, como procuramos em nossas pesquisas, eficazes, mas prazerosas, efetivas, mas interessantes. E nossos sujeitos devem se tornar pessoas (Lima; Barros; Terrazan, 2004, p. 296).

Alerta que o ensino de física muitas vezes é percebido pelos estudantes como aulas monótonas, onde muitas vezes o professor, detentor do conhecimento pouco se importar com a forma que o conhecimento físico se relaciona com outros conhecimentos. Dificulta, portanto, a simpatia com a qual o estudante precisa ao se deparar com o conteúdo da física, e essa antipatia se desloca ao professor, fazendo com que se estabeleça uma antipatia com a matéria, dificultando, portanto, o processo de ensino e aprendizado.

Nessa perspectiva, Lima, Barros e Terrazan (2004), nos situam a possibilidade de conduzir o ensino de física por um caminho em que o estudante, dentro de sua cultura (senso comum), possa construir um texto sobre a compreensão de algum assunto da física (problema a ser solucionado), e transformar esse texto o tornando mais científico à medida que as suas possibilidades intelectuais se transformem nas aulas de física. A curiosidade, elaboração de hipóteses, desenvolvimento de estratégias na busca de respostas acabam por ser caminhos que os estudantes podem trilhar para chegar à solução do problema.

Dentro dessa discussão os autores trazem a necessidade de o estudante chegar a um processo intuitivo, que significa ir além da matéria, e que raramente os estudantes conseguem chegar neste lugar. Assim os autores nos chamam atenção para o seguinte:

Chamar de conceitos intuitivos àqueles conceitos que o estudante traz de seu cotidiano, formados pelos sentidos, pela cultura, pelo senso-

comum, é admitir também que em sua evolução conceitual a intuição pode estar presente. Provavelmente de uma maneira diferente daquele presente no espírito do cientista, mas está ali. Para atingir um grau de intuição tal que lhe permita um crescimento na compreensão do conhecimento científico, precisa, antes de tudo, ir vencendo seus conceitos anteriores, trazidos de há muito. Tomar contato com o que já foi didaticamente transcrito e ir além. (Lima; Barros; Terrazan, 2004, p. 300).

Essa aproximação possibilita que um professor de ensino médio e universitário possa perceber algo de novo, intuitivamente, quando esses não estão presos a ideias preconcebidas. Nós estendemos essa possibilidade para o professor de ensino fundamental e infantil que também pode usar da intuição para mover-se ao encontro de novos conhecimentos emergentes.

A imaginação é trazida pelos autores como um dos pontos essenciais para esse diálogo entre a ciência e arte, já que ela se encontra neste “além” e pode se basear em ideias novas que não dependem das compreensões culturais da pessoa que exerce a imaginação. Ao mesmo tempo eles nos situa que dentro do processo de ensino e aprendizagem o professor e o educando vive tencionando a natureza imaginativa do ser humano, já que um é conhecedor da cultura e das possibilidades do mundo, mediante a sua maior experiência de mundo e o outro vive uma liberdade imaginativa sem limites que o conhecimento nos impõe; assim professor poda a imaginação do aluno o tempo todo se este não estiver atento a natureza imaginativa humana e não a valorize dentro do processo educativo. Não significa que teremos de transformar novas ideias em conhecimento, mas que dentro do processo de conhecer o mundo a imaginação seja valorizada.

Nestas perspectivas os autores nos indicam um caminho para a transmissão cultural do conhecimento já que o conhecimento científico se apresenta ao mundo no meio de tantos outros conhecimentos e símbolos, que o sujeito precisa decodificar, dentro do processo de ensino e aprendizagem.

Mediante a esta explanação, percebemos que os significados que surgem desta relação entre ciências e artes, podem emergir de diferentes compreensões e se desdobram em diferentes práticas como, podemos perceber a preocupação dos autores na formação humana, na relação entre diversos saberes, no lugar que a arte ocupa nesta relação e, por fim, aprender por meio de práticas de ciência e arte.

Percebemos que podem residir no discurso dos autores diversos significados, sobre conceitos e concepções de ciência e arte na educação formal, por isso ao percebemos similaridades e aproximação nessas falas, vamos discutir aquela que mais se repetem dentro dos trabalhos não deixando de fora as que se aproximam em menor ou maior grau com essas, que passamos a considerar como falas pertinente a discussão sobre ciência e arte educação formal.

Diante da diversidade de significados emergem para nós algumas compreensões mais abrangentes desses significados, onde sintetizamos como “O ser do professor e o Ser do estudante” é abordado; “ As convergências de saberes e novas formas de compreender o mundo” dentro das perspectivas interdisciplinares, transdisciplinares e complexa; a “Arte como embelezadora da ciência” sendo uma forma frágil de vermos as práticas de ciência e arte; e por último se questionamos “É Possível aprender dentro do processo criativo?” onde encontramos algumas caminhos possíveis presentes na literatura para pensar a ciência e arte na educação em ciências.

a) O Ser do professor e o Ser do estudante

No âmbito a ciência e arte na educação tece-se considerações pertinentes ao ser humano, onde na educação seus principais atores são o Ser do professor e o Ser do estudante; que permeia os mais diversos níveis e etapas de ensino, e se estende ao cidadão, a nível macro, tendo em vista que o ser humano é um ser em formação, e que pode ocupar diversas esferas da sociedade.

Para Figueira-Oliveira, La Rocque, Meirelles e Cachapuz:

[...] uma reforma de pensamento unindo ciência e arte é mais do que uma metáfora inspiradora para educadores. É também um caminho para perceber momentos onde os referidos saberes religados oferecem chances de ultrapassar os automatismos da prática cotidiana das salas de aula. Sob o referencial teórico advindo inicialmente da obra de Morin (2010) e enriquecido pelo trabalho de Bernard (1949), Giroux (1997), Zamboni (2006), entre outros, a proposta visa à superação da racionalidade técnica por uma autonomia crítica de docentes, criatividade para aprender a aprender e em concomitância contínua, à organização de formas mais

produtivas de ensino e de aprendizagem (Figueira-Oliveira; La Rocque; Meirelles; Cachapuz, 2018, p. 117).

Na perspectiva de uma escola humanizadora que considera esses autores como protagonistas dentro do processo de ensino e aprendizagem, em busca de construir relações horizontais, harmoniosas e colaborativas, as subjetividades podem se expressar e experienciar dentro da escola, o que o mundo nos apresentará como realidade, assim nos faz refletir que lugar a escola tem tomado para a formação de seres humanos na contemporaneidade, pensando todas as novas demandas sociais, científicas, políticas e culturais que permeiam a individualidade de cada um de nós, seres em formação, que somos seduzidos a diferentes compreensões de mundo que perpassam o nosso ser.

Segundo Bernardes e Machado, (2019), a integração entre ciência e arte na educação pode romper barreiras culturalmente criadas e desmitificar a oposição entre elas, sendo imprescindível nesta interação:

[...] a **expansão da capacidade criativa do ser**, já que, por meio da atribuição de técnicas artísticas à ciência, ou métodos científicos à arte, passa a ser possível uma expansão do saber existente até então, resultando a inovação, que indiscutivelmente pode ser considerada um aspecto em comum ao cientista e ao artista. (Bernardes; Machado, 2019, p. 5, grifo nosso)

Tal como Silva, Reis e Rego, (2019) apontam que tal polarização entre a cultura humanística e científica, causa perdas para todos nós, e assim, “A fuga dessa polarização abre portas para trabalharmos essa relação de modo a **aprimorar o conhecimento**, tornando-o mais **significativo** e proporcionando ao aluno uma forma **mais complexa** de ver a realidade” (Silva; Reis; Rego, 2019, p. 369, grifo nosso).

Por tanto a “arte não deve ser apenas uma ferramenta facilitadora, mas que seja utilizada de modo contextualizado historicamente e socialmente, permitindo que o **conhecimento adquirido** pelo aluno o ajude a **enxergar a realidade de maneira mais complexa.**” (Silva; Reis; Rego, 2019, p. 379, grifo nosso).

Sawada e Araújo-Jorge, (2017) que desenvolvem sua pesquisa analisando os trabalhos finais dos egressos da disciplina Ciência e Arte I na pós-graduação, revelam

que existe muitas conexões que os alunos fazem entre ciência e arte, expressas em seus trabalhos, a ponto de perceberem

[...] a complexidade do conhecimento e os diferentes caminhos que o pensamento pode assumir. Os diferentes caminhos que a ciência contemporânea pode trilhar e os muitos caminhos que o Ensino precisa para acompanhar esse processo passam certamente pela experimentação, pela imaginação, criatividade, pelo diálogo com outros saberes e com o risco de fazer tais experimentações (Sawada; Araújo-Jorge, 2017, p. 11).

Diante dos vários desmontes da educação e diversos direcionamentos para pensar o ser humano em formação, tornar esses autores da educação protagonistas, tem sido um papel fundamental em nossa época, e Feitosa, Araújo e Martins, (2021) vai nos situar que atividades dentro da perspectiva da ciência e arte, na criação de jogos e modelos didáticos no ensino de Biologia podem proporcionar uma aprendizagem ativa, participativa, inovadora e interativa, engajando os ser a uma postura “(cri)ativa” protagonista e proativa para facilitação do conhecimento e favorecimento da aprendizagem.

É possível mencionar também que projetos como esse, que envolvem a interação dos alunos, a busca por propostas novas e dinâmicas de aprendizagem, a proatividade, o desenvolvimento artístico, a responsabilidade, a capacidade criativa e muitas outras características importantes ao processo formativo dos estudantes, são importantes e indispensáveis de serem estimulados e aplicados nas escolas, a fim de despertar no aluno uma nova postura educativa participativa e motivada por novas ações e atividades pensadas a partir da vivência dos estudantes (Feitosa; Araújo; Martins, 2021, p. 6).

Assim, pode melhorar também a relação entre alunos-alunos e professor-alunos, e pensamos que pode ir além, ao nosso olhar, melhorando a relação entre professores-professores e a relação entre as suas áreas de conhecimento doravante compreendidas como pouco dialogáveis, quando são compreendidas de maior ou menor importância para a aprendizagem dos estudantes.

Tais práticas pedagógicas, como a construção de jogos e modelos didáticos no ensino de biologia, não é a solução para o sucesso da aprendizagem em ensino de

biologia ou de qualquer outra disciplina, mas podem auxiliar a aprendizagem, bem como desenvolver habilidades artísticas de todos os envolvidos (Feitosa; Araújo; Martins, 2021), auxiliam na compreensão dos conteúdos despertando o interesse dos estudantes para Aguiar (2003, *apud* Feitosa, Araújo; Martins, 2021), possibilitam aos estudantes relacionar teoria à prática, por proporcionar condições de assimilação de conceitos e desenvolvem habilidades, competências e atitudes (Cavalcante; Silva, 2008; Setúval; Bejarano, 2009, *apud* Feitosa; Araújo; Martins, 2021, p. 5).

Essas discussões sobre metodologias de ensino das áreas de Arte e Ciência na educação são importantes também para a formação inicial e continuada de professores e contribui para enriquecer sua formação e subsidiar propostas interdisciplinares no ensino escolar. Nesse sentido a interdisciplinaridade está pautada em Japiassu (1976, *apud* Silva; Nardi, 2017 p. 14) e as autoras nos situa que para desenvolver a interdisciplinaridade é preciso que cada professor esteja “impregnado de um espírito epistemológico suficientemente amplo para que possa **observar as relações** de sua disciplina com as demais, **sem negligenciar o terreno de sua especialidade.**” (Silva; Nardi, 2017, p. 14, grifo nosso)

Neste mesmo sentido Germano e Ferreira, (2014) tendo em vista que o conhecimento científico ter uma retórica complexa e muitas vezes é apresentado de uma forma desinteressante e pouco compreensível

[...] os professores de ciências necessitam de alternativas que despertem o interesse e a criatividade dos estudantes e, acreditamos que as Artes se inscrevam como uma importante possibilidade de aproximação interdisciplinar no ensino de ciências (Germano; Ferreira, 2014, p. 8).

Hoje é inegável que a interdisciplinaridade possa estar neste caminho de reconciliação entre os conhecimentos, e que o desenvolvimento de atividades que relacionem temas que possam ser considerados desconexos e permitam que os estudantes percebam esses diversos conteúdos de forma diferente, analisem as suas convergências e estabeleça ligações entre eles; potencializam o aprendizado realmente significativo, longe de fragmentações, como diz Fazenda, 1994 e Pombo, 2004 (*apud* Cavalcante; Bueno; Costa; Amorim, 2012, p. 102).

Os autores vão explorar a construção de um “Tubofone” explorando conceitos de físicas mediante ao estudo da música. Temas como acústica, ondulatória e teoria musical são os vividos nesta relação interdisciplinar entre as duas áreas do conhecimento e contribuíram no processo de ensino e aprendizagem, desmitificaram conteúdos físicos (acústica) compreendidos como abstratos e complexos e os “[...] estudantes notarão a relação que há entre as diferentes áreas do conhecimento” (Cavalcante; Bueno; Costa; Amorim, 2012, p. 110).

Neste mesmo sentido Cunha, Paes e Silva, (2019) contextualiza que as práticas interdisciplinares são para eles entendidas a luz de Fazenda (2002) como metodologias de ensino que buscam, diálogos, copropriedades e reciprocidade entre áreas de interesse que se enriquecem mutuamente e propiciam visões múltiplas de temas e conteúdos para os estudantes. Os autores propõem o diálogo entre ciência e arte através do ensino por investigação, experimentação, e pinturas artísticas desenvolvidas tanto pelo professor de ciências como pelo de artes que problematizou fenômenos físicos e químicos que compõem uma pintura permeados por tais conteúdos:

Cores primárias, secundárias e terciárias; Cores Análogas e Complementares; Cores Quentes e Frias; Cor e Frequência; Luz Mono e Policromática; Cor de um Corpo; Visão as Cores; Subtração de Cores; Substâncias Químicas; Substâncias Puras x Misturas; Misturas Heterogêneas e Homogêneas; Número de Fases de uma Mistura; Número de Fases de uma Substância Pura; Densidade. (Cunha; Paes; Silva, 2019, p. 38)

Caracterizamos a interdisciplinaridade como um espaço de superação de fronteiras, aproximação dos conteúdos de aula com o cotidiano vivenciado pelos estudantes, segundo Japiassu (1976, *apud* Cunha, Paes e Silva, 2019, p. 38). Tais práticas permitem que os educandos possam vislumbrar “possibilidades de integrar novas áreas de conhecimentos, ampliando suas visões de mundo e de si mesmos” Garcia (2002 *apud* Cunha; Paes; Silva, 2019, p. 40). Favorecendo uma visão de mundo mais abrangente e possibilitando a

[...] construção de um saber mais amplo e crítico perante a realidade vista pelos estudantes, assim como a compreensão de fenômenos naturais que se relacionam com os fenômenos sociais, podendo

ambos serem estudados e sistematizados juntos, proporcionando experiências de coletividade e diálogo (Cunha; Paes; Silva, 2019, p. 41).

Assim, reconciliar os conhecimentos que nasceram amalgamados e por hora foram fragmentados para que pudessem ser aprofundados em sua compreensão, retornam a se relacionarem e possibilitam novas compreensões de mundo.

Nisto, Cachapuz (2020, p. 5) nos situa que a relação entre esses conhecimentos na educação “se trata de uma educação que visa a formação de cidadãos com uma nova relação com o conhecimento permitindo-lhes dar sentido, unidade e coerência à diversidade das suas representações e experiências com o mundo. Disso também depende o seu desenvolvimento harmonioso e integral”, em detrimento a uma educação em ciências, que historicamente, vem sendo construída em bases cartesianas e baconianas que conduz o ser humano a uma visão de ciência divorciada da cultura na qual tem suas razões de ser. Esta é apontada pelo autor como sendo a visão que frequentemente prevalece nas escolas, mesmo que recentemente alguns currículos estejam designados sob orientação curriculares como CTS, CTSA, STEM ou STEAM em contraposição a segmentação disciplinar.

Embora seja cada vez mais necessário repensarmos a relação com o conhecimento e com mundo onde as aprendizagens da Ciências ganham em completude com a Arte, as transposições curriculares interdisciplinares que coadunam com mudanças no ensino e formação docente neste domínio são raras, mesmo com diversos debates no Brasil e no mundo; e quando essas áreas se relacionam muitas vezes a Arte é utilizada como ferramenta facilitadora de conceitos (Cachapuz, 2020, p. 5-6).

A formação de professores é tida para Cachapuz (2020, p. 6) como sendo algo fulcral para superação de uma visão determinista, reducionista e intolerante, que permeia a ciência; e a interface entre ciência e arte pode contribuir para uma ciência mais humanista, tolerante e complexa. A não instituição de currículos neste sentido, estão atrelados a desvalorização das artes por ela possuir uma visão não utilitária do conhecimento e da criatividade; bem como falta de recursos, pouca experiência com interdisciplinaridade Arte/Ciência, falta de tempo e extensos currículos a serem cumpridos pelo Ser professor.

Nas palavras de Figueira-Oliveira, La Rocque, Meirelles e Cachapuz (2018):

Entendemos que o tempo, ou a falta dele nos ambientes de ensino não é um dilema novo, mas continua sendo um nó nem sempre possível de ser desatado. Mais viável tem sido criar estratégias para lidar com a falta dele, razão pela qual educar também o imaginário, desenvolver a criatividade, são perspectivas muito suscitadas entre pesquisadores em nossos dias (Figueira-Oliveira; La Rocque; Meirelles; Cachapuz, 2018, p. 120-121).

Os autores Figueira-Oliveira, La Rocque, Meirelles e Cachapuz (2018), discutem sobre estratégias interdisciplinares de formação de professores em busca de uma melhor compreensão das relações entre ciência e arte no ensino de ciências; e destacam que o tempo tem sido um dos principais entraves para tais proposições já que angustia o professor a trazer novas questões para o ensino de ciências, pois, o tempo, é o limitador para esse ser pensar sobre suas práticas, autoformar-se e se encontrar com seus pares para trocar experiências.

Mesmo que tal proposição entre ciência e arte na educação em ciências possa estar em consonância com a “superação de entraves, quiçá para os cursos de formação de professores, principalmente, porque alimenta esse âmbito com novos caminhos, formas mais contextualizadas de ensino e aprendizagem.” (Figueira-Oliveira; La Rocque; Meirelles; Cachapuz, 2018, p. 117).

Em consonância a isto Sawada e Araújo-Jorge (2017) explanam que:

A associação da arte à educação científica possibilita aos educadores, e aos seus futuros alunos, **desenvolver novas intuições e compreensões através da incorporação do processo artístico a outros processos investigativos**, bem como construir um discurso interno e público sobre a relação entre arte, ciência, tecnologia, e outras atividades humanas multidisciplinares e multiculturais (Sawada; Araújo-Jorge, 2017, p. 2, grifo nosso).

Neste sentido a arte na educação científica possibilita que os alunos desenvolvam “[...] habilidades artísticas tendo como suporte a reflexão, a intuição, a investigação, a sensibilidade, a imaginação, a percepção, a flexibilidade, a comunicação e o trabalho em equipe (Rocha; Ramos; Abreu-Bernardes, 2013, p. 7).

Já que a “[...] educação em artes amplia a sensibilidade, a percepção, a reflexão e a imaginação dos estudantes e do professor, o que é muito importante para o ensino e aprendizagem em ciências (Germano; Ferreira, 2014, p. 3). Sendo importante também, pois “[...] desenvolve **habilidades cognitivas** que se adéquam a uma **visão mais ampla do conhecimento científico** (Germano; Ferreira, 2014, p. 3, grifo nosso).

O trabalho de Xavier, Bastos e Ferreira, (2011) propõe práticas transdisciplinares no ensino médio entre Arte conceitual e propostas de instalação artística com os conteúdos curriculares de Química, Biologia e Ecologia. onde a arte conceitual

[...] prioriza ‘o conceito muito mais que a própria obra’, o que sugere proximidade: com a ideia de experiência vista por Kelly (1970) quando ressalta ‘os processos de construção vivenciados pelo indivíduo e não os resultados finais do evento’. A fase do encontro contribuiu para que os pesquisados vivenciassem experiências incomuns – compartilhadas e negociadas, conjugando no processo transdisciplinar com a arte –, bem como o afloramento de emoção, cognição, imaginação e criatividade (Xavier; Bastos; Ferreira, 2011, p. 24).

As autoras acreditam essa aproximação entre “as Artes Plásticas podem promover a aprendizagem de conceitos científicos mediante intervenção de caráter transdisciplinar, utilizando como material expressivo da produção artística a resina sintética PET e um biopolímero”. Podendo fomentar a

[...] construções conceituais e vice-versa, quando o conhecimento da Ciência facilita o domínio das construções artísticas. Dessa proposição resultaram respostas plásticas e consensuais satisfatórias, através da oportunidade de experiência interativa, criativa, construtiva, imaginativa e eficiente para todos os envolvidos” (Xavier; Bastos; Ferreira, 2011, p. 28).

Uma outra possibilidade de olhar para essa relação dentro da perspectiva do ser humano é a apresentada por Figueira-Oliveira, La Roque e Meirelles (2009) que investiga dissertações e teses sobre ciência e arte no Programa de Ensino de Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz, onde a arte (teatro) “rompeu com a rotina de discussão de temáticas de saúde e criou a possibilidade de um olhar estético,

mais livre de determinações de ordem cognitivas, biológicas e até morais” (Figueira-Oliveira; La Roque; Meirelles, 2009, p. 8) que para nós é mais uma possibilidade desta aproximação, que não se restringe ao ser humano cognoscente, mas permeia o ser humano que sente e age no mundo.

Neste sentido

Apresentar experiências de forma distinta da tradicional, exercitar a mente humana em sua possibilidade lógica e sensível simultaneamente, faz parte do esforço da humanidade de ampliar mais e mais a inteligibilidade do mundo que se busca e, ao mesmo tempo, se compartilha com os demais (Figueira-Oliveira; La Roque; Meirelles, 2009, p. 8).

Devemos pensar neste lugar, entre ser que sabe, sente e age, configurar as nossas práticas de ciência e arte para que possamos ir além e daquilo que já se configurou como tradicional nas práticas de ciência e arte que é usar a arte, a reduzindo a instrumento, para o ensino de ciências. Ampliando, portanto, o campo das possibilidades para atuar com ciência e arte na educação em ciência.

Já que há essa constante busca da compreensão do ser humano na educação, nas palavras das autoras:

[...] a criatividade e o mundo dos afetos fazem parte da condição humana, embora a unidade complexa de nossa natureza, que é ao mesmo tempo física, biológica, cultural e histórica, tenha, segundo Morin (1997), sido desintegrada na educação (Figueira-Oliveira; La Rocque; Meirelles, 2009, p. 6).

Para Pacheco (2003, *apud* Germano; Ferreira, 2014) o fim da Era Medieval foi onde aconteceu a ruptura histórica entre a ciência e a arte, quando o ser humano deixa “[...] de ser uma unidade física, psíquica e espiritual, para ser múltiplo, fracionado em diversos corpos que habitam um só”. Pacheco (2003, *apud* Germano; Ferreira, 2014, p. 3) por isso levamos em consideração que possamos olhar o ser humano não mais como fracionado e sim como uma unidade de dimensões físicas, natural, psíquica, espiritual, social e afetiva.

b) *Diálogo entre diferentes áreas do conhecimento e saberes: outras perspectivas do conhecer o mundo na educação em ciências*

Aqui nos valem da compreensão da ciência como cultura que volta a ser debatida por meio do pensamento de Snow, e nos dá subsídios para pensar tal proposição dentro da relação entre ciência e arte. Cabe a nós nos aproximarmos da compreensão de cultura como: símbolos, significados, expressões culturais, grupos humanos e tradições populares; para então olharmos para a ciência como cultura tecendo relações com todos seus símbolos, significados, tradições e expressões aos modos da ciência dentro de uma comunidade científica.

Um dos principais motivos da urgência deste diálogo entre as áreas do conhecimento é superar a fragmentação do conhecimento, amplamente legitimada pela ciência positivista dentro da nossa sociedade inclusive na escola e dentro do ensino de ciências nos dias de hoje. A compreensão de mundo, bem como a do ser humano que a ciência inaugura é de um ser mecânico com várias partes que precisam funcionar bem para que o todo possa funcionar. As especializações do conhecimento se aprofundaram a compreender essas partes e hoje temos vários especialistas; na medicina, por exemplo, temos médicos para cada parte do corpo humano que hora ou outra temos que visitar para sermos atendidos dentro daquela especialidade e visitar outro para outra especialidade, isso nos tirou também a humanidade, hoje são raras as pessoas que têm o privilégio de ser acompanhada pelo mesmo médico durante um longo período.

Assim, faz-se necessário que a educação em ciência esteja refletindo sobre a sua condução e postura diante da fragmentação do ensino, bem como os currículos escolares possam ser repensados ao encontro de práticas que aproximem o ser humano da sua humanidade.

Conforme aponta Germano e Ferreira:

Nesse sentido, os esforços para **reinsere**r a ciência no universo cultural são urgentes e necessários e, nesse sentido, o esforço pela busca de aproximação entre a cultura científica e a cultura humanista é mais uma importante tentativa de trazer a ciência **para perto do povo, para junto da vida, da beleza e da arte** (Germano; Ferreira, 2014, p. 2, grifo nosso).

Temoteo, Carneiro e Júnior (2020) destacam que para superar a “patologia do saber fragmentado” a interdisciplinaridade seria a cura, a luz de Olga Pombo, Ivani Fazenda e Hilton Japiassu importantes estudiosos da temática. Essa integração entre os conhecimentos se dar por:

[...] comparação de resultados; pelo confronto de diferentes pontos de vista e enfoques; pela comunicação mútua de ideias; pela agregação de conceitos-chave da epistemologia, da terminologia, de todo o procedimento de pesquisa, e do ensino resultante. Tendo como consequência o enriquecimento mútuo e a produção de novos saberes inteiros e “concertados” (Japiassu, 1976 *apud* Temoteo; Carneiro; Júnior, 2020, p. 195).

Em detrimento da fragmentação do ensino, ainda vivida no ensino das ciências, esta relação entre ciência e arte pode “superar a fragmentação entre os conhecimentos, sejam eles pedagógicos, científicos, artísticos, históricos” aproximando os conhecimentos científicos de outras formas de conhecimento. Temoteo; Carneiro; Júnior, 2020, p. 195)

Tal como Bernardes e Machado (2019) apontam que ciência e arte podem:

Na educação, em que existe uma séria fragmentação do conhecimento, a interface pode colaborar no rompimento de barreiras criadas culturalmente, além de desmitificar a ideia de que ciência e arte são completamente opostas, e que o detentor de uma área inevitavelmente não conseguirá compreender a outra (Bernardes; Machado, 2019, p. 5).

La-Roque *et al.* (2018), também tecerá considerações que o professor deve ser protagonista na luta

[...] por uma elevação das condições gerais e mais dignas de trabalho (salário, infraestrutura, plano de carreira) e por uma educação integral que rompa com a tradição de fragmentação de saberes. O ensino de ciências não pode abrir mão dessa contingência cultural, de professores inquietos, em discursos e práticas, da incansável luta pela reorganização de currículos mais interdisciplinares e contextualizados, enfim, deste posicionamento político do qual dependem as novas gerações (La-Roque, *et al.*, 2018, p. 126-127).

A relação entre ciência e arte pode ser percebida por nós como uma prática que se direciona tanto à interdisciplinaridade, transdisciplinaridade e à complexidade para romper com a fragmentação dos saberes, necessários na história da ciência, bem como para romper com a fragmentação do ensino, principalmente no que diz respeito à educação em ciências, perpassando por questões como o currículo, que muitas vezes nos sedentariza a práticas pouco criativas. As autoras Figueira-Oliveira, Rodriguez e Meirelles (2012, *apud* Temoteo; Carneiro; Júnior, 2020, p. 194), apontam que a crise do ensino de ciências se relaciona com a crise da criatividade.

Nas palavras das autoras:

Os desafios que são apresentados cotidianamente na área de Ensino de Ciências, que podem ser lidos também como desafios à criatividade, parecem exigir um reposicionamento dos mediadores dos conhecimentos, sejam professores, artistas ou cientistas. Entendemos que esses profissionais não podem deixar de problematizar, temas como, a tomada de consciência dos problemas, os instrumentos de expressão e a discussão do lugar e do sentido da cultura no Ensino de Ciências (Figueira-Oliveira; La Rocque; Meirelles, 2009, p. 8).

Neste sentido Reis, Guerra e Braga, (2017) nos diz que essa aproximação vai nos permitir se apropriarmos das produções humanas ao longo da história. Já que ciência e arte são partes de uma mesma cultura e não culturas independentes. Assim:

[...] entender a Ciência como parte da cultura (Zanetic, 1989) permite que nos aproximemos dos seus produtos, metodologias e de seus construtores, entendendo esses como cidadãos imersos em seus tempos e lugares, e como tais, não gênios isolados e incompreendidos compreender a Ciência como um conhecimento que nos ajuda a entender o mundo social, político e cultural e não apenas aspectos do mundo natural (Reis; Guerra; Braga, 2017, p. 36).

Dessa forma Figueira-Oliveira, La Rocque e Meirelles apontam que a “relações entre ciência e arte “vai ao encontro de características de imbricação de saberes e circunstâncias, de pluralismo metodológico, que nos parecem próprias à cultura[...]” (Figueira-Oliveira; La Rocque; Meirelles, 2009, p. 8).

Já Cunha, Paes e Silva, 2019, que desenvolveram um trabalho com estudantes do 9º ano que problematiza os fenômenos físicos e químicos que compõem uma pintura, relacionando as disciplinas de ciência e arte dentro de uma perspectiva

interdisciplinar, a luz de Fazenda e Japiassu. Os autores percebem que os estudantes ao relacionar o ensino por investigação e experimentação pode tecer análises mais críticas sobre as pinturas artísticas, assim os autores percebem “[...] que o conhecimento científico é imprescindível para a compreensão dos fenômenos naturais que estão interligados na composição de uma obra de arte.” (Cunha; Paes; Silva, 2019, p. 37) favorecendo uma visão de mundo mais ampla.

Tais relações interdisciplinares entre ciência e arte

[...] é possível romper com as delimitações territoriais dos saberes, que são concretizados pelos limites territoriais curriculares (FAZENDA, 1993), colaborando assim, muitas das vezes, na internalização de novos conceitos e no desenvolvimento de habilidades grupal e dialógica (Japiassu, 1994; Bochniak, 1998 *apud* Cunha; Paes; Silva, 2019, p. 40).

O trabalho de Rocha, Ramos e Abreu-Bernardes (2013), tem por objetivo formar discentes do curso de licenciatura para atuar interdisciplinarmente na educação básica através da Ciência, a arte e o artesanato, através do tema reprodução humana “[...] interagindo os saberes oriundos de diversas áreas como ciências e história da arte, relacionando os conceitos científicos e a imaginação para criar um conhecimento fundamental para alunos do 9º ano[...].” (Rocha; Ramos; Abreu-Bernardes, 2013, p. 2).

As autoras compreendem que entre as diversas funções que arte pode proporcionar ao ser humano, existe a de integrar o ser humano a sua natureza, capacita-o “a estruturar sua personalidade e a intervir na sua realidade, aumentando assim o seu horizonte e superando as limitações do conformismo” (Rocha; Ramos; Abreu-Bernardes, 2013, p. 3).

É através das diversas expressões artísticas, como:

[...] artes visuais, teatro, música, artes audiovisuais e a dança. Por meio dessas linguagens, a disciplina de Arte proporciona aproximação do aluno com a sua própria natureza, considerando a sua identidade pessoal, sua história e sua cultura, fazendo com que ele compreenda como estes elementos podem se integrar na sociedade, segundo (Cristiano, 2010, *apud* Rocha; Ramos; Abreu-Bernardes, 2013, p. 3).

As autoras nos situam como a arte na educação tem um papel essencial para o

ser humano em formação principalmente quando ela pode dialogar com diversas áreas do conhecimento, a exemplo temos para além das relações entre Ciência e Arte, a disciplina de Língua portuguesa, História e Geografia também puderam dialogar com tais práticas já que as licenciandas também vinham dessas áreas.

Para as autoras:

Embora sejam visíveis que arte e ciência são domínios de conhecimento humano e que interagem entre si, sabe-se que há um longo caminho a ser percorrido em direção à prática dessa interface entre arte e ciência. O professor interdisciplinar é aquele que busca ousadia, diálogo, disposição de aprender, quebra paradigmas e, no ato de humildade, desenvolve reflexão, capacidade crítica, criação e transformação de suas práticas pedagógicas (Rocha; Ramos; Abreu-Bernardes, 2013, p. 6).

Ao nos depararmos com diversas produções culturais cinematográficas e obras de artes diversas atuais e pretéritas é possível perceber “[...] correspondências significativas entre o pensamento científico e o artístico em um aspecto cultural amplo, trazendo relações possíveis entre as duas áreas de conhecimento humano, a ciência e a arte.” (Barbosa-Lima; Queiroz; Santiago, 2007, p. 27).

As autoras Barbosa-Lima, Queiroz e Santiago (2007) se debruçam a investigar na formação inicial de professores de Física por meio da pedagogia por projetos, onde relacionaram ciência e arte tendo como inspiração o filme *A Moça com Brinco de Pérola* onde levou os professores em formação a construir uma exposição itinerante que relacionava a arte do pintor Holandês Johannes Vermeer, que pintou o quadro “*A moça com brinco de Pérolas*”, seduzido pelos avanços nos estudos da luz, liderado pelo cientista Christiaan Huygens e do microscopista Von Leeuwenhoek. Tais avanços o influenciaram na utilização de instrumentos ópticos na arte já que o artista Vermeer utiliza a Câmara escura como instrumento auxiliar de seu trabalho artístico.

As autoras defendem que “para estudarmos ciência e arte é fundamental que provoquemos um diálogo não apenas entre física e arte, mas também com a história, a história da arte, a história da ciência e a filosofia.” (Barbosa-Lima; Queiroz; Santiago, 2007, p. 27) nesta direção, onde diferentes disciplinas se encontram para construção de um conhecimento que vai além do conhecimento fragmentado.

As autoras Xavier, Bastos e Ferreira, 2011 nos informam que

O conhecimento dos materiais, tratados de forma associativa às obras conceituais da arte desenvolvida pelo aluno, consente, em atividade inter, ou mesmo transdisciplinar, focar aspectos e conteúdos de diferentes áreas do conhecimento. Neste estudo, correlacionamos a Arte com conteúdos de Ciências, o que propicia uma reflexão sobre a sustentabilidade do planeta e, conseqüentemente, sobre uma nova visão de educação, a exemplo da Ecopedagogia referida por Gadotti (2000). Poderíamos, também, envolver conteúdo da Matemática e da Geometria (Xavier; Bastos; Ferreira, 2011, p. 14).

Este diálogo entre diferentes áreas do conhecimento e disciplinas, dentro dos seus contextos é para nós um diálogo imprescindível quando se referimos a atividades com ciência e arte; ou então o conhecimento e as práticas não passarão de práticas meramente utilitária da arte (como embelezadora da ciência) e conhecimento permanecerá fragmentado. As possibilidades de atividades Inter e transdisciplinares neste diálogo entre ciência e arte, pode ser uma máxima às práticas neste sentido, já que vários autores vem sinalizando essa possibilidade.

É necessário que essa relação aconteça “de forma mais profunda ao retiramos das artes o caráter de ferramenta facilitadora e procurarmos trabalhar o contexto histórico tanto do conteúdo artístico quanto do conteúdo científico que se pretende ensinar.” (Silva; Reis; Rego, 2019, p. 378).

Já que compreendemos que “as aulas que relacionam arte e ciência colaboram para um aprendizado mais significativo da realidade, visto que o processo de ensino e aprendizagem estará carregado de sentidos, valores, emoções, contextos”. (Temoteo, Carneiro, Junior, 2020, p. 199) neste mesmo sentido de uma aprendizagem significativa, Silva, Reis e Rego (2019) nos diz que “[...] a relação entre Arte e Ciência pode proporcionar para tornar o ensino mais contextualizado e significativo, visto que essas duas áreas partem do mesmo objeto de estudo, a natureza” (Silva; Reis; Rego, 2019, p. 379).

Neste mesmo sentido de pensamento os autores situam que “A Arte então pode ser inserida de modo mais aprofundado, garantindo uma conexão histórica e social entre os conceitos e técnicas estudados[...]” (Silva; Reis; Rego, 2019, p. 367).

Significa então que “ao relacionarmos ciência e arte, podemos perceber que ambos os conceitos tratam de formas de abordar e entender o universo. (Bernardes; Machado, 2019, p. 5) bem como essa relação é um “[...] potencial de apoio a reconfigurações interdisciplinares do ensino das ciências (Cachapuz, 2020, p. 10).

Reis, Guerra e Braga (2017, p. 136) apontam que:

Discutir relações de Ciência e Arte não significa buscar entender relações de influência. Não procuramos construir argumentos que buscaram saber como a Física construída durante o Renascimento foi influenciada pelas novas noções espaciais construídas pelos artistas, ou como os novos conhecimentos construídos pelos cientistas do final do século XIX, sobre a luz, influenciaram os *fauves* a produzirem pinturas atribuindo à cor um novo significado. Importa-nos construir um painel desses momentos históricos que nos possibilitem compreender a Ciência como um conhecimento que nos ajuda a entender o mundo social, político e cultural e não apenas aspectos do mundo natural.

Para isso compreendemos que o professores, cientistas e artistas tem um grande papel em nossa época atual em convergir esforços a uma compreensão atual e complexa do mundo, tendo em vista a nossa história, podendo apontar novos caminhos para questões emergentes, neste século, que demandam do ser humano novas compreensões e olhares sobre o mundo, bem como criatividade para saber lidar com tais questões. Pensar a educação onde o ser é compreendido dentro dos seus diversos aspectos, não apenas reduzindo o ser a um ser material, possibilita que o conhecimento e saberes dialoguem e valorizem a criatividade, inata ao ser humano, sem castrá-la ao longo do processo de ensino desde a educação básica até a educação superior.

c) A bela “arte” como embelezadora da fera monstruosa “ciência”

Um dos significados que nos chamou atenção, e que ainda pode ocorrer dentro das discussões sobre ciência e arte na educação, é influenciado pelo julgamento humano e pela visão maniqueísta de mundo impregnada na sociedade em dar valores

a ciência e arte, sendo a primeira “dura”, racionalista, regrada, difícil, objetiva, apática, neutra, entre outras tantas qualidades que poderíamos trazer para essa discussão; e, para a segunda é atribuído qualidades de bela, subjetiva, emotiva, desregrada, política e tantas outras. Hoje, hora ou outras encontramos na arte as qualidades da ciência e na ciência a qualidade da arte e momentos em que tais qualidades se misturam. São exemplos a pintura e arte visuais, que tem uma grande história e relação com a alquimia e química de pigmentos.

Ao analisarmos subáreas das ciências como: Física, Química e Biologia; notamos que tais experiência com ciência e arte geralmente são realizadas no ensino de física, haja visto que dentro do recorte deste trabalho a maioria versam sobre temas da física totalizando 12 trabalhos que tratam sobre essa temática que é compreendida como a subárea das ciências mais difícil, abstrata, complicada e árdua de ser ensinada e aprendida pelos educandos. E a isso está atrelado ao fato de que

[...] a Física é apontada pelos estudantes como uma das disciplinas mais desinteressantes (Hazen, 2006), pelo fato de que em grande parte das escolas, direcionadas pela desconexão dos currículos das disciplinas tradicionais (Fazenda, 1994), o ensino dessa disciplina perdeu o seu caráter lúdico e experimental (Cavalcante *et al.*, 2019, p. 102).

Nesse mesmo sentido, Silva, Reis e Rego (2019) nos relatam que nos trabalhos sobre Artes no Ensino de Física moderna, que é considerada pelos autores um assunto com alto grau de abstração, assim destacam que a “maioria dos artigos apresenta a produção artística como recurso facilitador no ensino de conteúdos de Física Moderna”. (Silva; Reis; Rego, 2019, p. 378) Entretanto acreditamos, tal como os autores, que essa relação tem que ir além de reduzir a arte como ferramenta para o ensino de ciências e deve ser apresentada de forma mais profunda, contextualizada do ponto de vista dos conteúdos científicos e artístico trabalhados em questão.

Nas palavras de Ferreira:

Não se admite relegar a arte a um lugar subalterno, de puro prazer ou apenas lúdica quando confrontada com a forma de apreender o mundo oferecida pela ciência. Ainda assim, e este é um ponto em comum

pouco discutido, ambas - arte e ciência - necessitam de uma liberdade imaginativa para poderem tratar de suas respectivas visões (Ferreira, 2004, p. 33).

Além da física, outros assuntos da Biologia e da Química também são considerados “difíceis” e por isso eles são pensados com arte para embelezar o assunto e aproximar o aluno do conteúdo. Tais considerações podemos encontrar nas palavras de Feitosa, Araújo e Martins (2021):

No entanto, acredita-se que eles (recursos didáticos de jogos e modelos didáticos) sejam caracterizados como alternativas didático-pedagógicas que auxiliam a aprendizagem, uma vez que possibilita aos estudantes uma **forma diferente de estudar os conteúdos**, além de promover um contato direto com estruturas e/ou conteúdos difíceis e abstratos de serem assimilados quando trabalhados apenas oralmente pelo professor, facilitando a assimilação das informações (Feitosa; Araújo; Martins, 2021, p. 6).

Bem como podemos perceber que a arte e a ciência ainda se encontram nos discursos mais convencionais onde elas se encontram em lugares de oposição e por isso podem se complementar, nas palavras de Bernardes e Machado, (2019)

Em alguns casos, a ciência pode ser **considerada pouco maçante**, devido ao rigor que lhe é característico. Por outro lado, a arte acaba por **embelezar e tornar atrativo aquilo que era visto como tedioso**, assim, tem muito a contribuir na criação e execução de métodos pedagógicos, conforme evidenciado nas produções encontradas, nas quais a maior parte atrelava a arte a práticas com finalidade pedagógicas (Bernardes; Machado, 2019, p. 11).

Figueira-Oliveira, La Rocque e Meirelles (2009), percebem, nos trabalhos de dissertações e teses sobre a temática defendidas entre 2004 e 2009 no Programa de Ensino de Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz, que alguns trabalhos “[...] privilegiaram expressões consideradas **artísticas, aliando o prazer, a surpresa e a alegria aos conteúdos instrucionais das Ciências**” (Figueira-Oliveira; La Rocque; Meirelles, 2009, p. 6).

Percebemos, portanto, que alguns autores tencionam esse lugar entre divertimento e instrução ao pensarem os processos formativos com ciência e arte,

mas acreditamos que dentro desta relação podemos ir mais além quando pensamos a arte como instrutiva, dotada de técnica e rigor e a ciência impregnada pelo maravilhamento, encantamento, prazer, divertimento e arte. Podemos então enxergar a arte e a ciência de lugares diferentes do senso comum e as práticas de ciência e arte convergem para que possamos chegar neste lugar. Quando tomamos consciência desses diferentes significados para pensarmos e planejarmos práticas com ciência e arte.

d) É possível conhecer dentro do processo criativo?

Diante desta pergunta, vamos perceber os significados e compreensões sobre aprender ciências no processo criativo, que para nós tem um valor preciosos nas aproximações de práticas nesta dimensão da ciência e da arte, que aproximam o ser humano da sua integralidade, considera e aflora o pensamento criativo e imaginativo humano, bem como parte do princípio que os conhecimentos de diversas áreas podem convergir a fim despertar, na educação, um pensar mais complexo do mundo, pensando em práticas que nos levam além da arte como instrumento no ensino das ciências.

Neste viés de pensamento, Correia (2011, p. 225), percebe que

A ilustração científica é um domínio gráfico que trabalha num campo de intervenção bastante vasto, diversificado e motivador, conciliando a CIÊNCIA e a ARTE num único modelo de comunicação não polissêmico (sem múltiplos sentidos). Constitui em si uma ferramenta extremamente útil, versátil e poderosa no processo de aprendizagem, de educação e de construção do conhecimento do Indivíduo (cognoscitivo), contribuindo para o progresso da Sociedade/Cultura (memória/repositório visual do entendimento à época). Desenhar enquanto função representativa, mais do que expressiva, aproxima e alavanca as competências discursivas e comunicativas, imediatas ou não dos seus interlocutores (de quem cria e/ou de quem usa o desenho, seja para ler/compreender, seja para explicar).

A ilustração científica é trazida pelo autor como uma ponte para divulgação da ciência, principalmente atualmente, já que no passado a ilustração científica foi umas das principais ferramentas de registro imagético no campo das ciências e onde a arte

e ciência nunca deixaram de dialogar. Entretanto o autor nos situa que se faz necessário desenvolver

A capacidade e agilidade em “ler” estas imagens (tal como o leitor, lê aqui e agora cada palavra escrita neste texto, desconstruindo-a sem aparente esforço, identificando blocos ou sílabas, compostas por conjuntos de letras – os significantes – para apreender o seu significado) está pois pendente do maior ou menor grau de alfabetização visual (habilidade de compreender e se expressar por meio de um sistema de representação visual) no domínio da Ciência, sustentada pela aprendizagem e experiência vivenciada (Correia, 2011, p. 238).

O autor nos informa que essa habilidade é mais hábil ao cientista que, mediante a sua formação, consegue decifrar os códigos presentes na imagem e lhe atribuir significados; diferentes dos estudantes, que estão ao tempo todo se deparando com tais imagens, sejam elas oferecidas pelo livro didático ou pelo professor, entretanto não são incentivados a realizar as leituras de imagens, nem são estimulados a criar imagens e modelos plástico pictóricos dentro das aulas de biologia.

Correia (2011) nos aproxima de uma possibilidade de aprender com ciência e arte, por meio das leituras, interpretações e criações de ilustrações científicas, já que elas têm potencial de “[...] agir e atuar como catalisadores e indutores visuais, capazes de promover não só a correta e precisa Divulgação do Saber adquirido, como também contribuir ativamente para consolidação dele.” (Correia, 2011, p. 239).

Nesta direção Silva e Neves (2018) toma como significado que dentro dessa relação entre ciência e arte, em diálogo com as artes visuais e as imagens no ensino de ciências, e vai nos situar que

O olhar é fundamental para as discussões em artes visuais e, também, para a área das ciências, especialmente para realizar observações. Apesar do entendimento de que é necessária uma teoria que direcione nosso olhar, este continua importante para as observações e representações que a ciência realiza. Destacamos, ainda, a leitura de imagens para a compreensão dos conceitos científicos. (Silva; Neves, 2018, p. 25)

Os autores desenvolveram uma proposta de leitura de imagem interdisciplinar que acontecem em quatro passos: “análise da forma; análise do conteúdo, análise das relações que envolvem a imagem (autor versus contexto versus leitor); análise interpretativa do leitor” (Silva; Neves, 2018, p. 29) onde se estabelece como antagonista ao **analfabetismo visual**, que conduz e censura o olhar, mediante o paradigma positivista da ciência, afetando a arte e olhar natural para as coisas; favorecendo, portanto, um enriquecimento das duas áreas, já que na ciência a imagem está frequentemente, voltada aos conteúdos; e na arte voltada para o estilo, cor e etc. Sendo então um uso empobrecido da imagem na educação. (Silva; Neves, 2018, p. 25)

Fernandes Júnior (2017, p. 61) nos informa:

Quanto à questão da alfabetização não se pode reduzi-la ao letramento deve-se ampliá-la para a necessidade de uma alfabetização científica e artística. Conhecer largamente a linguagem e as estruturas que constituem as diversas áreas do conhecimento não farão de nós peritos, ao menos nos livram da ingenuidade.

Destacamos, portanto a importância da seleção de imagens e na necessidade de o professor treinar sua leitura de imagem para o uso em sala de aula, tendo em vista que a imagem nos auxilia na construção de conceitos e concepções de mundo, e saiba orientar os estudantes na leitura de imagens trazidas para a sala de aula.

Neste lugar Temoteo, Carneiro e Junior (2020) trazem considerações sobre as múltiplas formas de contextualização do conteúdo, entre elas temos a contextualização histórica e cultural, que como vimos anteriormente, são essenciais para uma compreensão menos fragmentada e mais ampla do conhecimento, pois aproximam o conteúdo ao contexto vivido, assim, pode trazer a arte (pinturas do descobrimento do Brasil) para situar os conteúdos científicos no contexto sócio-histórico-cultural. Neste sentido os autores afirmam que “as pinturas ajudaram a construir um imaginário que enriquece e auxilia na construção dos conceitos. (Temoteo; Carneiro; Junior, 2020, p. 2020) e acrescentam que essa apreciação da pintura se dar não apenas pelo olhar contemplativo, porém por um olhar investigativo.

Outros autores nos informam como essa relação pode ajudar na memorização dos conceitos como: “A construção de projetos de ‘instalações artísticas’, por ser algo

inédito para os alunos, serviu de reflexão e momento construtivo, com associação de ideias ligando Ciência e Arte e permitindo uma **memorização mais fácil** para amparar os **novos construtos**” (Xavier; Bastos; Ferreira, 2011, p. 23) e as autoras acrescentam que a arte conceitual e as instalações artísticas

[...] fizeram uma eficiente aproximação com a Ciência, fomentando **construções conceituais** e vice-versa, quando o conhecimento da Ciência facilita o domínio das **construções artísticas**. Dessa proposição resultaram respostas plásticas e consensuais satisfatórias, através da oportunidade de experiência interativa, criativa, construtiva, imaginativa e eficiente para todos os envolvidos (Xavier; Bastos; Ferreira, 2011, p. 28)

Ferreira (2004), pontua a importância da **estética** não só para a arte como também para projetos científicos, ou seja, inaugura em nossa compreensão a importância da estética no pensamento científico já que o estético, o pensamento intelectual e as emoções atuam no ser humano ao mesmo tempo e são podem ser separados. Para o autor as

Experiências artísticas em sala de aula com objetivo de aumentar a percepção do conhecimento científico têm uma dura missão: primeiro, a de convencer o aluno de que o que ele está fazendo é importante e a segunda, e talvez a pior missão, fazê-lo dar-se conta do porquê está fazendo isso. É, portanto, fundamental compreender as formas, as relações entre os detalhes, o traço do pintor e a perspectiva, as cores e matizes que dão vida ao quadro, os estilos lingüísticos, as metáforas e alegorias imediatas ou não, enfim, penetrar na obra do artista e tentar sentir o que ele sentiu ou ressignificar a obra a partir de nossa vivência para, então, desencadear algo sobre nós e sobre o mundo em que vivemos. Não é a análise do crítico, mas do sujeito que por um instante vive a obra de arte e sente que ela passa a fazer parte de sua existência, permitindo-o descortinar uma nova faceta da realidade (Ferreira, 2004, p. 38).

Sendo, portanto, necessário mergulhar na arte e assimilar seus detalhes, até o nível do sensível, para poder emergir novos conhecimentos. E é por isto o autor faz crítica que “Não faz sentido, portanto, apenas colocar a obra de arte na escola como ferramenta para o ensino de algo. É preciso buscar a experiência estética, sentir a obra, para então direcionar sua energia para o que o professor pretende discutir.” (Ferreira, 2004, p. 39).

Na direção da construção crítica do conhecimento, Fernandes Júnior (2017) nos informa que “a complementariedade arte e ciência que se uniram para inventar a fotografia, aqui se unem na tentativa de construir o conhecimento de maneira crítica em torno do aparelho fotográfico, bem como de seus usos e funções.” (Fernandes Junior, 2017, p. 61).

Essa necessidade ele atrela o fato de que muitas vezes a mídia informativa e a própria escola a reforça no imaginário de professores e estudantes a imagem do artista como louco e do cientista como inteligente. Por isso a necessidade do

[...] pensamento crítico sobre as produções artísticas e científicas apresentadas pelos meios de comunicação, como também pelos materiais didáticos, quanto aos seus impactos e consequências, procurando sempre recorrer a mais de uma fonte de informação, pois, o que se é esperado, é que o discente não tenha uma resposta única e objetiva aos problemas que se colocam em pauta, mas que possa equacionar e ter uma visão mais ampla do meio em que está inserido (Fernandes Junior, 2017, p. 109).

Um alerta, também para visões superficiais e fragmentadas desta relação dentro das práticas e na construção do conhecimento permeado por ciência e arte. Tendo em vista a importância de olharmos para esses diferentes ângulos nesta relação e assim construímos possibilidades na educação.

Percebemos como a arte e a ciência se auxiliam mutuamente, sendo para nós, o lugar que as práticas dentro desta temática devem se situar e orientar ao professor para pensar novas práticas na educação em ciências, enriquecendo tanto o aspecto cultural e como científico dos saberes e contribuindo para as mais diversas potencialidades do ser humano que está aprendendo a Ser, Conviver, Sentir, Pensar e Fazer no mundo.

CONSIDERAÇÕES, ARREMATES E CONTEMPLAÇÃO

Ao questionarmos: *Que significados e contribuições didático-pedagógicas emergem da relação entre ciência e arte na área de pesquisa em ensino de ciências?* Percebemos que estávamos em um emaranhado de linhas que formavam um tecido exclusivo; porém, foi necessário decifrar como essas relações se davam na educação e nos deparamos com um universo de termos que se referem a esse encontro e então foi necessário compreender cada um deles, desde sua origem até como ele é empregado em contextos formais e não formais de educação.

Para entender o universo das pesquisas sobre ciência e arte na educação realizamos o levantamento de trabalhos de revisão sobre a temática, a fim de melhor compreender como este conhecimento vem sendo produzido e as metodologias usadas, realizamos uma discussão crítica elucidando prós e contra para, então, definir nosso caminho de revisão narrativa da literatura.

Entretanto, percebemos que os trabalhos sobre ciência e arte vinham crescendo nos últimos anos, entendemos ser necessário resgatar as raízes brasileiras sobre a temática e trouxemos à tona trabalhos dos anos 1990 e 2000 desenvolvidos nessa interface que são pioneiros na discussão, bem como influenciam os trabalhos atuais; resgatar as raízes foi essencial para situar nossa pesquisa no tempo, bem como entender como a “área Ciência e Arte” vem sendo desenvolvida no Brasil, bem como quem são os teóricos as constituem.

Só depois de trilhar esse longo caminho, realizamos nossa revisão narrativa da literatura sobre ciência e arte na educação, resgatando trabalhos em diferentes temporalidades para compreender que significados e práticas didático-pedagógicas emergem das pesquisas brasileiras; tentando elucidar quem são os referenciais teóricos que influenciam os trabalhos mais atuais, que estão em crescimento. Ter essa perspectiva, pode nos auxiliar a melhor escolher práticas e a melhor fundamentar nossas intenções pedagógicas que, para nós, deveria ser pensada antes de unir algum tema científico à linguagem artística.

Compreendemos que a relação entre ciência e arte surge de diferentes lugares, quando pensamos que ela vem acontecendo na história ao longo de muitos anos; a princípio não era bem uma relação, já que elas não estavam separadas e compunham

uma estrutura única de mundo, que, com o avanço histórico-cultural, especialmente demarcado pelo positivismo lógico.

O positivismo precisou compreender quais polaridades essa estrutura única (ciência e arte) tinha, e a cada vez que a entendia, deu uma identidade para cada uma, a ciência objetiva e a arte subjetiva. A ciência e a arte se colocaram, durante um tempo, como polos opostos, dentro de uma compreensão do mundo ocidental. Porém, para alguns, elas nunca se separaram e, para outros, recentemente, elas estão se aproximando ou reaproximando; mantendo, por um lado, o que elas têm de fundamental ou se tornando uma outra coisa, híbrida, que talvez seja nova; ou, ainda, voltando a ter características de quando elas não se compreendiam como diferentes e eram uma coisa só. Resta-nos perguntar: será que um dia elas conseguirão retornar àquele estado?

Mediante a sua historicidade, percebemos a existência de práticas que desafiam essas fronteiras, mesmo que em alguns momentos haja hiatos, mas em outros surgem obras que são ao mesmo tempo artísticas e científicas, conhecidas mundialmente e de grande contribuição para a humanidade.

Entender como essa temática chega aos espaços formais e não formais do ensino de ciências no Brasil atual foi o nosso desafio de pesquisa, principalmente no que tange os diferentes significados que conseguimos perceber, mediante nosso aprofundamento e análise das pesquisas em ciência, arte e educação no Brasil.

Isso só foi possível pelo caminho que trilhamos no levantamento inicial de trabalhos de revisão da literatura sobre ciência e arte, o que nos auxiliou perceber as lacunas e o que já tinha sido amplamente explorado sobre a temática, nos levando a resgatar historicamente os primeiros trabalhos brasileiros; e a influência desse pioneirismo nos significados e práticas didático pedagógicas nos trabalhos mais recentes.

A revisão narrativa da literatura nos possibilitou ir além dos demais tipos de revisão, foi por meio dela que conseguimos agrupar uma quantidade significativa de trabalhos sobre a temática na educação, já que a área está em ascensão e é necessário termos de indexação mais consolidados e consensuados entre os pesquisadores para investigar a temática; bem como um bom refinamento em banco

de dados para melhor encontrar trabalhos nesta “área”, voltados principalmente para e educação em ciências.

Ao contemplarmos a diversidade de práticas e conceitos, a polissemia pode ser um grande desafiador, quando pretendemos em uma revisão de literatura, levantar a produção bibliográfica sobre o tema, já que os pesquisadores ainda não entraram em consenso sobre os termos usados para essa temática na educação. Ao compreendermos melhor esses termos, compreendemos que ciência e arte ou arte ciênciarte ou Arteciência, são mais abrangentes e os mais usuais na educação. Porém SciArt ou Sci-Art e Bioarte são mais específicos e pouco encontrados na produção nacional.

Nos espaços não formais de ensino, principalmente os museus, o teatro é a principal linguagem artística, utilizada nesses espaços, e os conteúdos científicos são divulgados para diferentes públicos que visitam os museus e centros de ciências, entre eles crianças, jovens adultos e idosos. Por isso cabe a nós refletirmos o espaço das demais linguagens artísticas nesse contexto, mesmo que o teatro possa abranger várias linguagens artísticas.

Esses conteúdos vividos na ciência e na arte, deve estar, cada vez mais, em diálogo com outras estéticas para além da europeia, majoritariamente supervalorizada em nossa cultura, como os conteúdos e estética indígena, e afro-brasileira, que também permeiam nossa cultura. Trabalhos nessa perspectiva ainda são poucos, comparados aos que partem de uma estética e conteúdos euro centrados. Só depois de termos realizado nossa análise é que se deparamos com esse fato, porém não conseguimos alegar que não existam reflexões e práticas nesse sentido, já que nossa pesquisa, por sua limitação, não conseguiu abranger todos os trabalhos. Mas esse tema pode ser uma pergunta para trabalhos futuros.

Nos espaços formais de ensino, percebemos que os estudos do nono ano, ensino médio e ensino superior, é onde mais tem se investido em práticas em ciência e arte, principalmente por dois fatos: a educação tradicional não tem levado em conta a imaginação, criatividade e intuição dos estudantes e o fato de que a ciência se torna cada vez mais “difícil”, ou seja, afasta o desejo do estudante em aprender; e é por isso que a arte tem sido empregada como facilitadora de conhecimentos científico por conta de seu caráter emotivo, sensível e não lógico.

Seria, portanto necessário maior investimento, por parte dos pesquisadores, professores e instituições em possibilitar práticas de ciência e arte na educação infantil, ensino fundamental (séries iniciais e finais), além do 9º ano. Bem como repensar o currículo, que se mantém enrijecido durante anos. Algumas abordagens pedagógicas podem ser inspiradoras para essa revolução curricular, como a pedagogia Waldorf, onde as diferentes disciplinas são permeadas por arte e seus conteúdos não se encerram nelas, já que se relacionam com as demais. Novamente, pela limitação do trabalho, não podemos alegar que não existem trabalhos empíricos em espaços formais com estudantes de educação infantil e ensino fundamental séries iniciais e finais até o 8º ano. Mas fica a pergunta: dentro do universo das pesquisas nacionais em ciência e arte, será que existem práticas na educação infantil? No ensino fundamental séries iniciais e finais?

Nesse âmbito há por parte dos autores, que vem produzindo conhecimento nessa temática, uma preocupação com a formação do ser humano; sendo essa temática um caminho para a formação humana, crítica e ampla do ser humano na era da complexidade. Há também alguns que vão nos situar que é dentro da ciência e arte que poderemos sair do paradigma do conhecimento fragmentado para um conhecimento mais sistêmico e complexo. Outros vão situar a arte como embelezadora da ciência do nosso século, que deixou de ser uma fonte de encantamento e maravilhamento, pelas descobertas do conhecimento e passou a ser vista como difícil e inatingível, por nossas crianças e jovens; o que nos leva a refletir como a cultura científica tem chegado à população e como nós professores tem se apropriado de tal cultura para apresentar as nossas crianças e jovens. Pesquisas e reflexões em torno da formação de professores são essenciais, neste sentido, para que essa cultura científica seja levada pelos professores de várias áreas do conhecimento para as escolas e para os estudantes.

Por fim, podemos contemplar qual é o nosso papel diante da educação das pessoas, no que nos concerne, pensar em práticas e conteúdos socio-historicamente sistematizados que considerem a natureza humana, as diferentes cosmovisões de mundo, a visão do ser humano como um ser dotado de cultura, espiritualidade, corpo, sentimentos, criatividade, intuições e imaginações. Comprometendo-nos com essa complexidade humana que é orgânica e não mecânica; que não basta informar, tal

como se alimentam as inteligências artificiais; mas do nosso dever em reunir esforços, junto às famílias, para educar, nas dimensões dos conceitos, atitudes, procedimentos e sentimentos; e a ciência e arte tem forte potencial de contribuir para uma educação em ciência humanizada.

BIBLIOGRAFIA

- AGOSTINHO, M.; CASALEIRO, P. Ciência e arte, SciArt: museus, laboratórios, cientistas e artistas. **MIDAS - Museus e Estudos Interdisciplinares**, 5, p. 1-6, 2015.
- ALMEIDA, A. V.; FARIAS, C. R. O. A natureza da Ciência na formação de professores: reflexões a partir de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 473-488, 2011.
- ALMEIDA, E. C. E.; GUIMARÃES, J. A.; ALVES, I. T. G.. Dez anos do Portal de Periódicos da Capes: histórico, evolução e utilização. **Revista brasileira de pós-graduação**, v. 7, n. 13 de 2010.
- ALVES, A. J. A revisão da bibliografia em teses e dissertações: meus tipos inesquecíveis. **Cadernos de Pesquisa**, (81), p. 53–60, 2013. Recuperado de <https://publicacoes.fcc.org.br/cp/article/view/990>
- ANDRADE, R. R. D.; NASCIMENTO, R. S.; GERMANO, M. G. Influências da Física moderna na obra de Salvador Dalí. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 3, p. 400-423, 2007.
- ARAÚJO-JORGE, T.C. (org.) **Ciência e Arte: encontros e sintonias**. Rio de Janeiro: Editora SENAC, 2004.
- ARAÚJO-JORGE, T. C.; SAWADA, A. C. M. B.; ROCHS, R.; AZEVEDO, S. M.; RIBEIRO, J. M.; MATRACA, M. V.; MENDES, M. O. CienciArte© no Instituto Oswaldo Cruz: 30 anos de experiências na construção de um conceito interdisciplinar. **Ciência e Cultura**, 70(2), 25-34, 2018.
- BRITO, L.; SOUZA, M.; FREITAS, D. Formação inicial de professores de ciências e biologia: A visão da natureza do conhecimento científico e relação CTSA. **Revista Interações**, p. 129p.-148p., 2008.
- BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. A.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e sociedade**, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.
- CACHAPUZ, A. F. Arte e ciência no ensino das ciências. **Interações**, v. 10, n. 31, 2014.
- CACHAPUZ, A. F. Arte e ciência no ensino interdisciplinar das ciências. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, v. 1, p. 1-19, 2020.
- CASCAIS, M. G. A.; TERÁN, A. F. Educação formal, informal e não formal na educação em ciências. **Ciência em tela**, v. 7, n. 2, p. 1-10, 2014.

- CASTRO, A. E. **Articulações Arte e Ciência: sobre a experiência da "bio-arte"**. 2008. Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas Universidade Nova de Lisboa, 2008
- CASTRO, M. *et al.* Panorama da integração entre Arte e ensino de Ciências: análises quantitativa e qualitativa. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 346-375, 2021.
- CENDON, B. V.; RIBEIRO, N. A. Análise da literatura acadêmica sobre o Portal Periódico Capes. **Informação & Sociedade**, v. 18, n. 2, 2008.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, p. 89-100, 2006.
- COSTA, P. F. **Ciência e bioarte: encruzilhadas e desafios éticos**. Caleidoscópio Edição e Artes Gráficas, SA, 2007.
- DELEUZE, G. **que é a filosofia?**, O. Editora 34, 2007.
- DIRETÓRIO DOS GRUPOS DE PESQUISA NO BRASIL. **Grupo de pesquisa INTERART - Interação entre arte, ciência e educação: diálogos e interfaces com as Artes Visuais**, c2023. Disponível em: < <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/38168> > Acesso em: 27 jun. 2023
- ERCOLE, F. F.; MELO, L. S.; ALCOFORADO, C. L. G. C. Revisão integrativa versus revisão sistemática. **Revista Mineira de Enfermagem**, v. 18, n. 1, p. 9-12, 2014.
- FARIAS, C. R. O.; FREITAS, D. Educação ambiental e relações CTS: uma perspectiva integradora. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, p. 1, nov. 2007.
- FEITOSA, R. A. Uma revisão sistemática da literatura sobre pesquisas na interface ciência e arte. **Revista Prática Docente**, v. 6, n. 1, p. 1-20, 2021.
- FERNANDES JUNIOR, M. A. J. **A fotografia como ferramenta interdisciplinar para o ensino de arte e ciências**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista "Júlio De Mesquita Filho", 2017.
- FLOR, T. O Uma revisão integrativa sobre ciência e arte no ensino de ciências e saúde, **Monografia de especialização**. Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2019.
- GALLERANI, L. G.; NEVES, M. C. D. **Ensino de Ciências: Uma Experiência no Ensino de 1º Grau**, Campinas: Editora Palavra Muda, 1989.
- <https://www.researchgate.net/publication/350850473_REFLEXOES SOBRE O ENSINO DE CIENCIAS UMA EXPERIENCIA NO ENSINO DE 1o GRAU 1988#fullTextFileContent> Acesso em: 18 Maio 2023

- GOMES, M. Bioarte e a Relação do (s) Público (s) com a Ciência. **Revistas da Faculdade de Letras da Universidade do Porto**, 2014. Disponível em:
<<https://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/5995.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2021
- JENAL, S. *et al.* O processo de revisão por pares: uma revisão integrativa de literatura. **Acta paulista de enfermagem**, v. 25, p. 802-808, 2012.
- LUCISANO, F. R.; NEVES, M. C. D. ; SILVA, J.A.P. Uma análise das perspectivas inter e transdisciplinares na história da ciência presentes nos livros didáticos de física. **Arte e ciência: um encontro interdisciplinar. Maringá: Massoni**, p. 123-137, 2010.
- LUZ, M. T. Impactos da tecnociência nos saberes, na cultura da vida e saúde. **Fórum Sociológico [online]**, 24, 2014, Disponível em:
<<http://journals.openedition.org/sociologico/1007>> Acesso em: 10 dez 2020.
- MATOS, C. **Ciência e arte: imaginário e descoberta**. São Paulo: Terceira margem, 2003.
- MARANDINO, Martha. Tendências teóricas e metodológicas no Ensino de Ciências. **São Paulo, USP**, 2002. Disponível em:
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3949243/mod_resource/content/0/Texto%201%20-%20Marandino%20Tende%CC%82ncias%20no%20Ensino%20de%20cie%CC%82ncias%20final.pdf. Acesso em: 30 de maio 2021
- MARTINS, J. S.; MEDEIROS NETA, O. M.; NASCIMENTO, F. L. S. O Catálogo de Teses e Dissertações como fonte para estudos bibliométricos do campo da Educação Profissional. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 8, p. 1-13, 2019.
- MEIS, L. **Ciência, educação e o conflito humano-tecnológico: Leopoldo de Meis**. GRAFTEX, 1998.
- MELLO, R. C. Uso do Portal de Periódicos da Capes por pesquisadores em um Programa de Pós-Graduação: um estudo de caso em uma Instituição Federal de Ensino Superior. RDBCI: **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, SP, v. 18, n. 00, p.1-13, 2020. DOI: 10.20396/rdbci.v18i0.8660221.
- MACHADO, K. A. **Uma perspectiva da bioarte como meio de comunicação da ciência**. 2021. Trabalho de conclusão de curso, Instituto De Biologia (INBIO) Universidade Federal De Uberlândia, Uberlândia, 2021.
- MENEZES, M.; GRAÇA, L. Bio-Arte: intersecção de duas culturas. **Ciência e Bioarte: Encruzilhadas e Desafios Éticos**, p. 23-36, 2007.
- MENDONÇA F.V. Ilustração Científica: A Arte de Explicar a Ciência e o Conhecimento:

Ilustração Científica: A Arte de Explicar a Ciência e o Conhecimento. **Gaz Med [Internet]**. 27 de setembro de 2017 [citado em 28 de junho de 2023]; 3(4). Disponível em:

<http://www.gazetamedica.com/index.php/gazeta/article/view/52>

MORIN, E. *et al.* **Os setes saberes necessários à educação do futuro**. Cortez Editora, 2014.

MUGNAINI, R.; STREHL, L. Recuperação e impacto da produção científica na era Google: uma análise comparativa entre o Google Acadêmico e a Web of Science. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, n. Esp, p. 92-105, 2008.

OLIVEIRA, C. M.; WAGNER, C. ARTE E CIÊNCIA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 12, n. 2, 2020. Disponível em:<<http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/38168>>Acesso em: 25 de maio de 2022.

PECCININI, D. **Crônica dos Primeiros Tempos da ANPAP (1985-1991)**. [S. l.]: ANPAP, 2017. Disponível em: <http://www.anpap.org.br/encontros/exposicao-anpap-30-anos/>. Acesso em: 17 fevereiro 2021.

PEREIRA, R. M. A. Gabinetes de curiosidades e os primórdios da ilustração científica. **Encontro de História da Arte**, n. 2, p. 407-413, 2006.

PUCCINI, L. R. S. *et al.* Comparativo entre as bases de dados PubMed, SciELO e Google Acadêmico com o foco na temática Educação Médica. **Cadernos UniFOA**, v. 10, n. 28, p. 75-82, 2015.

RAMOS, A.; FARIA, P. M.; FARIA, Ádila. Revisão sistemática de literatura: contributo para a inovação na investigação em Ciências da Educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 14, n. 41, p. 17-36, 2014.

RÉGNIER, J.-C.; ANDRADE, V. L. V. X. A Análise Estatística Implicativa e Análise de Similaridade. In: Jean-Claude Régnier; Vladimir Lira Véras Xavier de Andrade (orgs). **Análise Estatística Implicativa e Análise de Similaridade no quadro teórico e metodológico das pesquisas em ensino de ciências e matemática com a utilização do software CHIC**, Editora Universitária da UFRPE, p. 41-82, 2020.

ROCHA, L. E.; JÚNIOR, C. A. O. M.; NEVES, M. C. D. Ciência e arte: possibilidades de diálogo entre a razão e a emoção. **Revista Valore**, v. 3, p. 312-321, 2018.

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.

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

ROOT-BERNSTEIN, R.; ROOT-BERNSTEIN, M. **Intuitive tools for innovative thinking.** The international handbook on innovation, p. 377-387, 2003.

ROTHER, E. T. "Revisão sistemática X revisão narrativa." **Acta Paulista De Enfermagem** v. 20, p. 2, 2007.

SANTOS, C. M. C.; PIMENTA, C. A. M.; NOBRE, M. R. C. A estratégia PICO para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 15, p. 508-511, 2007.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, 11(1), 83-89, 2007.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SAWADA, A. C. M. B. *et al.* **Ciência e arte: reflexões e metodologias para análise de produções em pesquisa e ensino num campo emergente no Brasil.** 2021, Tese de Doutorado, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2021.

SAWADA, A. C. M. B.; FERREIRA, F. R.; ARAÚJO-JORGE, T. C. Cienciarte ou ciência e arte? Refletindo sobre uma conexão essencial. **Revista Educação, Artes e Inclusão**, v.13(3), p. 158-177, 2017.

SARTORI, R. C. O conhecimento científico moderno e a crise ambiental. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 16, p. 122-123, 2006.

SILVA, J. A. P.; NEVES, M. C. D. **Arte e ciência: um encontro interdisciplinar.** Editora Massoni, 2010.

SILVA, J. A. P.; NEVES, M. C. D. Arte e ciência: possibilidades de reaproximações na contemporaneidade. **Interciencia**, v. 40, n. 6, p. 423-432, 2015.

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.

TOMBOLATO, M. A.; SANTOS, M. A. Análise Fenomenológica Interpretativa (AFI): fundamentos básicos e aplicações em pesquisa. **Revista da Abordagem Gestáltica: Phenomenological Studies**, v. 26, n. 3, p. 293-304, 2020.

WIPPEL, M.; GEBARA, M. J. F. Ciências e Arte: Uma pesquisa bibliográfica nas Atas do ENPEC. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Natal. Anais do**

Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2019.

WIPPEL, M.; GEBARA, M. J. F. Produção acadêmica sobre física e arte no ensino de ciências: uma análise de dissertações e teses produzidas entre 2000-2018. **XVIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2020.

BILBIOGRAFIA DOS TRABALHOS ANALISADOS:

1 - LIMA, M. C. B.; BARROS, H. L.; TERRAZAN, E. A. Quando o sujeito se torna pessoa: uma articulação possível entre Poesia e ensino de Física. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 10, p. 291-305, 2004.

2 - ZANETIC, J. Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-posições**, v. 17, n. 1, p. 39-57, 2006.

3 - FERREIRA, F. C. **Diálogos sobre o tempo-arte e ciência, educação**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2004.

4 - FEITOSA, R. R.; ARAÚJO, M. L. B.; CASTRO MARTINS, M. M. M. Ciência e Arte na escola:(re) configurando o ensino de Biologia. **Ensino em Perspectivas**, v. 2, n. 3, p. 1-8, 2021.

5 - FERNANDES JUNIOR, M. A. J. **A fotografia como ferramenta interdisciplinar para o ensino de arte e ciências**. 2017. 135 f. 2020. Dissertação (Mestrado em Docência para Educação Básica)- Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/150456>. Acesso em: 10 setembro 2021

6 - SILVA, J. A. P.; NARDI, R. Formação de professores: abordagens metodológicas na arte e na ciência. **Formação Docente–Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores**, v. 9, n. 17, p. 11-28, 2017.

7 - CAVALCANTE, J. *et al.* Física e música: uma proposta interdisciplinar. **Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 5, n. 9, 2017.

8 - ROCHA, C. D.; QUEIROZ R. A. C.; ABREU BERNARDES, S. T. A arte, o artesanato e as ciências: uma proposta interdisciplinar. **Encontro de Formação de Professores**, v. 1, n. 1, 2013.

9 - GERMANO, M. G.; FERREIRA, R. L. C. Ciência e arte: diálogos interdisciplinares, popularização e comunicação da ciência. **Anais [...] I CINTEDI. Campina Grande: Realize Editora**, 2014.

10 - REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M. A busca de diálogos entre Ciência e Arte como forma de construir caminhos de compreensão do pensamento científico. **MOURA, B.A.; FORATO, T.C.M. Histórias das ciências, epistemologia, gênero e arte: ensaios para a formação de professores**. São Bernardo do Campo: EdUFABC, 2017.

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

- 12 – SANTOS, S. A.; REIS, J. C.; REGO, S. C. R. Publicações sobre o ensino de Física Moderna: relações construídas entre Artes e Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 366-382, 2019.
- 13 - BERNARDES, S. T. de A.; MACHADO, K. G. Ciência e arte: a produção interdisciplinar do conhecimento no Triângulo Mineiro. **Horizontes (Bragança Paulista)**, v. 39, p. 1-13, 2019.
- 14 - CACHAPUZ, A. Arte e ciência no ensino interdisciplinar das ciências. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, p. 1-19, 2020.
- 15 - TEMOTEO, P. A. de O.; CARNEIRO, M. C.; JUNIOR, A. F. N. Arte, História e Ciência no Ensino do Conceito de Classificação Botânica. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 16, n. 5, 2020.
- 16 - SILVA, J.; NEVES, M. Leitura de imagens como possibilidade de aproximação entre arte e ciência. **Em Aberto**, v. 31, n. 103, 2018.
- 17 - CORREIA, F. A ilustração científica: “santuário” onde a arte e a ciência comungam. **Visualidades**, v. 9, n. 2, 2011.
- 18 - SAWADA, A. C. M. B.; ARAÚJO-JORGE, T. C. **Um Estudo Qualiquantitativo Da Disciplina De Ciência E Arte No Instituto Oswaldo Cruz Através Dos Trabalhos Finais Dos Egressos**. In: Anais do V SIPEQ: Seminário Internacional de Pesquisa e Estudos Qualitativos, 2018, Foz do Iguaçu PR, 2018. Disponível em: <https://sepeq.org.br/eventos/vsipeq/documentos/53636490710/10> Acesso em 11 jul. 2023.
- 19 - SILVEIRA XAVIER, M. C.; BASTOS, H. F. B. N.; FERREIRA, H. S. Ciência e Artes Plásticas como proposta transdisciplinar para a construção de conceitos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 1, p. 11-30, 2011.
- 20 - FIGUEIRA-OLIVEIRA, D.; ROCQUE, L. L.; MEIRELLES, R. M. CACHAPUZ, A. C. Ciência e arte como competência pedagógica para a formação de professores. **Revista Ciências & Ideias ISSN: 2176-1477**, v. 9, n. 1, p. 115-128, 2018.
- 21 - FIGUEIRA-OLIVEIRA, D.; ROCQUE, L. L.; MEIRELLES, R. M. Ciência e arte: um “entre-lugar” no ensino de Biociências e saúde. **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, 2009.
- 22 - CUNHA, S. L.; PAES, F. R.; LIMA SILVA, T. A. Pinturas uma obra interdisciplinar: uma proposta de diálogo entre o ensino de ciências e artes. **Ciências em Foco**, v. 12, n. 1, 2019.
- 23 - NEVES, M. C. D. **Museus Interdisciplinares Arte-Ciência: A Necessidade De Um Espaço Interativo E De Criação**. 2022, Faculdade Campos Elíseos.
- 24 - BACCI, E. B. Teatro de Animação para a Educação Ambiental: Uma experiência no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro **Anais do VI colóquio internacional de educação e contemporaneidade**. 2013, Disponível em: < <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10176/18/17.pdf> > Acessado em: 10 abril 2021
- 25 – SILVA, C. L. de C.; MORAIS, A. R.; AZEVEDO NETA, S. L.; Ciência e Arte: uma proposta de divulgação científica no espaço Ciência em Cena. **Ciência em Tela**, 2018

- 26 - ALMEIDA, C.; BENTO, L.; JARDIM, G.; FREIRE, M.; AMORIM, L.; RAMALHO, M. Ciência e teatro como objeto de pesquisa. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 2, p. 35-40, 2018.
- 27 - GARDAIR, T. L. C.; SCHALL, V. T. Ciências possíveis em Machado de Assis: teatro e ciência na educação científica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 15, p. 695-712, 2009.
- 28 - STUDART, D.; HAMILTON, W. Experiência teatral num museu de ciências pelos desenhos das crianças. **Revista Educação Pública**, v. 1, n. 1, 2022.
- 29 - LOPES, T. Luz, arte, ciência... ação!. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 12, p. 401-418, 2005.
- 30 - MOREIRA, L. M.; MARANDINO, M. O. Teatro em Museus e Centros de Ciências Brasileiros. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências–VIII ENPEC**, v. 8, 2011.