

**Panorama da integração entre Arte e ensino de Ciências: análises quantitativa e qualitativa<sup>+,\*</sup>**

---

*Matheus de Castro e Silva<sup>1</sup>*

Mestrando em Educação e Docência – Universidade Federal de Minas Gerais

*Penha Souza Silva<sup>1</sup>*

Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte – MG

**Resumo**

*A integração entre a Arte e o ensino de Ciências é um tema profícuo na pesquisa da área de Ensino e por isso consideramos importante um mapeamento de suas produções. O objetivo deste trabalho é, então, a elaboração de um panorama dos artigos publicados no Brasil e no exterior entre janeiro de 2000 e março de 2020 sobre a integração entre a Arte e o Ensino de Ciências. Esse panorama foi construído a partir da categorização dos temas de cem artigos Qualis A1 e A2 da área de Ensino e da utilização de uma ferramenta de análise proposta por Turkka, Haataonen e Aksela (2017) para a coleta de dados numéricos. Arelado à análise desses artigos, fazemos a discussão dos trabalhos dos pesquisadores Edgar Morin, Charles Percy Snow e John Dewey que fundamentam a integração entre a Arte e o ensino de Ciências a partir de perspectivas filosóficas e sociológicas, que podem contribuir para a consolidação desse campo de investigação na área de Ensino. Segundo os dados produzidos em nossos estudos, a integração entre a Ciência e a Arte é mais citada nos artigos da área de Ensino de Física (n = 39). Observam-se poucas menções sobre Música (n = 4), Arte Contemporânea (n = 3) e Fotografia (n = 1) nos artigos analisados, sendo que as Artes Plásticas (n = 36) são majoritariamente abordadas. Além disso, há um equilíbrio entre as produções nacionais (n = 49) e internacionais (n = 51) sobre o tema. Contudo, a partir dos dados*

---

<sup>+</sup> Integration between Art and Science Teaching overview: quantitative and qualitative analysis

<sup>\*</sup> Recebido: abril de 2020.

Aceito: outubro de 2020.

<sup>1</sup> E-mails: [matheuscastroqui@gmail.com](mailto:matheuscastroqui@gmail.com); [penhadds@gmail.com](mailto:penhadds@gmail.com)

*coletados, algumas questões de investigação foram apontadas, como, por exemplo, a carência por estudos que proponham atividades que integrem, ao mesmo tempo, conhecimentos artísticos e científicos.*

**Palavras-chave:** *Revisão Bibliográfica; Arte; Ensino de Ciências.*

### **Abstract**

*The integration between Art and Science education is a meaningful theme within the teaching area, and thus mapping its production is important. The aim of this study is then drafting an overview of published articles in Brazil and overseas from January 2000 to March 2020, about the integration between Art and Science Education. This overview was drafted from the theme categorization of a hundred Qualis A1 and A2 articles in the Teaching area and the usage of an evaluation tool, proposed by Turkka, Haataonen, and Aksela (2017), to collect numeric data. By the evaluation of the articles, we proposed a debate upon the studies provided by the researchers Edgar Morin, Charles Percy Snow, and John Dewey, who base the Art and Science Education integration on philosophical and sociological perspectives, which may contribute to a further entrenchment of this Teaching investigation. According to data from this study, the Art and Science integration is mostly mentioned in Physics ( $n = 39$ ). It can also be noted a few quotes regarding Music ( $n = 4$ ), Contemporary Art ( $n = 3$ ) and Photography ( $n = 1$ ), whereas Fine Arts ( $n = 6$ ) are mostly addressed in the article. Furthermore, there is a balance between national ( $n = 49$ ) and international ( $n = 51$ ) content. However, some investigation issues were pointed out from the collected data, as the lack of studies that propose activities interactions, at the same time, between artistic and scientific knowledge.*

**Keywords:** *Literature Review; Art; Science Teaching.*

## **I. Introdução**

*A priori*, os conhecimentos de diversas áreas, enquanto produção cultural e histórica humana possuem alguma relação ou complementaridade. Enquanto essa complementaridade entre algumas áreas é evidente (como, por exemplo, a Física e a Matemática ou a Filosofia e as Ciências Humanas), ela se torna mais intrincada quando discutimos Arte e Ciências, visto que estes conhecimentos são tidos como os extremos da experiência humana. Tradicionalmente, as Ciências são associadas aos conhecimentos atrelados à busca da verdade

e as Artes com a apreciação estética e sensorial do mundo. Essas visões apresentam algumas repercussões para o ensino de Ciências, obstaculizando sua integração com as Artes.

A integração entre o ensino de Ciências e as Artes vem, segundo Hadzigeorgiou (2016, p. 190), a partir da superação das visões positivistas, indutivistas e empíricas sobre o trabalho científico. O entendimento da Ciência como um processo de negociação entre os membros de uma comunidade – e não como a busca por uma verdade objetiva e absoluta possui importantes implicações para o ensino de Ciências e sua integração com as Artes (HADZIGEORGIOU, 2016, p. 185). Esse entendimento fornece uma aproximação entre os processos de inovação científico e artístico, os quais, segundo Root-Bernstein e Root-Bernstein (2004), apresentam profundas similaridades. Estes autores investigaram as construções científicas e artísticas de diversos pesquisadores célebres e argumentam que, apesar dos produtos das Artes e das Ciências serem distintos, artistas e cientistas dividem o mesmo perfil psicológico e a linguagem com a qual descrevem seu trabalho, estruturado por ferramentas transdisciplinares (DIETRICH, 2004; OSBORNE *et al.*, 2003; ROOT-BERNSTEIN, 2002; ROOT-BERNSTEIN; ROOT-BERNSTEIN, 2004, p. 128).

Concordamos com Bruna (2013) ao afirmar que, na área de Ensino, a razão pedagógica básica da integração entre Arte e Ciências é a promoção da criatividade e da imaginação dos estudantes. Estudos de Caiman e Jacobson (2019) sugerem que, em crianças, nos anos iniciais de escolarização, atividades artísticas nas aulas de Ciências auxiliam no desenvolvimento cognitivo de temas científicos e na aprendizagem estética. Nos outros anos da Educação básica, a integração entre Arte e o ensino de Ciências atua como uma “válvula de escape das aulas expositivas” (BARROS; GIRASOLE; ZANELLA, 2013). Ela também pode contribuir com um ensino de Ciências que vai de encontro a uma visão tecnicista (ALCANTARA; BRAGA, 2017; CARVALHO, 2020), na qual os constructos científicos são considerados a expressão de uma prática superior (BRAGA; GUERRA; REIS, 2012), afastando-os de outros conhecimentos humanos. Esse entendimento é construído a partir do estudo dos cenários históricos das produções científicas, associado a uma obra artística, a fim de “lançar um novo olhar para a construção de conhecimento” (ANDRADE; NASCIMENTO; GERMANO, 2007). Além disso, a integração entre a Arte e a formação de professores de Ciências fomenta, nos futuros docentes, habilidades em promover um ambiente interdisciplinar e criativo em sala de aula (MEDINA-JEREZ; DAMBEKALNS; MIDDLETON, 2012).

Essa relação entre conhecimentos artísticos e científicos é o fundamento para analisar a integração entre o ensino de Ciências e as Artes. Desde 2007, António Francisco Cachapuz, professor catedrático da Universidade de Aveiro e pesquisador da integração entre Arte e o ensino de Ciências, deflagra em suas discussões, a carência da área por investigações sobre esse tema (CACHAPUZ, 2007). É importante ressaltar também que, a despeito da escassez de trabalhos de pesquisa sobre o impacto na aprendizagem dos alunos a partir da integração entre Arte e o ensino de Ciências, as evidências disponíveis são bastante positivas e promissoras

(HADZIGEORGIU, 2016, p. 207). Esse cenário propício para pesquisa, juntamente com a carência de produções da área, nos levaram a buscar respostas de que modo são estruturadas as produções nacionais e internacionais sobre o ensino de Ciências e sua integração com as Artes. Desta forma, procuramos analisar essas produções de forma quantitativa e qualitativa, empregando diferentes metodologias e discutindo trabalhos diversos a fim de possibilitar um panorama desse tema de pesquisa na área de Ensino.

Entendemos que um panorama é um recorte de produções, contudo acreditamos que esse trabalho possa oportunizar uma visão geral da área e estimular pesquisas sobre a integração entre Arte e ensino de Ciências. Destarte, o objetivo desse trabalho consiste em elaborar um panorama das produções nacionais e internacionais sobre a integração entre a Arte e o Ensino de Ciências publicadas no período de janeiro de 2000 a março de 2020. Para isso, os artigos foram categorizados segundo os temas abordados e, posteriormente, foi utilizada a ferramenta de análise proposta por Turkka, Haataonen e Aksela (2017) para a coleta de dados numéricos. Além disso, discutimos brevemente as contribuições de alguns filósofos citados nos artigos analisados neste trabalho, como forma de embasar possíveis investigações futuras.

Parece que ainda não há um consenso na área de Ensino de Ciências no sentido de que pode haver uma associação com a Arte. Palavras como “encontros” (BONANNO; BOZZO; SAPIA, 2017; MANASSERO, 2017), “cruzamento” (CACHAPUZ, 2007), “relações” (ARAPAKI; KOLIOPOULOS, 2011), “aproximação” (BRAGA; GUERRA; REIS, 2012), “simbiose” (GALILI; ZINN, 2007), “vínculo” (GÁLVAN-MADRID, 2011) e “integração” (ÇIL, 2016; LAGOS; CAMUS, 2017; TURKKA; HAATAONEN; AKSELA, 2017) são utilizadas nas produções internacionais para mostrar essa associação. Em produções nacionais, além dessas, palavras como “entrelaçamento” (SANTOS, FIGUEIRA, GUSMÃO, 2016), “interação” (SILVA; FREITAS; MIQUELIN, 2015), “união” (ARAÚJO-JORGE *et al.*, 2018), “diálogo” (CARVALHO; REIS, 2020; OLIVEIRA; GOMES, 2016; RANGEL, 2005), “ponte” (ZANETIC, 2006a;SS 2006b) e “interlocução” (FREITAS, 2018) são encontradas. Neste trabalho, optamos por tratar essa associação como uma integração, isto é, a forma pela qual as diversas formas de arte – literatura, desenho, pintura, teatro, música, escultura, fotografia, quadrinhos, dança e cinema – colaboram na abordagem de conteúdos (REIF; GRANT, 2010). No caso do ensino de Ciências, os conteúdos seriam componentes curriculares, como a transformação de fases de substâncias, a gravitação e a classificação dos seres vivos, assim como tópicos associados à natureza, história e filosofia da Ciência.

Além disso, este trabalho vem como uma demanda observada pelos autores por uma produção que sistematizasse esse tema no campo do Ensino e trouxesse alguns dados quantitativos, visto que em nossas investigações, não encontramos nenhum artigo que trouxesse essas informações. Contudo, é importante ressaltar que o trabalho de Pinto e Moreira (2019) deve ser evidenciado pela coletânea dos trabalhos sobre o papel do teatro no ensino de Ciências feita pelos autores.

Diante deste quadro, este artigo propõe análises qualitativas e quantitativas de produções que foram selecionadas segundo critérios - que são discutidos a seguir.

## II. Metodologia

Inicialmente, foi realizado um levantamento das principais publicações sobre a integração entre Arte e ensino de Ciências em periódicos nacionais e internacionais, da área de Ensino Qualis, A1 e A2. A busca das revistas e periódicos foi feita no sistema WebQualis da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), durante os meses de março e abril de 2020. A nova ferramenta de análise de publicações, proposta pela CAPES em julho de 2019, não foi considerada neste trabalho. Com a coleta dos artigos, houve a necessidade de instaurar um recorte temporal para as publicações, desta forma, os artigos aqui analisados foram publicados de janeiro de 2000 a março de 2020. O recorte temporal nas publicações se justifica pela impossibilidade de encontrar algumas produções anteriores a 2000 nos *sites* das revistas e para limitar este panorama a trabalhos mais recentes. As revistas Qualis A1 e A2 e a quantidade de artigos sobre o tema encontrados em cada uma delas estão representadas nos Quadros 1 e 2. Essa classificação foi retirada da plataforma Sucupira, uma ferramenta da CAPES, considerando dados da classificação do quadriênio 2013-2016. Neste trabalho, não serão abordadas variações na classificação das revistas no período de 2013 a 2016, visto que não contribuiriam para a construção do panorama.

A busca pelos artigos ocorreu diretamente nos *sites* das revistas com as palavras-chave “arte”, “artes”, “art” ou “arts”. Na ausência de uma ferramenta de busca no *site*, as publicações foram analisadas individualmente. Os artigos estrangeiros foram obtidos por meio do Portal de Periódicos da Capes e todos os artigos nacionais investigados foram publicados em revistas de acesso livre. Como nem todas as revistas da área de Ensino pesquisadas eram especializadas em ensino de Ciências, houve a necessidade de uma triagem das produções que discutissem a integração entre Arte e ensino de Ciências a partir da leitura de cada artigo. Ao final, foram encontrados 100 artigos.

Quadro 1 – Relação das revistas e periódicos Qualis A1 consultados em março e abril de 2020 e a quantidade de artigos selecionados para este trabalho.

Revistas Qualis A1		
Nome da revista	Quantidade de artigos (n)	ISSN
American Journal of Physics	5	0002-9505
Chemistry Education Research and Practice in Europe	3	1109-4028
Ciência & Educação	1	1980-850X

Cultural Studies of Science Education	1	1871-1510
Educação e Pesquisa	2	1678-4634
Educação em Revista	1	1982-6621
Educación Química	7	1870-8404
Educar em Revista	2	1984-0411
Enseñanza de las Ciencias	1	2174-6486
European Journal of Physics	1	0143-0807
International Journal of Science Education	2	0950-0693
Journal of Biological Education	2	0021-9266
Journal of Science Communication	3	1824-2049
Pro-Posições	2	1980-6248
Revista Brasileira de Educação	1	1809-449X
Revista Brasileira de Ensino de Física	2	1806-9126
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	7	1697-011X
Science & Education	6	1573-1901
The Physics Teacher	8	0031-921X

Quadro 2 – Relação das revistas e periódicos Qualis A2 consultados em março e abril de 2020 e a quantidade de artigos selecionados para este trabalho.

<b>Revistas Qualis A2</b>		
<b>Nome da revista</b>	<b>Quantidade de artigos (n)</b>	<b>ISSN</b>
Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	3	1982-5153
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	8	2175-7941
Ciência e Cultura	4	0009-6725
Ensino em Revista	1	0104-3757
História, Ciências, Saúde – Manguinhos	1	1678-4758
Public Understanding of Science	3	0963-6625
RBPG - Revista Brasileira da Pós-Graduação	1	1806-8405
REEC - Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	1	1579-1513
REnCiMa – Revista de Ensino de Ciências e Matemática	1	2179-426X
Research in Science & Technological Education	1	1470-1138
Revista Areté – Revista Amazônica de Ensino de Ciências	2	1984-7505

Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	2	1982-873X
Revista Práxis	14	1984-4239
Terrae Didatica	1	1679-2300

Ainda que não tenha sido realizado um tratamento estatístico para os dados coletados, podemos afirmar que a análise quantitativa na construção deste trabalho se apoia em sua parte qualitativa e vice-versa, visto que as relações entre esses dois tipos de pesquisa podem ser estabelecidas em diferentes níveis (FLICK, 2009, p. 39). A quantidade de artigos e produções sobre determinado tema pode ser considerada como um indicativo, por exemplo, da carência de pesquisas, atrelando os dados numéricos e as análises processuais. Flick (2009, p. 45) discute o caráter quantitativo de pesquisas que utilizam dados numéricos em suas discussões, classificando-as como “quase-quantitativas”, contudo, optamos pela terminologia “análise quantitativa”.

A análise quantitativa se baseia em dois momentos. Inicialmente, os artigos foram analisados por sua procedência - revistas e periódicos nacionais ou internacionais – e por duas categorias denominadas “Área da Arte” e “Área da Ciência”, que corresponde ao seu conteúdo.

A categoria “Área da Arte” indica qual(is) conhecimento(s) artístico(s) foi(ram) abordado(s) na produção. Essa categoria foi dividida em oito subcategorias: Artes plásticas (desenho, pintura e escultura), Literatura, Artes cênicas (teatro, dança e performances), Cinema, Música, 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).

A categoria “Área da Ciência” corresponde aos conhecimentos científicos principais que são abordados nos artigos. Inicialmente, essa área possuía quatro subcategorias: Biologia/Saúde/Ambiental, Física, Química e Diversas Áreas. Contudo, a partir das categorizações dos artigos, optamos por desmembrar a subcategoria Biologia/Saúde/Ambiental em três, para que os dados quantitativos fossem melhor distribuídos. A partir da triagem dos artigos nessas categorias, foi calculada a porcentagem presente em cada uma delas, concluindo a primeira parte da análise quantitativa. Os dados dessa análise estão discutidos na seção “Análise Quantitativa dos artigos” deste trabalho.

O segundo momento desta análise se baseia na estrutura analítica presente no trabalho de Turkka, Haataonen e Aksela (2017). Neste trabalho, os autores discutem a ausência de produções que sistematizem as integrações entre Arte e ensino de Ciências. A partir disso, eles promoveram uma análise das práticas que integram Arte e ensino de Ciências de 66 professores de Ciências do ensino básico, construindo uma estrutura analítica. Essa estrutura visa caracterizar a integração entre o ensino de Ciências e a Arte a partir de

duas categorias básicas: integração a partir do conteúdo (IC) e integração a partir de atividades (IA), divididas em três subcategorias cada (Fig. 1).

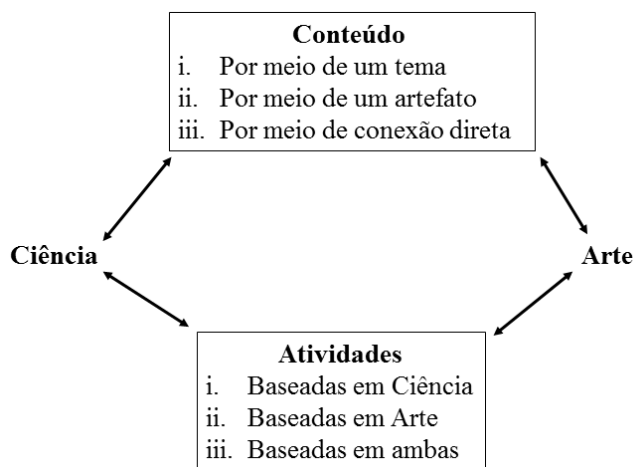


Fig. 1 – A estrutura de integração entre arte e ensino de ciências proposta por Turkka, Haatainen e Aksela (2017).

A integração a partir do conteúdo (IC) parte da ligação, direta ou indireta, entre ideias ou conceitos por meio de temas, artefatos ou técnicas. A categoria IC, geralmente, está presente em estudos teóricos que envolvem a associação entre a história e a filosofia da Ciência com teóricos da Arte e o conceito de estética. Já a integração a partir de atividades (IA) conecta uma atividade em um domínio – Ciências ou Arte – a uma ideia ou a um artefato no outro domínio. Os artigos que pertencem a essa categoria apresentam um relato de uma atividade para o ensino básico ou superior que integra as Artes e o ensino de Ciências e, em seguida, uma análise dessa atividade.

O modelo de análise permite que algumas atividades encaixem em ambos os parâmetros. Contudo, optamos para uma coleta de dados quantitativos, atribuir apenas uma categoria aos artigos. A categoria atribuída é aquela mais discutida pelo artigo, que embasa suas discussões. Caso haja um equilíbrio entre as categorias IA e IC, o artigo não foi contabilizado para os dados quantitativos.

Apesar de Turkka, Haataonen e Aksela (2017) construírem essa estrutura analítica a partir de questionários destinados a professores da Educação básica a fim de investigar suas práticas, acreditamos que a proposta pode ser aplicada em diferentes produções, como os artigos aqui analisados. Apesar de nenhuma outra categoria ter sido adicionada à estrutura analítica, alguns conceitos foram alterados na concepção de suas subcategorias e serão explicados na Análise quantitativa dos artigos. Entendemos que, conforme os autores manifestam a carência de uma ferramenta para análise de dados sobre a integração entre ensino de Ciências e Arte, este trabalho pode ampliar a visão da estrutura construída por eles e instigar estudos para a construção de outras. Os artigos foram integral ou parcialmente lidos



para serem classificados segundo a estrutura analítica proposta por Turkka, Haataonen e Aksela (2017), dependendo das informações contidas em cada um deles.

Para as discussões posteriores, descreveremos os parâmetros de cada categoria – integração a partir das atividades (IA) e integração a partir do conteúdo (IC) – e suas subdivisões. A categoria IA pode ser identificada nos trabalhos a partir de verbos ou substantivos que indicam atividades pedagógicas, como analisar, desenvolver, comparar ou desenhar. As subcategorias são geradas a partir do contexto no qual as atividades são realizadas e podem ser denominadas por:

- i. Atividades baseadas em Ciências: são construídas a partir de práticas científicas, como analisar os pigmentos de uma obra de arte.
- ii. Atividades baseadas em Arte: são construídas a partir do desenvolvimento de uma obra, construção ou técnica artística.
- iii. Atividades baseadas em ambas: possuem práticas artísticas e científicas em um mesmo processo pedagógico. Geralmente, são associadas a processos de visualização de alguns fenômenos cotidianos ou experimento científico por meio de desenhos, pinturas e esculturas.

Os artigos que abordam atividades com obras ou técnicas artísticas no intuito de discutir conceitos científicos ou na representação de modelos foram classificados em “Atividades baseadas em Ciências”, visto que a Arte foi utilizada apenas como uma representação da Ciência. A categoria IC é observada na relação, direta ou indireta, de um tema ou de um artefato em comum nas Ciências e na Arte ou em uma ligação direta entre os conteúdos das duas áreas. As subcategorias desse tipo de integração, segundo Turkka, Haataonen e Aksela (2017), podem ser denominadas:

- i. Integração da Arte por meio de um tema: sugere um tema, um tópico, um fenômeno ou uma ideia geral e abrangente que podem ser abordados por ambas as áreas, como simetria, natureza, cor e luz.
- ii. Integração da Arte por meio de um artefato: é um tipo de integração baseada em artefatos – máquinas, objetos, obras de arte, poemas e demais construções literárias, filmes e animações – que possuem, simultaneamente, características científicas e artísticas.
- iii. Integração da Arte por meio de conexão direta: essa subcategoria é elaborada a partir de dois conceitos, ideias ou domínios principais entre Arte e Ciência que são conectados, sem mediação por artefatos ou temas. Logo, a conexão direta é estruturada a partir da ligação entre duas construções: uma científica e outra artística. Por exemplo, uma conexão entre a série de Fibonacci com música e ondas na Física. Turkka, Haataonen e Aksela (2017) exemplificam que uma disciplina denominada “Música e Som” seria categorizada como uma conexão direta, visto que música é um domínio principal dentro da Arte.

Os artigos foram classificados segundo as categorias e subcategorias propostas por Turkka, Haataonen e Aksela (2017) e, posteriormente, foi calculada a porcentagem dos artigos correspondente a cada uma delas. Essa análise quantitativa desencadeou algumas discussões sobre autores que são recorrentes em diversos artigos e sobre padrões obedecidos por algumas configurações pedagógicas propostas pelos trabalhos analisados. Por conseguinte, uma análise qualitativa dos principais artigos foi construída, a partir da discussão de alguns aspectos epistemológicos, filosóficos e pedagógicos da integração entre Arte e ensino de Ciências presentes nos artigos. Os dados obtidos por meio dessa análise estão apresentados na seção “Análise Quantitativa e Qualitativa dos artigos – categorias IA e IC”.

### III. Análise quantitativa dos artigos

Foram encontrados um total de 33 revistas e periódicos com publicações sobre a integração entre Arte e ensino de Ciências, dentre os quais, 18 nacionais (55%) e 15 internacionais (45%). Dentre os artigos, 51 estão em revistas e periódicos internacionais e 49 em publicações nacionais. Dois artigos foram produzidos por pesquisadores brasileiros, contudo foram publicados em uma revista internacional, sendo classificados como publicação internacional. Esses dados apresentam, então, um cenário equilibrado entre as publicações brasileiras e internacionais.

A revista com maior número de publicações ( $n = 14$ ) é nacional e intitulada Revista Práxis. As revistas com o segundo maior número de publicações ( $n = 8$ ) são o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (nacional) e *The Physics Teacher* (internacional), ambas especializadas em ensino de Física. Esses dados ratificam os valores apresentados no Quadro 4, em que a área do Ensino de Física possui o maior número de produções ( $n = 39$ ).

Os resultados das análises quantitativas dos artigos de revistas Qualis A1 e A2, de acordo com as categorias anteriormente discutidas, estão apresentadas nos Quadros 3 e 4. Podemos observar no Quadro 3 que a maioria dos artigos ( $n = 36$ ) possui discussões sobre Artes Plásticas no ensino de Ciências, sendo a pintura a mais abordada ( $n = 15$ ). Com relação à Ciência envolvida (Quadro 4), a maioria dos artigos ( $n = 39$ ) trata sobre conhecimentos de Física em sua integração com a Arte.

Na categoria “Área da Arte”, é importante salientar alguns pontos. A subcategoria “Literatura” corresponde à utilização de textos diversos, como histórias em quadrinhos (CAMPANINI; ROCHA, 2016; ESTEVÃO; COSTA, 2016; PEREIRA; FONTOURA, 2016), narrativas ou *storytelling* (DAVIES *et al.*, 2019; FINKLER; LEÓN, 2019; RIBEIRO; MARTINS, 2007; RICHTER *et al.*, 2019), cordel (ANDRADE *et al.*, 2011) e textos de divulgação científica (OLIVEIRA; ZANCUL, 2014; MATTA; ROCHA, 2017). Os textos de divulgação científica aparecem em diversos artigos sobre a área de Ensino de Ciências, contudo nem todos os autores os consideram parte da Literatura e, portanto, da Arte, não havendo indicações em seus trabalhos. Dessa forma, alguns artigos que tratam desse assunto

não são estudados neste trabalho. Mesmo assim, “Literatura” corresponde a 17% das produções sobre a integração entre ensino de Ciências e Arte.

Quadro 3 – Quantidade de artigos analisados na categoria Área da Arte.

<b>Subcategoria</b>	<b>Quantidade de artigos (n)</b>
Artes plásticas	36
Diversas áreas	19
Literatura	17
Artes cênicas	10
Cinema	10
Música	4
Contemporânea	3
Fotografia	1

Quadro 4 – Quantidade de artigos analisados na categoria Área da Ciência.

<b>Área da Ciência</b>	<b>Quantidade de artigos (n)</b>
Física	39
Diversas áreas	18
Biologia	15
Química	12
Ambiental	11
Saúde	5

Há trabalhos que integram mais de uma área da Arte, como as Artes Cênicas e as Artes Plásticas (BRUNA, 2013). Foram adicionados a essa subcategoria artigos que falam de Arte de uma maneira geral, como forma de expressão ou conhecimento humano, sem se aprofundar em uma área específica, como o trabalho de Vilhalva e Ferreira (2018).

Como a subcategoria “Artes Plásticas” envolve esculturas e modelagem houve trabalhos sobre origami e suas potencialidades em representar algumas estruturas científicas (DAVIS *et al.*, 2010; MENEZES, 2018). Geralmente, os trabalhos que associam o ensino de Ciências às Artes Plásticas levam em conta os materiais que constituem uma obra de arte ou utilizam a Arte como forma de representação de uma imagem com repercussões na área das Ciências, como o lixo e seu descarte (FREITAS; GONÇALVES, 2018) e até bolhas de sabão (BEHROOZI, 2008).

Os trabalhos que envolvem conhecimentos físicos são destaque nas produções. Há artigos que relacionam as pinturas surrealistas com conhecimentos de Física Moderna (ANDRADE *et al.*, 2007; FERNANDES *et al.*, 2017) ou o teatro com o ensino de Física

(MEDINA; BRAGA, 2010; OLIVEIRA; GOMES, 2016). As produções que tratam do conhecimento físico estão comumente associadas à luz e cores das obras de artes e técnicas artísticas (LOPÉZ, 2009; GALILI, 2013; ROSSING; CHIAVERINA, 2000) e a diversos processos de produção de imagens (MULLER, 2009). Existem artigos sobre a natureza da ciência física e sua relação com a Arte, como nos trabalhos de Zanetic (2006a e 2006b) e Alcantara e Braga (2017).

O panorama quantitativo dessa seção demonstra que o ensino de Química e, das áreas da Saúde e a Educação Ambiental ainda são as áreas menos contempladas com trabalhos envolvendo Arte. Ademais, a fotografia, a música e a arte contemporânea totalizam 8% das produções, sendo, portanto, possíveis áreas de investigação para o ensino de Ciências.

#### IV. Análise qualitativa dos artigos

A partir da análise quantitativa utilizando a ferramenta proposta por Turkka, Haataonen e Aksela (2017), podemos perceber que a maioria dos artigos analisados (n= 63) integra a arte por meio de atividades. Nesta categoria, há um equilíbrio entre os artigos que abordam atividades de Ciências (n = 28) e atividades de Arte (n = 29), conforme pode ser observado no Quadro 5.

Quadro 5 – Quantidade de artigos de cada subcategoria – categoria IA.

Subcategoria IA	Quantidade de artigos (n)
Atividades baseadas em Artes	29
Atividades baseadas em Ciências	28
Atividades baseadas em ambas	6
TOTAL	63

Geralmente, as atividades baseadas em Ciências são análises dos materiais, tintas e pigmentos que compõem uma obra artística (BONANNO; BOZZO; SAPIA, 2017; BOUGHTON, 2001; GARCÍA-SAIZ, 2011; LAGOS; CAMUS, 2017; ORNA, 2011) ou são atividades que utilizam a obra de arte como representação de fenômenos e conceitos científicos (FERNANDES *et al.*, 2017; MENDONÇA; FERREIRA; LA ROCQUE, 2016).

As atividades baseadas em Artes (n = 29) contemplam a participação dos alunos em processos de modelagem (DAVIS; LESLIE; BILINTON, 2009), na escrita de roteiros para peças de teatro (MOREIRA; NASCIMENTO; SOUZA, 2019; OLIVEIRA; GOMES, 2016), em desenhos e enredos para histórias em quadrinhos (RANGEL, 2005) e em instalações contemporâneas (SANTOS; FIGUEIRA; GUSMÃO, 2016). Nessas propostas, a Arte atua como forma de expressão, convidando os alunos ou os licenciandos/licenciados – em artigos sobre formação inicial ou continuada de professores – a utilizarem os processos artísticos

como forma de expressão de algum tema científico ou na abordagem de um modelo ou uma teoria. Os artigos que apresentam atividades em ambas – Ciências e Artes – são minoria (n = 6) e, geralmente, possuem atividades de divulgação científica por meio da exibição de filmes (SILVA, 2016) e textos (OLIVEIRA; ZANCUL, 2014) ou apresentam um levantamento sobre possíveis integrações entre Física e Artes (VILHALVA; FERREIRA, 2018). Há uma pequena quantidade, na categoria IA, em publicações que abordam atividades científicas e artísticas (n = 6), apresentando uma carência de investigações voltadas para esse tipo de abordagem. Esses trabalhos foram classificados dessa maneira, pois as atividades apresentavam uma sobreposição de conteúdos artísticos e científicos. Por exemplo, o trabalho de Vilhalva e Ferreira (2018) apresentou um questionário para o levantamento de percepções de licenciandos de Física sobre a integração da Ciência com a Arte, sendo classificado como uma atividade integrando ambos os conteúdos.

Na categoria IC, foram reunidos artigos que desenvolveram abordagens, sequências didáticas, metodologias de ensino ou outras produções pedagógicas e não realizaram uma coleta de dados em campo. Essa categoria é comumente observada em produções teóricas, envolvendo a história e a filosofia da Arte e das Ciências e apresenta um menor número de publicações (n = 47). Sua subcategoria mais expressiva é a integração a partir do conteúdo por meio de um artefato (n = 37) com características artísticas e científicas. Ela apresenta a maior quantidade de artigos em uma subcategoria e, muitas vezes, possui uma interpretação científica de pinturas, desenhos, poemas e outras obras.

A subcategoria da integração por meio de um tema apresenta poucos artigos (n = 7) e, geralmente, estão associados ao ensino de Física e temas gerais como cor, luz e sombras. Isso também é observado na subcategoria da integração por meio de conexão direta, que integra um tema de Arte e outro de Ciências. A pequena produção sobre essa integração (n = 3) pode ser interpretada por uma demanda por estudos ou pela complexidade no desenvolvimento de uma investigação que una dois temas de áreas consideradas opostas.

Quadro 6 – Quantidade de artigos de cada subcategoria – categoria IC.

<b>Subcategoria IC</b>	<b>Quantidade de artigos (n)</b>
Por meio de um artefato	37
Por meio de um tema	7
Por meio de conexão direta	3
TOTAL	47

Diversas pinturas e desenhos (PLANINSIC, 2015) foram utilizados nos artigos como fonte de representação de momentos históricos importantes para a Ciência ou de fenômenos científicos. Os trabalhos de Andrade, Nascimento e Germano (2007), de Carvalho e Reis (2020) e de Fernandes *et al.* (2017) relacionam obras surrealistas de artistas como Salvador

Dalí e Remedios Varo com momentos cruciais de rupturas proporcionadas pela Física Quântica na mecânica clássica, sendo um dos representantes da subcategoria de integração IC por meio de um artefato. Ainda no ensino de Física, existem estudos abordando como a Arte retrata conceitos físicos como espaço, luz e cor (ARAPAKI; KOLIOPOULOS, 2011; DUCHEIKO; SILVA; NEVES, 2015; EDE, 2002; GOMES; DIGIOGI; RABONI, 2011; ROSSING; CHIAVERINA, 2000; SOMMER, 2015), óptica geométrica (BAPAT, 2009; GALILI; ZINN, 2007; GALILI, 2013; LEE *et al.*, 2010; SILVA; FREITAS; MIQUELIN, 2015), astronomia (DUCHEIKO; SILVA, 2017; OLSON, 2015), hidráulica (ECKERT, 2006), momentos históricos dos conhecimentos físicos (BRAGA; GUERRA; REIS, 2012; HALPERN, 2011) ou na formação de professores (MEDINA-JEREZ; DAMBEKALNS; MIDDLETON, 2012). As Artes Plásticas podem ser uma forma de construção de modelos científicos (BEHROOZI, 2008; DUARTE *et al.*, 2018; LINCOLN; OLSON, 2018; RODRIGUES; LAVINO, 2020). Além disso, as imagens produzidas por um equipamento de xérox no registro de fenômenos ondulatórios foram consideradas uma forma de expressão no trabalho de Muller (2019). É importante destacar que o potencial das Artes Plásticas no ensino de Física foi investigado por Vilhalva e Ferreira (2018) a partir das visões de licenciandos, sendo encontrados diversos caminhos para essa integração.

No ensino de Química, os autores discutem como os caminhos da expressão artística e suas técnicas e materiais podem integrar as aulas da Educação básica (GALVÁN-MADRID, 2011). Geralmente, esse tipo de integração é construído a partir das propriedades físicas e químicas dos materiais artísticos, como telas, pigmentos (LAGOS; CAMUS, 2017; ORNA, 2011) e tintas (GARCÍA-SAIZ, 2011). Há também algumas produções cinematográficas e literárias que tratam de temas típicos da Química, como a transformação da matéria e as reações (GUADIX, 2009).

A Arte pode contribuir no ensino de Ciências Biológicas a partir da representação gráfica, em desenhos e fotografias de seres vivos em aulas de Zoologia (GRILLI; LAXAGUE BARBOZA, 2015), Botânica (ÇIL, 2016) ou Bioquímica (BRUNA, 2013). A área da Saúde possui algumas investigações sobre a formação de pesquisadores e professores a partir da Arte, contemplando aspectos filosóficos da expressão artística e da investigação científica (ARAÚJO-JORGE *et al.*, 2018; FERREIRA, 2010; FIGUEIRA-OLIVEIRA; RODRIGUEZ; MEIRELLES, 2012)

O ensino de Ciências pode contemplar locais onde a Arte é exposta, como os museus e os centros de arte (DALE; BAILEY, 2017; LÓPEZ, 2009) e parques (TEIXEIRA; MURAMATSU; ALVES, 2010). Essa área de estudos apresenta certa especificidade, além de discussões sobre museologia e outros conhecimentos. Ademais, há estudos sobre museus científicos que abordam diferentes visões do potencial dos espaços culturais, apresentado, por exemplo, no trabalho de Gruzman e Siqueira (2007).

Alguns artigos não utilizaram um artefato artístico – como pinturas ou desenhos – para relacionar a Física com a Arte, mas instrumentos científicos, como um telescópio feito

por Galileu (MANASSERO, 2017), um equipamento de refração de J. F. Nicéron (HUNT; SHARP, 2011) ou outros instrumentos ópticos (ALCANTARA, BRAGA, 2017). Ainda sobre as Artes Plásticas, podemos citar os trabalhos de Davis *et al.*, 2009 e Menezes, 2018 na utilização de origami como forma de representação de modelos e teorias científicas, auxiliando no entendimento dos alunos sobre fenômenos como a polinização e a representação tridimensional de estruturas científicas.

Já o teatro e os jogos teatrais, nos artigos analisados, foram utilizados como forma de expressar conceitos científicos, momentos históricos da Ciência (MOREIRA; NASCIMENTO; SOUZA, 2019), a natureza da Ciência (MEDINA; BRAGA, 2010) ou propostas de formação de professores por meio de performances artísticas (CROCHIK, 2019). Esses trabalhos propunham diversos temas científicos, como a relatividade (OLIVEIRA; GOMES, 2016), práticas de fabricação de produtos naturais (MENDONÇA; LEITE, 2010), lixo (FREITAS, GONCALVES, 2018) ou divulgação científica (SILVEIRA; ATAÍDE; FREIRE, 2009) como tema científico para a elaboração do roteiro das atividades teatrais.

Os filmes, as animações e os documentários são integrados ao ensino de Ciências devido às suas potencialidades na abordagem de temas científicos (CHAI; GARCIA, 2011; COSTA; BARROS, 2016; MATTA; ROCHA, 2017; MONTEIRO; COLARES, 2016; NASCIMENTO; MEIRELLES, 2015; SILVA, 2016) e da imagem do cientista no cinema (MENDONÇA; FERREIRA; LA ROCQUE, 2016). Essas potencialidades são reconhecidas por professores de Ciências da Educação básica, gerando uma intensa utilização do cinema nas salas de aula (BARROS; GIRASOLE; ZANELLA, 2013). Piassi e Pietrocola (2009) nos atentam para o fato de que o método de buscar erros científicos em produções cinematográficas pode ocasionar uma falsa impressão da Arte como uma linguagem errônea no tratamento da Ciência. Acreditamos que a proposta da linguagem artística não é retratar a realidade, mas sim, buscar novas formas de representá-la, constituindo, assim, seu potencial no ensino de Ciências.

Diversas composições literárias, como poemas (CACHAPUZ, 2007), narrativas (FINKLES; LEÓN, 2019; GIRARDELLO, 2011; LUNN; NOBLE, 2008; RANGEL, 2005; RIBEIRO; MARTINS, 2007; RICHTER *et al.*, 2019; SILVA; OLIVEIRA; SOUZA, 2019; SILVEIRA; ZANETIC, 2016a e 2016b), textos científicos (OLIVEIRA; ZANCUL, 2014) e histórias em quadrinhos (CAMPANINI; ROCHA, 2016; ESTEVÃO; COSTA, 2016; FIORESI; CUNHA, 2019; PEREIRA; FONTOURA, 2016). Nestes trabalhos, a Literatura é fonte de informações para a discussão de temas científicos ou uma forma de expressão de conceitos da Ciência. A música também se configura em algumas produções (BARROS; DINIZ; ARAÚJO-JORGE, 2019), sendo composta pelo som dos insetos (RESÉNDIZ *et al.*, 2013) ou utilizada como material para o ensino de Zoologia (BRANDÃO *et al.*, 2016).

## V. O embasamento das pesquisas sobre integração entre Arte e ensino de Ciências

Na área do Ensino, as investigações nacionais e internacionais são embasadas por dois autores principais: Edgar Morin (ANDRADE *et al.*, 2011; CACHUPUZ, 2007 e 2011; FREITAS; GONÇALVES, 2018) e Charles Percy (C.P.) Snow (FERNANDES *et al.*, 2017; GALILI; ZINN; 2007; SILVA; REIS; REGO, 2019; ZANETIC, 2006a e 2006b). Pela importância das contribuições desses autores na integração entre Arte e Ciências, e sua repercussão na área da Educação, consideramos analisar suas publicações de forma mais detalhada.

Morin é o fundador da teoria filosófica do Pensamento Complexo que, nas palavras do autor, pode ser definida como “o que visa ultrapassar a confusão, o embaraço e a dificuldade de pensar com o auxílio de um pensamento organizador: que separa e que religa” (2015, p.118). Para o autor (2015, p. 119), o pensamento complexo permite “a possibilidade de religar e, ao mesmo tempo, de separar o ser humano da natureza e do cosmo” a partir do diálogo entre duas culturas: a científica e a humanística.

Segundo Morin, o mundo vive diversas crises que geram desafios no campo do conhecimento, dentre eles o desafio cultural que compreende uma dicotomia entre as culturas das Humanidades e das Ciências, desconsiderando um caráter inter, multi e transdisciplinares (MORIN, 2015, p. 128). Enquanto a cultura científica compartimenta as áreas do conhecimento para a realização de descobertas, a cultura humanística “estimula a reflexão sobre o saber e favorece a integração pessoal dos conhecimentos” (MORIN, 2018, p. 17).

Como as Ciências ocuparam um lugar privilegiado na construção do conhecimento, elas formaram, assim, o modo de pensar da sociedade, denominada, então, de “sociedade do conhecimento” (MORIN; DÍAZ, 2016, p. 18). Esse modo de pensar começou a ser questionado a partir da noção de que era “impossível apelar à ciência como portadora de um conhecimento definitivo” (MORIN; DÍAZ, 2016, p. 18), conferindo-lhe um caráter de incerteza, típico dos sistemas complexos. O entendimento da complexidade das Ciências, assim como suas implicações éticas e sociais, cabe à cultura humanística, sendo patente a integração entre esses campos do saber. O desafio cultural, então, repercute na área da Educação como um desafio cognoscível de sistematização de uma nova epistemologia para “formar um pensamento complexo, que reconheça o que está tecido junto” (MORIN; DÍAZ, 2016, p. 72).

O distanciamento entre as duas culturas também foi tema de uma palestra de C. P. Snow publicado no Brasil com o título de “As duas culturas e uma segunda leitura”. Nele, o físico e romancista inglês deflagra o distanciamento entre dois grupos acadêmicos: os “cientistas” e os “colegas da literatura” (SNOW, 2015, p. 18). Segundo o autor, a polarização é causada pela incompreensão mútua, gerando figuras estereotipadas: os cientistas “inconscientes da condição humana” e os literatos “totalmente desprovidos de previsão” (SNOW, 2015, p. 22). Para o autor (2015, p. 27), o entendimento das Ciências como “cultura”, constituída por “atitudes comuns, padrões e formas de comportamento comuns” é



primordial, porém era ignorado por seus contemporâneos do final da década de 1950. Tamanhas foram as repercussões de suas constatações, que o autor escreveu um ensaio, “Duas culturas: uma segunda leitura”, no qual discute cada um dos questionamentos levantados por integrantes das duas culturas. Ao final desse ensaio, Snow revela seus desejos em propiciar aos estudantes que “não desconheçam a experiência criativa, tanto na ciência quanto na arte” (2015, p. 128).

É importante ressaltar que tanto Morin quanto Snow figuram, geralmente, em produções na área de Ensino embasando integrações entre a literatura e o ensino de Ciências. Ademais, esses autores são citados em diversas produções que integram a Arte e o ensino de Ciências da categoria IC.

Há três artigos (CAIMAN; JAKOBSON, 2019; DAVIES *et al.*, 2019; GUNEY; SEKER, 2017), estudados neste trabalho, publicados em revistas internacionais que citam o filósofo da corrente pragmatista John Dewey. Estes artigos são voltados para conceitos tratados pelo filósofo voltados para a Arte como uma experiência estética, aproximando-a de construções científicas. A estética é um foco de pesquisa internacional da integração entre o ensino de Ciências e a Arte (HADZIGEORGIOU, 2016). Nenhuma publicação nacional trata dos fatores filosóficos da estética em associação com as Ciências e seu ensino.

John Dewey, filósofo e pedagogo, contribuiu para as bases teóricas da Escola Nova, propondo um modelo de ensino-aprendizagem focado no estudante, tornando-o sujeito dos processos pedagógicos (PEREIRA *et al.*, 2009). O trabalho de Caiman e Jakobson (2019) discute a participação de crianças no processo de construção do conhecimento científico a partir de práticas estéticas e artísticas, de acordo com a obra “Arte como experiência” (2010) de Dewey. Neste livro, o autor propõe que “a experiência estética não pode ser nitidamente distinguida da intelectual, uma vez que esta última precisa exibir uma chancela estética para ser completa” (DEWEY, 2010, p. 114). Dessa forma, a experiência, segundo Dewey, possui uma forma narrativa, com início, meio e fim, envolvendo uma interação com um objeto ou um momento expressivo, como uma obra de arte (DAVIES *et al.*, 2019). Os três trabalhos, que se baseiam na filosofia deweyana, analisados neste panorama investigam “aspectos estéticos da ciência” (GUNEY; SEKER, 2017), relacionando-os com o ensino de Ciências nos anos iniciais de escolarização (CAIMAN; JAKOBSON, 2019) ou com os discursos da comunidade científica (DAVIES *et al.*, 2019).

Nota-se que as principais produções que integram a Arte por meio de um artefato envolvem a história da Arte e das Ciências, assim como parâmetros filosóficos e epistemológicos. A partir dessas categorizações é importante frisar que as subcategorias se sobrepõem e, em alguns trabalhos, selecionar apenas uma seria limitar os resultados da publicação. Destarte, um mesmo trabalho pode ter características de duas ou até das três subcategorias, contudo os trabalhos das categorias “Atividades” e “Conteúdo” não possuem uma relação muito estreita a ponto haver sobreposições. O que ocorre nos trabalhos dessas categorias é possuírem os mesmos referenciais teóricos, entretanto as propostas pedagógicas

de integração entre Arte e ensino de Ciências são distintas. Pelas sobreposições, optou-se por utilizar a ferramenta proposta por Turkka, Haataonen e Aksela (2017) para um panorama qualitativo das integrações entre Arte e ensino de Ciências, distanciando de estatísticas e mostrando um panorama mais completo da integração entre Arte e ensino de Ciências.

## **VI. Considerações finais**

As análises quantitativas e qualitativas presentes neste trabalho indicaram um quadro promissor para a pesquisa em ensino de Ciências. A integração com a Arte pode resultar em diversas práticas e metodologias, abrangendo diversas áreas do conhecimento científico e artístico. Os dados quantitativos sobre as produções Qualis A1 e A2 apontam muitos trabalhos integrando o ensino de Física com a Arte ( $n = 39$ ), havendo uma demanda por produções nas outras áreas do Ensino de Ciências, que apresentaram quantidades de produções próximas – Biologia:  $n = 15$ , Química:  $n = 12$  e Educação Ambiental:  $n = 11$ . As produções que integram a área da Saúde ainda são a minoria, com 5 artigos.

Quanto às categorias das áreas da Arte, observamos que as Artes Plásticas são aquelas que mais aparecem nos artigos ( $n = 36$ ), possivelmente por abarcar as áreas de desenho, pintura e escultura, que apresentam alto potencial figurativo e representativo. As áreas da Música ( $n = 4$ ), da Arte Contemporânea ( $n = 3$ ) e da Fotografia ( $n = 1$ ) são pouco exploradas nos trabalhos aqui analisados. Quanto às publicações em revistas nacionais ( $n = 18$ ) e internacionais ( $n = 15$ ), pode ser observado um equilíbrio, demonstrando um interesse em comum por essa área de pesquisa em revistas brasileiras (49% dos artigos) e internacionais (51% dos artigos).

A análise quantitativa das produções demonstra uma carência de pesquisas nacionais sobre alguns fatores estéticos da Arte e o ensino de Ciências. Isso se justifica devido à ausência de artigos nacionais que citam autores, como o filósofo John Dewey. Alguns estudos futuros também poderiam investigar, nacional e internacionalmente, os fatores motivacionais específicos do ensino de Ciências atrelado à Arte e a formação inicial e continuada de professores de Ciências por meio das Artes.

As produções discutidas neste trabalho são basicamente voltadas para descrição e análise de atividades que podem ser propostas nas salas de aula de Ciências para discutir um assunto científico. Isso pode ser observado a partir do número de produções sobre a integração por meio de atividades ( $n = 63$ ). É importante destacar aqui que as expressões artísticas não são apenas a representação pura de um tema e, assim como as produções científicas, estão atreladas a um ambiente histórico e cultural. Ainda que tenhamos encontrado uma correspondência entre as atividades baseadas nas Ciências ( $n = 28$ ) ou nas Artes ( $n = 29$ ), percebemos que há uma carência de estudos em atividades que conectem as duas áreas. Estes valores nos atentam para a maneira como a integração entre o ensino de Ciências e as Artes está realmente sendo estruturada em uma perspectiva alicerçada em epistemologias que colocam o conhecimento científico e artístico como uma construção humana de igual

importância. Outros trabalhos envolvendo essa abordagem são, portanto, necessários para esclarecer e aprofundar este ponto das produções. Os autores abordados aqui neste trabalho – Edgar Morin, C. P. Snow e John Dewey, além de outros - podem auxiliar um caminho de integração pleno, na qual a Arte não é apenas um recorte de um tema científico. Não podemos nos esquecer dos fatores estéticos e da fruição envolvida em uma obra de arte.

Estudos teóricos de metodologias de integração entre os conhecimentos artísticos e científicos, por diferentes abordagens interdisciplinares, poderiam contribuir para harmonizar este quadro no qual há uma menor quantidade de pesquisas com atividades que integrem concomitantemente a Arte e as Ciências (n = 6), com conteúdos estruturados por um único tema comum para as duas áreas (n = 7) e por temas das duas áreas com conexão direta (n = 3).

A integração a partir do Conteúdo (IC) possui uma maior produção baseada em um artefato (artístico ou científico), somando 37 produções. Percebemos que há a necessidade de uma discussão integrando os conhecimentos artístico e científico e, apesar das produções integrarem o ensino de Ciências e a Arte, poucas são as que o fazem por meio de um tema (n = 7) ou por conexão direta (n = 3). Esses dados podem representar uma carência de pesquisas sobre a associação histórica ou filosófica entre as Ciências e a Arte, produzindo temas comuns nas duas áreas. Até então, as produções aqui discutidas basearam suas discussões históricas, didáticas, metodológicas ou filosóficas a partir de um artefato que desencadeou em um tema em comum, não o contrário.

Finalmente, foi possível aplicar a estrutura analítica de Turkka, Haataonen e Aksela (2017) a artigos da área de Ensino, produzindo dados quantitativos e qualitativos sobre a integração entre a Arte e o ensino de Ciências. Entendemos que há necessidade de mais aplicações desta estrutura em diferentes contextos para que haja uma adaptação da ferramenta. Contudo, ela foi relevante para os dados quantitativos e qualitativos aqui discutidos, mostrando as possibilidades e as carências da pesquisa na área.

As áreas e os temas das Artes e das Ciências são muito amplos, necessitando um aprofundamento em cada uma delas. Dessa forma, este panorama é um trabalho geral, que não aborda uma área específica. Outros padrões de busca especializada em uma área da Arte ou da Ciência poderiam gerar dados mais específicos, contudo esse não era o objetivo deste panorama.

## **Referências bibliográficas**

ALCANTARA, M. C.; BRAGA, M. Elementos históricos-culturais para o ensino de instrumentos ópticos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 34, n. 1, p. 109-130, abr. 2017.

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**, Florianópolis, v. 24, n. 3, p. 400-423, dez. 2007.

ANDRADE, S. A.; OLIVEIRA, R. D. V. L.; QUEIROZ, G. R. P. C.; MELLO, W. Z. A abordagem CTS-Arte nos estudos das estações de tratamento de esgoto: uma prática no ensino fundamental. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 6, n. 11, p. 66-78, jun. 2014.

ARAPAKI, X.; KOLIOPOULOS, D. Popularization and teaching of the relationship between visual arts and natural sciences: historical, philosophical and didactical dimensions of the problem. **Science & Education**, Switzerland, v. 20, n. 1, p. 797-803, jul. 2011.

ARAÚJO, J. L.; MORAIS, C.; PAIVA, J. C. Poetry and alkali metals: building bridges to the study of atomic radius and ionization energy. **Chemistry Research Education and Practice in Europe**, Londres, v. 04, n. 16, p. 893-900, ago. 2015.

ARAÚJO-JORGE, T.C. *et al.* CienArte no Instituto Oswaldo Cruz: 30 anos de experiências na construção de um conceito interdisciplinar. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 70, n. 2, p.25-34, jun. 2018.

BAPAT, M. Using Ethnic Art to Emphasize Laws of Reflection. **The Physics Teacher**, Maryland, v. 47, n. 8, p. 542-543, 2009.

BARROS, M. D. M.; DINIZ, P. G. Z.; ARAÚJO-JORGE, T. C. A música “O mundo é um moinho” como estratégia pedagógica para o ensino do tema transversal orientação sexual na escola... proposta e algumas considerações. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v.8, n. 15, p. 37-41, jun. 2016.

BARROS, M. D. M.; GIRASOLE, M.; ZANELLA, P. G. O uso do cinema como estratégia pedagógica para o ensino de ciências e de biologia: o que pensam alguns professores da região metropolitana de Belo Horizonte. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 5, n. 10, p. 99-111, dez. 2013.

BEHROOZI, F. Soap Bubbles in paintings: Art and Science. **American Journal of Physics**, Maryland, v. 76, n. 12, p. 1087-1091, jul. 2008.

BONANNO, A.; BOZZO, G.; SAPIA, P. Physics meets fine arts: A Project-Based learning path on infrared imaging. **European Journal of Physics**, Bristol, v. 39, n. 2, p. 1-29, nov. 2017.

BOUGHTON, R. I. Materials: An interdisciplinar integrative approach. **American Journal of Physics**, Maryland, v. 69, n. 8, p. 901-906, jul. 2001.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. History of Science, physics, and art: a complex approach in Brazilian syllabuses. **Cultural Studies of Science Education**, Nova York, v. 8, n. 1, p. 725-736, set. 2013.

BRANDÃO, L. E. D.; ANDRADE, J. G.; DIAS, D. V. C.; BARROS, M. D. M. Ensinando zoologia a partir da letra da música “Tico-tico no fubá” de Zequinha de Abreu. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 8, n. 1, p. 83-91, dez. 2016.

BRUNA, C. Motivating active learning of biochemistry through artistic representation of scientific concepts. **Journal of Biological Education**, Londres, v. 47, n. 1, p. 46-51, fev. 2013.

CACHAPUZ, A. F. Arte e ciência: que papel na educação em ciência? **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 04, n. 02, p. 287-294, jan. 2007.

CACHAPUZ, A. F. El legado de Leonardo. **Educación Química**, Cidade do México, v. 22, n. 3, p. 198-202, jul. 2011.

CAIMAN, C.; JAKOBSON, B. The role of art practice in elementary school Science. **Science & Education**, Switzerland, v. 28, n. 1, p. 153-175, fev. 2019.

CAMPANINI, B. D.; ROCHA, M. B. Contribuições das Histórias em Quadrinhos para abordar questões ambientais na educação básica. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 8, n. 1, p. 37-43, dez. 2016.

CARVALHO, T. A.; REIS, J. C. Diálogos entre Ciência e Arte: uma leitura a partir da obra de Remedios Varo para um Ensino sobre as Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 37, n. 1, p. 173-196, abr. 2020.

CHAI, D.; GARCIA, A. L. Physics for Animation Artists. **The Physics Teacher**, Maryland, v. 49, n. 8, p. 478-480, out. 2011.

ÇİL, E. Instructional Integration of Disciplines for Promoting Children’s Positive Attitudes Towards Plants. **Journal of Biological Education**, Londres, v. 50, n. 4, p. 366-383, jan. 2016.

COSTA, E. C. P.; BARROS, M. D. M. Fantasia versus realidade: explorando as potencialidades do cinema para o ensino de Ciências e Biologia. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 8, n. 1, p. 27-35, dez. 2016.

CROCHIK, L. Performance, educação e ensino de física: aproximações imprevistas. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 35, n. 1, p. 1-32, mar. 2019.

DALE, D. A.; BAILEY, B. L. Physics in the Art Museum. **The Physics Teacher**, Maryland, v. 41, n. 2, p. 82-83, jan. 2003.

DAVIES, S. R.; HALPERN, M.; HORST, M.; KIRBY, D. A.; LEWENSTEIN, B. Science stories as culture: experience, identity, narrative and emotion in public communication of Science. **Journal of Science Communication**, Trieste, v. 18, n. 5, p. A01 1-17, out. 2019.

DAVIS, J.; LESLIE, R.; BILINGTON, S.; SLATER, P. R. Origami: a versatile modeling system for visualising chemical structure and exploring molecular function. **Chemistry Education Research and Practice in Europe**, Londres, v. 11, n. 1, p. 43-47, jan. 2010.

DEWEY, J. **Arte como experiência**. São Paulo: Martins Fontes, 2010. 646 p.

DIETRICH, A. The cognitive neuroscience of creativity. **Pshychonomic Bulletin & Review**, Maryland, v. 11, n. 6, p. 1011-1026, dez. 2004.

DRUMM, I. A.; BELANTARA, A.; DORNEY, S.; WATERS, T. P.; PERIS, E. The Aeolus Project: Science outreach through art. **Public Understanding of Science**, Maryland, v. 24, n. 3, p. 375-385, abr. 2015.

DUARTE, S. G. *et al.* Experiência interdisciplinar na Educação Básica e na formação de professores: Artes, Biologia e Geociências. **Terrae Didatica**, Campinas, v. 14, n. 3, p. 245-255, jul. 2018.

DUCHEIKO, L. L.; SILVA, J. A. P. As relações interdisciplinares entre Artes Visuais e Física/Astronomia: um olhar nas culturas indígenas e a questão da transposição didática. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v. 10, n. 2, p. 273-288, abr. 2017.

DUCHEIKO, L. L.; SILVA, J. A. P.; NEVES, M. C. D. Relendo a Obra “As Plêiades” de Elihu Vedder: relações interdisciplinares entre artes visuais e astronomia. **Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 8, n. 2 p. 199-231, jul. 2015.

ECKERT, M. Hydraulics for royal gardens: water art as a challenge for 18<sup>th</sup> century Science and 21<sup>st</sup> century physics teaching. **Science & Education**, Nova York, v. 16, n. 6, p. 539-548, jun. 2007.

EDE, S. Science and the contemporary visual arts. **Public Understanding of Science**, Maryland, v. 11, n. 1, p. 65-78, jan. 2002.

ESTEVIÃO, A. P. S. S.; COSTA, M. A. F. História em Quadrinhos: estratégia para o processo ensino-aprendizagem do tema “Lixo eletrônico”. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 8, n. 1, p. 9-14, dez. 2016.

FERNANDES, R. F. A. M.; PIRES, F. F.; FORATO, T. C. M.; SILVA, J. A. Pinturas de Salvador Dalí para introduzir conceitos de Mecânica Quântica no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 34, n. 2, p. 509-529, ago. 2017.

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

FIGUEIRA-OLIVEIRA, D.; RODRIGUEZ, L. D. L. R.; MEIRELLES, R. M. S. Ciência e arte: um “entre-lugar” no Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde. **RBPG - Revista Brasileira da Pós-Graduação**, Brasília, v. 9, n. 17, p. 541-567, jul. 2012.

FINKLER, W.; LEÓN, B. The power of storytelling and vídeo: a visual rhetoric for Science communication. **Journal of Science Communication**, Trieste, v. 18, n. 5, p. A02 1-23, out. 2019.

FIORESI, C. A.; CUNHA, M. B. A leitura de textos de divulgação científica e a produção de histórias em quadrinhos. **Areté**, Manaus, v. 12, n. 26, p. 1-15, jan. 2020.

FLICK, U. Pesquisa qualitativa e quantitativa. In: FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 39-49.

FREITAS, N. M. S.; GONÇALVES, T. V. O. Práticas teatrais e o ensino de Ciências: o teatro jornal na abordagem da temática do lixo. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 34, n. 68, p. 199-216, mar. 2018.

GALILI, I. On the power of fine arts pictorial imagery in Science education. **Science & Education**, Switzerland, v. 22, n. 1, p. 1911-1938, abr. 2013.

GALILI, I.; ZINN, B. Physics and Art – A cultural symbiosis in physics education. **Science & Education**, Switzerland, v. 16, n. 6, p. 441-460, jun. 2007.

GALVÁN-MADRID, J. L. La química y el arte: ¿Cómo mantener el vínculo? **Educación Química**, Cidade do México, v. 22, n. 3, p. 207-211, jul. 2011.

GARCÍA-SAIZ; J. M. Sin pintura y sin pinceles. **Educación Química**, Cidade do México, v. 22, n. 3, p. 203-206, jul. 2011.

GARRITZ, A. Arte dentro de la Química. La celebración del Año Internacional de la Química. **Educación Química**, Cidade do México, v. 22, n. 3, p. 186-190, jul. 2011.

GARRITZ, A. Cuasicristales y arte islámico. **Educación Química**, Cidade do México, v. 23, n. 1, p. 2-5, jan. 2012.

GIRARDELLO, G. Imaginação: arte e ciência na infância. **Pro-Posições**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 75-92, mai. 2011.

GOMES, T. G.; DI GIORGI, C. A. G.; RABONI, P. C. A. Física e pintura: dimensões de uma relação e suas potencialidades no ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, p. 4402-2, 4402-9, dez. 2011.

GÓMEZ, M. B. C.; GUADIX, M. Á. S. Recuperar el afán de conocimientos de Leonardo da Vinci em la era de las nuevas tecnologías: arte, ciência y vida cotidiana. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 4, n. 3, p. 526-538, out. 2007.

GRILLI, J.; LAXAGUE, M.; BARBOZA, L. Dibujo, fotografia y Biología. Construir ciência com y a partir de la imagen. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 12, n. 1, p. 91-108, jun. 2014.

GRUZMAN, C.; SIQUEIRA, V. H. F. O papel educacional do Museu de Ciências: desafios e transformações conceituais. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 6, n. 2, p. 402-423, jan. 2007.

GUADIX, M. Á. S. Es possible desenvolver la competência artística y cultural desde la Química. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 9, n. 3, p. 466-476, mai. 2009.



GÜNEY, B. G.; SEKER, H. Discovering socio-cultural aspects of Science through artworks. **Science & Education**, Maryland, v. 26, n. 1, p. 867-887, out. 2017.

HADZIGEORGIU, Y. "Artistic" Science Education. In: HADZIGEORGIU, Y (Ed.). **Imaginative Science Education: The Central Role of Imagination on Science Education**. Dordrecht: Springer, 2016. p. 185-251.

HALPERN, M. K. Across the great divide: Boundaries and boundary objects in art and Science. **Public Understanding of Science**, Thousand Oaks, v. 21, n. 8, p. 922-937, out. 2012.

HUNT, J. L.; SHARP, J. The reflective anamorphic viewer if J.-F. Nicéron: Reconstructing a 17th century optical toy. **American Journal of Physics**, Maryland, v. 79, n. 10, p. 1023-1029, jun. 2011.

LAGOS, R.; CAMUS, J. El plateado: uma atividade electroquímica para integrar diversas ciencias com el arte. **Educación Química**, Cidade do México, v. 28, n. 1, p. 84-90, abr. 2017.

LEE, C.; SHIN, K.; LEE, S.; LEE, J. Fabrication of slits for Young's experimente using graphic arts films. **American Journal of Physics**, Maryland, v. 78, n. 1, p. 71-74, jan. 2010.

LINCOLN, D.; OLSON, L. The beauty of physics. **The Physics Teacher**, Maryland, v. 56, n. 6, p. 334-349, ago. 2018.

LÓPEZ, C. W. Luz, arte y física. La física en la pintura. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 6, n. 1, p. 153-154, jan. 2009.

LUNN, M.; NOBLE, A. Re-visioning Science "Love and Passion in the Scientific Imagination": Art and Science. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 30, n. 6, p. 793-805, abr. 2008.

MANASSERO, M. A. V. Ciencia y arte se encuentran: el caso del telescopio de Galileo. **Enseñanza de las Ciencias**, Madri, v. 35, n. 3, p. 195-215, nov. 2017.

MATTA, R. R.; ROCHA, M. B. Divulgação Científica e Educação Ambiental: trabalhando as Unidades de Conservação na Educação Básica através de um documentário. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 9, n. 17, p. 114-129, jun. 2017.

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

MEDINA-JEREZ, W.; DAMBEKALNS, L.; MIDDLETON, K. V. Art and Science education collaboration in a secondary teacher preparation programme. **Research in Science & Technological Education**, Filadélfia, v. 30, n. 2, p. 209-224, jul. 2012.

MENDONÇA, L. G.; FERREIRA, F. R.; LA ROCQUE, L. Ensino farmacêutico e a concepção da imagem filmica do cientista que desenvolve medicamentos em filmes de comédia no pós-guerra. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 8, n. 15, p. 51-62, jun. 2016.

MENDONÇA, L. G.; LEITE, S. Q. M. Artes cênicas no ensino de boas práticas de fabricação: uma prática pedagógica no curso superior de Química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 9, n. 1, p. 53-66, jan. 2010.

MENEZES, J. P. C. Origami como recurso didático para o ensino de ciências. **REnCiMa**, Cruzeiro do Sul, v. 9, n. 3, p. 238-248, jun. 2018.

MONTEIRO, M. S.; OLIVEIRA, A. F. A utilização da mídia vídeo, a partir do filme A Guerra do Fogo no 6º ano e 6ª série, na Escola Municipal de Ensino Fundamental Augusto José Monteiro. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 8, n. 1, p. 93-105, dez. 2016.

MOREIRA, L. M.; NASCIMENTO, A. S.; SOUZA, L. N. N. Ciência, opressão e teatro: um caso de pesquisa educacional baseada em Artes. **Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 12, n. 2 p. 325-348, nov. 2019.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018. 128 p.

MORIN, E. **Ensinar a viver: manifesto para mudar a educação**. Porto Alegre: Sulina, 2015. 183 p.

MORIN, E.; DÍAZ, C. J. D. **Reinventar a educação: abrir caminhos para a metamorfose da humanidade**. São Paulo: Palas Athena, 2016. 151 p.

MULLER, E. Scanning for Time: Science and Art on a Photocopier. **The Physics Teacher**, Maryland, v. 57, n. 1, p. 9-13, jan. 2019.

NASCIMENTO, J. M.; MEIRELLES, R. M. Conectando saberes e ‘superpoderes’ para mediar tópicos em genética e saúde no ensino médio. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 7, n. 14, p.47-56, dez. 2015.

OLIVEIRA, L. L.; ZANCUL, M. S. Textos de divulgação científica (TDC) nas aulas de Biologia na Educação de Jovens e Adultos (EJA) para abordar a temática alimentação. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 6, n. 11, p. 53-63, jun. 2014.

OLIVEIRA, L. M.; GOMES, M. L. A. Einstein e a Relatividade entram em cena: diálogos sobre o teatro na escola e um ensino de Física criativo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 943-961, dez. 2016.

OLSON, D. A Course Connecting Astronomy to Art, History, and Literature. **The Physics Teacher**, Maryland, v. 53, n. 7, p. 396-400, jan. 2015.

ORNA, M. V. Chemistry and Art: Ancient textiles and medieval manuscripts examined through chemistry. **Educación Química**, Cidade do México, v. 22, n. 3, p. 191-197, jul. 2011.

OSBORNE, J. *et al.* What “Ideas-about-Science” should be taught in school Science? A Delphi study of the expert Community. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 40, n. 7, p. 692-720, ago. 2003.

PEREIRA, E. A.; MARTINS, J. R.; ALVES, V. S.; DELGADO, E. I. A contribuição de John Dewey para a educação. **Revista Eletrônica de Educação**, São Carlos, v. 3, n. 1, p. 154-161, mai. 2009.

PEREIRA, E. G. C.; FONTOURA, H. A. Discutindo as Histórias em Quadrinhos enquanto recurso didático em Ciências. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 8, n. 15, p. 93-104, jun. 2016.

PIASSI, L. P.; PIETROCOLCA, M. Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de ‘encontrar erros em filmes’. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 525-540, set. 2009.

PINTO, G. A.; MOREIRA, L. M. O teatro na pesquisa em ensino de ciências: diálogos com a pesquisa educacional baseada em artes. **Areté**, Manaus, v. 12, n. 26, p. 126-141, jan. 2020.

PLANINSIC, G. Using artistic drawings to create physics problems. **The Physics Teacher**, v. 53, n. 7, p. 443-444, 2015.

RANGEL, D. O diálogo entre ciência e arte. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 57, n. 4, p. 36-37, out. 2005.

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M. Física e arte: a construção do mundo com tintas, palavras e equações. **Ciência e cultura**, São Paulo, v. 57, n. 03, p. 29-32, jul. 2005.

RESÉNDIZ, C. G.; OLIVERA, M. A. S.; GREGORIO, A. S.; DELGADILLO, M. L. H.; RAMOS, M. A. S. Desarrollo de un proyecto de ciência basado em el uso de diversas inteligências. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 10, n. 1, p. 100-109, jan. 2013.

REIF, N.; GRANT, L. Culturally responsive classrooms through art integration. **Journal of Praxis in Multicultural Education**, Las Vegas, v. 5, n. 1, p. 100-115, jan. 2010.

RIBEIRO, R. M. L.; MARTINS, I. O potencial das narrativas como recurso para o ensino de ciências: uma análise em livros didáticos de física. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 3, p. 293-309, ago. 2007.

RICHTER, A. *et al.* Storytelling for narrative approaches in citizen Science: towards a generalized model. **Journal of Science Communication**, Trieste, v. 18, n. 6, p. A02 1-24, nov. 2019.

RODRIGUES, E. V.; LAVINO, D. Modelagem no ensino de Física via produção de stop motion, com o computador Raspberry Pi. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 1-10, jan. 2020.

ROOT-BERNSTEIN, R. S. Aesthetic cognition. **International Studies in the Philosophy of Science**, Maryland, v. 16, n. 1, p. 61-77, jan. 2002.

ROOT-BERNSTEIN, R.; ROOT-BERNSTEIN, M. Artistic scientists and scientific artists: the link between polymathy and creativity. In: STERNBERG, R. J.; GRIGORENKO, E. L.; SINGER, J. L. (Org.). **Creativity: From potential to realization**. Washington: American Psychological Association, 2004. p. 127-151.

ROSSING, T. D.; CHIAVERINA, C. J. Resource Letter TLC-1: Teaching light and color. **American Journal of Physics**, Maryland, v. 68, n. 10, p. 881-887, mar. 2000.

SANTOS, M. A. P.; FIGUEIRA, S. T. S.; GUSMÃO, G. A. S. B. Trilha dos sentidos: entrelaçando os caminhos da ciência e da arte. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 8, n. 1, p. 15-25, dez. 2016.

SILVA, A. S.; REIS, J. C. O.; REGO, S. C. R. Publicações sobre o ensino de Física Moderna: relações construídas entre Artes e Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 36, n. 2, p. 366-382, ago. 2019.

SILVA, J. G. Cine de ciencia ficción y enseñanza de las ciencias. Dos escuelas paralelas que deben encontrarse en las aulas. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, La Rioja, v. 13, n. 1, p. 137-148, jan. 2016.

SILVA, M. D.; FREITAS, M. S. T.; MIQUELIN, A. F. Algumas possibilidades de interação entre Arte Urbana, Joseph Wright e o Ensino de Óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v. 8, p. 32-41, jan. 2015.

SILVA, P. P.; OLIVEIRA, A. M. P.; SOUZA, E. C. “Mais parece um saca-rolha que um caminho!”: identidades contingentes de pesquisadora em ciências biológicas a pesquisadora em ciências humanas. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, p. 1-19, dez. 2018.

SILVEIRA, A. F.; ATAÍDE, A. R. P.; FREIRE, M. L. F. Atividades lúdicas no ensino de ciências: uma adaptação metodológica através do teatro para comunicar a ciência a todos. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 34, p. 251-262, jan. 2009.

SILVEIRA, J. R. A. Arte e Ciência: uma reconexão entre as áreas. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 70, n. 2, p.24-25, abr. 2018.

SILVEIRA, M. P.; ZANETIC, J. Formação de professores e ensino de Química: reflexões a partir do livro “Serões de Dona Benta” de Monteiro Lobato e da pedagogia de Paulo Freire. **Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 9, n. 2 p. 61-85, nov. 2016.

SNOW, C. P. **As duas culturas e uma segunda leitura**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2015. 128 p.

SOMMER, W. Teaching and Learning Physics: Performance Arte VOKING Insight. **The Physics Teacher**, Maryland, v. 52, n. 9, p. 532-534, jan. 2015.

STAMOVLASIS, D. Teaching photography: interplay between chemical kinetics and visual art. **Chemistry education: reasearch and practice in Europe**, Londres, v. 03, n. 01, p. 55-66, jan. 2003.

TEIXEIRA, J. N.; MURAMATSU, M.; ALVES, L. A. Projeto arte e ciência no parque – uma abordagem de divulgação científica interativa em espaços abertos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 27, n. 1, p. 171-187, mai. 2010.

TURKKA, J.; HAATAINEN, O.; AKSELA, M. Integrating art into Science education: a survey of Science teachers' practices. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 39, n. 10, p. 1401- 1419, jun. 2017.

VILHALVA, G. A. F.; FERREIRA, F. C. Concepções de alunos de graduação sobre a relação entre arte e física. **Ensino em Revista**, Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 392-409, jul. 2018.

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

ZANETIC, J. Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13, suplemento, p. 55-70, out. 2006b.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).