

TRANSDISCIPLINARIDADE ENTRE FÍSICA MODERNA E ARTE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

TRANSDISCIPLINARITY BETWEEN MODERN PHYSICS AND ART: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

TRANSDISCIPLINARIEDAD ENTRE LA FÍSICA MODERNA Y EL ARTE: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Gilson Yuri Silva Moura *  

Luiz Fernando Mackedanz **  

RESUMO

As Artes apresentam grande potencial contextualizador, além de motivacional no processo de ensino, podendo servir como recurso didático visando a Física Moderna. O objetivo desse artigo é mapear os trabalhos a respeito da união temática entre as Artes e a Física Moderna e/ou Contemporânea. A associação de Física e Arte no ensino pode propiciar a aprendizagem significativa dos temas a serem estudados e favorecer a inserção dos alunos na cultura científica, ou no desenvolvimento dessa. No intuito de explorar a transdisciplinaridade entre as culturas Física e Arte, fundamentada nas ideias de Teoria da Complexidade de Edgar Morin, foi realizada uma pesquisa nos principais repositórios com o objetivo de construir um Estado da Arte, que relacionam culturas como o cinema, a literatura, a música, o teatro, o cordel, os quadrinhos, a escultura, a pintura etc. e a Física Moderna. Os resultados indicaram uma carência histórica na exploração do tema, porém, recentemente, tem havido um aumento significativo de interesse e pesquisa nessa área.

Palavras-chave: Física Moderna. Arte. Cultura Científica. Revisão Sistemática da Literatura. Transdisciplinaridade.

ABSTRACT

The Arts present great contextualizing potential, as well as motivational aspects in the teaching process, and can serve as didactic resources with a focus on Modern Physics. The objective of this article is to map the works regarding the thematic union between the Arts and Modern and/or Contemporary Physics. The integration of Physics and Art in education can foster meaningful learning of the topics to be studied and promote students' engagement in scientific culture or its development. In order to explore the transdisciplinarity between the cultures of Physics and Art, grounded in the ideas of Edgar Morin's Complexity Theory, a research was conducted in major repositories with the aim of constructing a State of the Art that relates cultures such as cinema, literature, music, theater, cordel (a Brazilian literary genre), comics, sculpture, painting, and Modern Physics. The results indicated a historical lack of

* Doutorando em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Mestre em Ensino de Física pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Endereço para correspondência: Rua Glicério P. de Carvalho, 303, Bairro Coxilha, Santa Vitória do Palmar, RS, Brasil. CEP: 96230-000. E-mail: gilsonyuri@furg.br.

** Doutor em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFGRS). Mestre em Física pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Professor da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Endereço para correspondência: Rua Glicério P. de Carvalho, 303, Bairro Coxilha, Santa Vitória do Palmar, RS, Brasil. CEP: 96230-000. E-mail: mackedanz@gmail.com.

exploration of the theme, but there has been a recent significant increase in interest and research in this area.

Keywords: Modern physics. Art. Scientific Culture. Systematic Review of the Literature. Transdisciplinarity.

RESUMEN

Las Artes presentan un gran potencial contextualizador, así como aspectos motivacionales en el proceso de enseñanza, y pueden servir como recursos didácticos con enfoque en la Física Moderna. El objetivo de este artículo es mapear los trabajos relacionados con la unión temática entre las Artes y la Física Moderna y/o Contemporánea. La integración de la Física y el Arte en la educación puede fomentar un aprendizaje significativo de los temas a estudiar y promover la participación de los estudiantes en la cultura científica o su desarrollo. Con el fin de explorar la transdisciplinariedad entre las culturas de la Física y el Arte, fundamentada en las ideas de la Teoría de la Complejidad de Edgar Morin, se realizó una investigación en los principales repositorios con el objetivo de construir un Estado del Arte que relacione culturas como el cine, la literatura, la música, el teatro, el cordel (un género literario brasileño), los cómics, la escultura, la pintura y la Física Moderna. Los resultados indicaron una falta histórica de exploración del tema, pero recientemente ha habido un aumento significativo de interés e investigación en esta área.

Palabras clave: Física Moderna. Arte. Cultura Científica. Revisión Sistemática de la Literatura. Transdisciplinariedad.

1 INTRODUÇÃO

Com a intenção de explorar a integração entre as Artes e a Física Moderna, destacando o seu potencial contextualizador e motivacional no processo de ensino, o presente artigo tem como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura por meio de um mapeamento de trabalhos que abordem a união temática das Artes com a Física Moderna nos principais repositórios, visando promover uma compreensão significativa dos temas a serem estudados e despertar o interesse dos estudantes na cultura científica. A pesquisa foi embasada na Teoria da Complexidade de Edgar Morin, relacionando diversas expressões culturais, como cinema, literatura, música, teatro, cordel, quadrinhos, escultura, pintura e Física Moderna. A transdisciplinaridade é considerada uma perspectiva importante para promover uma visão complexa e multidimensional do conhecimento científico e artístico, contribuindo para uma educação mais significativa e contextualizada (CANTANHEDE; SILVA; SILVA; SILVA, 2021).

A aspiração pelas Artes é algo inerente ao ser humano desde os primórdios das civilizações, constatada nas pinturas rupestres. A aproximação entre Física e Arte é enfatizada por João Zanetic em seu trabalho de tese de doutorado, cujo título é “Física também é cultura”.

Na sala de aula, o uso das Artes pode favorecer a disseminação da cultura científica por meio do uso do cinema, da literatura, da música, do teatro, do cordel, dos quadrinhos, da escultura, a pintura etc., como recursos didáticos, principalmente no Ensino Médio, onde muitos alunos não têm acesso a um laboratório de Ciências. Parafraseando Zanetic, o professor deve oferecer a esses alunos, um conhecimento de Física que propicie o desenvolvimento de uma "cultura científica" viva, que faz parte do contínuo aperfeiçoamento deste ramo das ciências da natureza (ZANETIC, 1989, p. 20).

Por outro lado, Snow (1996) mostra uma dificuldade de inter-relação entre as culturas científica e das humanidades, onde as Artes estão compreendidas, e um dos principais aspectos que mantém a dicotomia cultural é o progressivo aumento da especialização dos profissionais da educação, o qual se encontra condicionada nessa conjuntura, ao menos na época de seus escritos. C. P. Snow, em seu livro "As Duas Culturas e uma segunda leitura", aborda a ideia de que a cultura científica é uma cultura em sentido antropológico, com atitudes, critérios e padrões de comportamento comuns. Ele destaca que os cientistas têm maneiras de ver comuns que definem uma cultura, assim como os intelectuais literários. Isso significa que, mesmo sem compreender todos os detalhes de outras áreas do conhecimento, como um biólogo tendo apenas algumas ideias gerais sobre física contemporânea, todos os cientistas possuem abordagens e pressupostos comuns. Para Snow, isso não implica em perda de individualidade ou livre capacidade de decisão, mas sim na influência que o tempo, lugar e formação têm sobre nós, tornando-nos mais filhos de nossa cultura do que muitas vezes percebemos. Essa visão de Snow reforça a importância de se compreender a cultura científica como parte fundamental do processo de ensino e aprendizagem de Física Moderna.

[...] a cultura científica é realmente uma cultura, não só no sentido intelectual, mas também num sentido antropológico. Ou seja, os seus membros não precisam de se compreenderem de facto; na maior parte dos casos, os biólogos têm apenas algumas ideias gerais sobre física contemporânea; mas há entre todos os cientistas, atitudes comuns, critérios e padrões de comportamento comuns, abordagens e pressupostos comuns. O que vai surpreendentemente longe e fundo... Sem terem que pensar duas vezes, todos reagem da mesma maneira. É isso que quer dizer uma cultura.

[...]

Porque os cientistas, por um lado, os intelectuais literários, por outro, existem de facto como culturas em sentido antropológico. Existem, como já disse, atitudes comuns, critérios e modelos de comportamento comuns, perspectivas e maneiras de ver comuns que definem uma cultura. O que não significa que, no interior de uma cultura, a pessoa perca sua individualidade e livre capacidade de decisão. Significa que, sem o sabermos, somos, mais do que pensamos, filhos do nosso tempo, lugar e formação (SNOW, 1996, p. 76 e 122).

Essa visão, levantada por Snow, em que “a cultura científica é realmente uma cultura”, exprime o interesse de se aproximar as culturas científicas e humanísticas, favorecendo, por exemplo, a união da Física com as Artes, e por conseguinte tornando o Ensino de Física mais significativo e contextualizado. Portanto, o desenvolvimento de uma cultura científica nos espaços escolares auxilia na alfabetização científica dos alunos (MORA, 2019; SOUZA; BOTELHO; MEDEIROS; RIVERA, 2019).

Contextualizar o ensino de conhecimentos de Física por meio da identificação de fenômenos físicos e conceitos que estão presentes em seu cotidiano; analisar o funcionamento de uma guitarra elétrica ou um aparelho eletrônico; ou mesmo compreender as noções teóricas sobre a formação de um arco-íris, por exemplo, contribui para uma cultura científica. Os benefícios de desenvolver o conhecimento científico não se restringem a entender somente ao que nos cerca, mas à capacidade de transformar o mundo em que vivemos e de prever determinados acontecimentos (SILVEIRA; MELO JUNIOR; SILVA; 2021). Por esse prisma, Chassot (2003) valoriza a importância de fomentar a alfabetização científica desde o ensino fundamental, passando pelo médio e chegando até ao ensino superior. Para tanto, o letramento científico tona-se inerente ao saber ler a linguagem científica, pois essa permite uma educação mais comprometida e significativa (MENEZES; BATISTA, 2020; MELO; KIPPER, 2020). Assim, quem não souber ler a escrita da natureza permanecerá na condição de um analfabeto científico.

A Ciência e a Arte coexistem na cultura humana, mas em relação à primeira, nós acabamos ignorando a construção de conhecimento sobre os conceitos científicos que nos rodeia e está presente no nosso cotidiano. Como exemplo, conceitos sobre radiação e efeitos biológicos em torno do acidente ocorrido no estado de Goiás, com a exposição ao césio-137 por habitantes da cidade de Goiânia, que não são explorados no currículo do Ensino Médio. Embora, frente a essa calamidade, não só ignoramos a periculosidade do fato como desprezamos suas consequências e em nosso bate-papo diário, preterimos mencioná-lo em virtude do popularizado incidente em Chernobyl. Assim, ao trazer uma perspectiva mais tangível para a sala de aula, almejamos conquistar uma visão transdisciplinar, buscando práticas educacionais que conectem com a abordagem disciplinar e, portanto, fazer emergir novos dados a partir da confrontação das disciplinas que os articulam entre si, oferecendo uma visão da Natureza e da Realidade (FREITAS; NICOLESCU; MORIN, 1994).

Mas o que vem a ser a transdisciplinaridade, que defende a unidade do conhecimento? Para Morin (2017), a fragmentação do conhecimento das disciplinas fechadas dificulta a compreensão dos problemas do mundo, porém com a transdisciplinaridade surge a possibilidade de que por meio delas se possa transmitir uma visão de mundo complexa,

multidimensional e dentro da concepção global. Para haver transdisciplinaridade é importante buscar uma alternativa ao ensino tradicional e ter uma visão plural no ensino, principalmente na Física. E para isso uma das primeiras iniciativas é ter um olhar diferenciado para as Ciências da Natureza, a partir de uma visão filosófica, histórica e principalmente humanística, como é explicitada na Carta da Transdisciplinaridade:

A visão transdisciplinar é resolutamente aberta na medida em que ela ultrapassa o campo das ciências exatas devido ao seu diálogo e sua reconciliação, não somente com as ciências humanas, mas também com a arte, a literatura, a poesia e a experiência interior (FREITAS; NICOLESCU; MORIN, 1994, p.2).

A Arte frequentemente é mais acessível por ser mais disponível e permitir uma abordagem contextualizada ao ambiente cultural do aluno. Ela está sujeita à magnificação, principalmente com a globalização e o capitalismo, traduzida por uma cultura hegemônica, por isso, deve ser utilizada por meio de uma abordagem interdisciplinar. Isso vai de encontro com o ensino tradicional, que se limita em programar o estudante para resolver problemas e ter êxitos em exames quantitativos, uma vez que a visão tradicional do ensino de ciências é preparatória, como é comumente tratada a Física.

Um cidadão contemporâneo é ensinado que a física é esotérica, que nada tem a ver com a vida atual e que não faz parte da cultura. Com exceção de experiências isoladas que professores levam para suas salas de aula, muitas vezes decorrentes da pesquisa em ensino de física desenvolvida no país, no geral a física é mal ensinada nas escolas. O ensino de física dominante se restringe à memorização de fórmulas aplicadas na solução de exercícios típicos de exames vestibulares. Para mudar esse quadro o ensino de física não pode prescindir, além de um número mínimo de aulas, da conceituação teórica, da experimentação, da história da física, da filosofia da ciência e de sua ligação com a sociedade e com outras áreas da cultura. Isso favoreceria a construção de uma educação problematizadora, crítica, ativa, engajada na luta pela transformação social (ZANETIC, 2005, p. 21).

Antes de pensar de maneira transdisciplinar, como é de interesse explorar mais adiante nesse artigo, é factível trazer sobre o pensamento de Edgar Morin (2005), o Paradigma da Complexidade, que se opõe ao Paradigma da Simplificação. Aspira-se, portanto, fazer uma alusão com a evolução da Física: como os cientistas chegaram às Forças Fundamentais numa política de hiperespecialização do conhecimento, ou paradigma da simplificação, em contrapartida de que Einstein buscou e outros Físicos buscam até hoje unir as Forças que regem o Universo, seguindo um paradigma da complexidade? Portanto, é tão importante conhecer as partes quanto ao todo, partindo assim de fenômenos, ao mesmo tempo complementares,

concorrentes e antagonistas, que respeitam as coerências diversas que se unem em dialógicas e polilógicas e, com isso, enfrenta a contradição por várias vias (MORIN, 2005).

É importante também mencionar a interdisciplinaridade, que é bastante explorada por Delizoicov e Zanetic (2001), fundamentados em Freire (1987) de forma crítica, respeitando as especificidades de cada área do conhecimento, portanto cada professor especialista traz sua contribuição para a construção interdisciplinar. Além disso, é contundente problematizar como se daria a inserção dessa interdisciplinaridade em sala de aula, por exemplo, com o uso da literatura no Ensino de Física, qual a melhor forma de se escolher e explorar textos, já que o professor de Física está despreparado para utilizar dessa ferramenta e como se daria o diálogo com o professor de outra área?

Não entendo que o professor de física vá substituir os professores de português e de línguas estrangeiras, mas sim que uma atividade interdisciplinar se instale através da colaboração mútua entre esses diversos professores. Assim, por exemplo, trechos dos Diálogos e dos Discursos, de Galileu, ou de A máquina do tempo, de H. G. Wells, podem suscitar análises tanto do conteúdo científico quanto do discurso literário pelos professores de física e de português, respectivamente (ZANETIC, 2006, p. 43).

A utilização dos livros didáticos também é possível, já que se tem um avanço considerável na contextualização e interdisciplinaridade de outras áreas presentes nas atividades didáticas proposta pelos autores. Afinal, os livros didáticos também estão repletos de obstáculos epistemológicos à espera da problematização por parte do professor, transformando-os numa rica experiência pedagógica (ZANETIC, 2006).

A prática educacional deveria atualizar o ensino da Física Moderna utilizando a Arte como caminho para aprendizagem significativa, como ferramenta para uma maior contextualização do ensino, além de inovador e criativo no processo de aprendizagem, podendo ser utilizado como meio para novos recursos didáticos, não se limitando ao ensino tradicional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente artigo tem como objetivo explorar a relação entre as culturas Física e Arte, evidenciando o potencial das Artes como recurso didático no ensino de Física Moderna. A utilização das Artes como ferramenta de contextualização e motivação no processo de ensino pode favorecer a aprendizagem significativa dos temas estudados e promover a inserção dos alunos na cultura científica. Com base nas ideias da Teoria da Complexidade de Edgar Morin,

foi realizada uma pesquisa nos principais repositórios com o intuito de construir um Estado da Arte que relacione diversas formas de expressão artística, como cinema, literatura, música, teatro, cordel, quadrinhos, escultura e pintura, com a Física Moderna. A Física pode e deve ser enxergada como cultura, e a sua aplicabilidade como instrumento de construção do conhecimento por uma sociedade reforça essa ideia, para tanto faz-se necessário definir o que é a cultura científica.

A cultura científica poderia ser definida também como uma forma de cultura, ou um modo de vida, tal como definiam cultura os antropólogos, tal que a relação entre natureza e cultura se vê continuamente alterada pela dinâmica do conhecimento científico, pelas tecnologias e pela inovação, produzindo um novo conceito misto de cultura e natureza na dimensão do conhecimento de ciência e de cultura. Ou, se se preferir, a novidade continuamente renovada de uma natureza cultural e, inversamente, de uma cultura natural (VOGT; GOMES; MUNIZ, 2018, p. 17).

Se a “Física também é uma cultura”, de acordo com Zanetic, como identificar e valorizar a “Física” que está inserida nos nossos costumes e práticas sociais? Desde que o Brasil era habitado por povos tradicionais, iniciou-se um ensaio da construção de uma cultura científica, mesmo de maneira não formal, através da busca pelo conhecimento e especificamente sobre a necessidade de explicar os fenômenos da natureza. A curiosidade está na essência humana e os índios buscavam estas explicações criando mitos e histórias sobre a chuva, o raio, o arco-íris e qualquer outro fenômeno físico da natureza. Para Morin cultura é:

Constituída pelo conjunto de saberes, fazeres, regras, normas, proibições, estratégias, crenças, ideias, valores, mitos, que se transmite de geração em geração, se reproduz em cada indivíduo, controla a existência da sociedade mantém a complexidade psicológica e social. Não sociedade humana, arcaica ou moderna, desprovida de cultura, mas cada cultura é singular. Assim, sempre existe a cultura nas culturas, mas a cultura existe apenas por meio das culturas (MORIN, 2000, p. 56).

Em toda civilização, há a criação de diversas culturas, sejam elas eruditas ou populares, porém existe um velho engano que a cultura científica é construída apenas pelos cientistas, pois na verdade toda a sociedade contribui esta construção, no momento que indagamos sobre um acontecimento ou ação que pode ser explicada pela Física ou outro instrumento da Ciência. O espaço escolar é onde essa cultura é mais deturpada, pois há uma ideia errônea de pensar que a Física se constitui apenas de fórmulas que nos ajudam a resolver problemas bem definidos e, assim, pouco explora uma contextualização.

Uma educação autêntica não pode privilegiar a abstração no conhecimento. Deve

ensinar a contextualizar, concretizar e globalizar. A educação transdisciplinar reavalia o papel da intuição, da imaginação, da sensibilidade e do corpo na transmissão dos conhecimentos (FREITAS; NICOLESCU; MORIN, 1994, p.3).

Uma mesma aula de Física não pode ser repetida da mesma forma em outro contexto distinto, seja temporal ou social, então não seria ideal que os professores em sua formação acreditassem que estariam prontos para o exercício da docência, principalmente pela deficiência na formação inicial e continuada. Sabe-se que a formação do Professor de Física apresenta problemas a serem superados, e que a formação continuada chega ao presente ainda sem procedimentos eficazes e adequados (PACCA; VILLANI, 2018). A formação de professores deve apontar ao multiculturalismo no seu currículo, para que se possa também estar mais preparado para a diversidade cultural presente na sociedade e principalmente nas escolas.

Para alcançar uma cultura científica é necessário principalmente uma maior divulgação científica na sociedade, popularizando conceitos de difícil compreensão para leigos, como Carl Sagan realizou com o programa Cosmos (SAGAN, 1980), assim como os canais no Youtube atualmente fazem com ludicidade e criatividade, como o “Nerdologia” (IAMARINO; FIGUEIREDO, 2011-presente). Estes dois exemplos citados só reforçam a importância das artes audiovisuais para a divulgação científica desde a época de Carl Sagan até hoje. Na perspectiva da educação, o uso desses meios de divulgação científica pode contribuir com o processo de aprendizagem em oposição ao ensino tradicional, apenas voltado para a resolução de exercícios e muitas vezes a memorização do conteúdo, portanto a inserção de recursos artísticos nas aulas de Física pode contribuir para uma aprendizagem significativa crítica, pois essa permite com que o sujeito faça parte de sua cultura e ao mesmo tempo estar fora dela (MOREIRA, 2000). Transcender o ensino de Física através de uma cultura científica no intuito de alcançarmos um ensino com criticidade é pensar de forma transdisciplinar, pois esse comunica com o sujeito a partir de uma perspectiva entre os saberes das artes, da religião, das ciências e da tradição.

A Ciência da Complexidade é abrangente e envolve também sistemas dinâmicos. Essa extrapola o que é tratado como sistemas complexos, que estudam agentes como partículas e seus estados na Mecânica Quântica, por exemplo, até um sistema que envolvem pessoas que interagem na disseminação de uma epidemia da Física Estatística. É exequível relacionar esse estudo para o Ensino, substituindo as partículas quânticas pelos agentes do Sistema Educacional e as interações são links que ligam os agentes, por exemplo as aulas, palestras, dinâmicas didáticas etc., se faz presente na Ciência da Complexidade, como é explicado pelo Nelson

Studart:

A educação também tem sido estudada como um sistema complexo. Por exemplo, o sistema educacional pode ser descrito como um sistema complexo, em que os agentes (alunos, professores, dirigentes) são indivíduos que interagem por meio de interações sociais específicas (links) como comunicação (aulas, palestras), interação por pares, interação socioemocional etc. Os estados 'si', referentes às pessoas i, poderiam incluir o nível social, saúde, gênero, raça, religião etc. É claro que as interações (M) dos alunos entre si e com os outros agentes vão determinar ou, pelo menos, influenciar sua aprendizagem [...]. A visão da educação como um sistema complexo pode trazer inúmeros benefícios para a pesquisa em educação e para políticas educacionais (STUDART, 2021, p. 10).

As aulas de Física Moderna e seu envolvimento com outras Ciências e culturas exigem uma compreensão de complexidade e multidimensionalidade, com o objetivo de contrapor à hiperespecialização, até porque a divisão das disciplinas acarretou a fragmentação do conhecimento e conseqüentemente no seu empobrecimento transdisciplinar, mesmo que essa simplificação possa ser crucial para a evolução da produção científica:

Portanto, é preciso ir além, e aqui aparece o termo "transdisciplinaridade". Fazemos uma primeira observação. O desenvolvimento da ciência ocidental desde o século 17 não foi apenas disciplinar, mas também um desenvolvimento transdisciplinar. Há que dizer não só as ciências, mas também "a" ciência, porque há uma unidade de método, um certo número de postulados implícitos em todas as disciplinas, como o postulado da objetividade, a eliminação da questão do sujeito, a utilização das matemáticas como uma linguagem e um modo de explicação comum, a procura da formalização etc. A ciência nunca teria sido ciência se não tivesse sido transdisciplinar. Além disso, a história da ciência é percorrida por grandes unificações transdisciplinares marcadas com os nomes de Newton, Maxwell, Einstein, o resplendor de filosofias subjacentes (empirismo, positivismo, pragmatismo) ou de imperialismos teóricos (marxismo, freudismo) (MORIN, 1921, p. 135-136).

Transcender a Educação é buscar um aprendizado mais profundo e holístico, em que o indivíduo passa a ser um sujeito ativo, reflexivo e importante na construção do conhecimento para ter mais autonomia e protagonismo. Pensar na transdisciplinaridade no ensino de Física Moderna a partir de uma união entre duas culturas, Física e Arte, só é possível ancorando em bases fundamentais, que são a Ciência, a Arte, a Filosofia e a Espiritualidade, e principalmente tendo o intuito de promover um desenvolvimento tecnológico mais humanístico e respeitando as diversidades culturais.

A complexidade humana não poderia ser compreendida dissociada dos elementos que a constituem: todo desenvolvimento verdadeiramente humano significa o desenvolvimento conjunto das autonomias individuais, das participações comunitárias e do sentimento de pertencer à espécie humana (MORIN, 2000, p. 55).

A transdisciplinaridade deve ser explorada no Ensino de Física, pois é um campo de pesquisa pouco desenvolvido na academia, como foi constatado nessa pesquisa bibliométrica e cientométrica. Nesse sentido, esse artigo propõe em preparar o Estado da Arte para possíveis pesquisas vindouras, além disso tem o objetivo de romper com o ensino tradicional e buscar caminhos que sejam mais satisfatórios no Ensino de Física, principalmente sobre a Física Moderna, que é tão pouco explorada nas nossas aulas e na formação de professores. Provavelmente a inserção às culturas humanísticas ou artísticas favoreçam a cultura científica que possa ser popularizada e diversificada com as especificidades de cada região e de cada realidade. Isso seria, portanto, pensar transdisciplinar e valorizar o multiculturalismo, como é reforçado na Base Comum Curricular:

Compreender as relações entre as linguagens da Arte e suas práticas integradas, inclusive aquelas possibilitadas pelo uso das novas tecnologias de informação e comunicação, pelo cinema e pelo audiovisual, nas condições particulares de produção, na prática de cada linguagem e nas suas articulações (BRASIL, 2017, p. 196).

A Teoria da Complexidade de Edgar Morin é uma abordagem transdisciplinar que busca compreender a realidade como um sistema complexo, onde os elementos interagem e se influenciam mutuamente, resultando em fenômenos imprevisíveis e não-lineares. Essa teoria reconhece a complexidade e a interconexão dos diversos aspectos do mundo, incluindo os aspectos sociais, culturais, psicológicos e naturais. De acordo com Edgar Morin (2005), a complexidade é uma característica inerente à vida, à sociedade e à natureza, e a compreensão dos sistemas complexos requer uma abordagem que integre diferentes perspectivas e conhecimentos das diversas disciplinas. Essa perspectiva transdisciplinar enfatiza a necessidade de superar as separações artificiais entre os campos do conhecimento e promover uma visão holística da realidade.

Além disso, é importante salientar a contribuição no aprendizado significativo, que tanto Moreira (2012) busca enfatizar no ensino de Física para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. A construção do conhecimento só faz sentido quando ancorados em conhecimentos prévios, que os estudantes carregam, como conhecimentos, crenças e culturas, e devem ser valorizados pelo professor.

1) identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;

- 2) dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes; e,
- 3) prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos (MOREIRA, 2012, p. 3).

A presença do professor faz-se importante, até porque ele também participa como um objeto físico, biológico, político e espiritual, além de ser parte do multiculturalismo da comunidade com o qual a escola e a sociedade estão inseridas. Romper com o ensino tradicional não é uma tarefa fácil, na educação é primordial que se garanta um aspecto reflexivo sobre o Ensino de Física Moderna. Promover uma didática que desvincule de uma experiência desconectada, para se alcançar um método de ensino holístico, propiciando que o estudante participe do processo de aprendizado, assim tendo o uso de recursos didáticos motivadores e conectados com sua cultura.

A Transdisciplinaridade é complementar à abordagem disciplinar; ela faz emergir novos dados a partir da confrontação das disciplinas que os articulam entre si; ela nos oferece uma nova visão da Natureza e da Realidade. A transdisciplinaridade não procura o domínio de várias disciplinas, mas a abertura de todas as disciplinas ao que as une e as ultrapassa (FREITAS; NICOLESCU; MORIN, 1994, p. 2).

O multiculturalismo é importante na didática do professor de Física, pois esse está inserido numa sociedade multicultural, que exige do professor uma formação adequada para essa inserção das Artes, como a música, o teatro, a literatura e o cinema no ambiente formal das aulas de Física, bem como os ambientes não-formais, permitindo que essa aprendizagem possa ser significativa, e não só mecânica.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada nesta revisão sistemática da literatura teve como objetivo buscar e analisar estudos que abordem a relação entre a Física Moderna e as Artes, com base nos princípios da Teoria da Complexidade de Edgar Morin. Para a seleção dos estudos, foram utilizados os principais repositórios de artigos científicos, utilizando palavras-chave como "Física Moderna", "Artes", "Cinema", "Literatura", "Música", "Teatro", "Cordel", "Quadrinhos", "Escultura" e "Pintura". A partir da busca inicial, foram selecionados estudos que atendiam aos critérios de inclusão, como a abordagem da relação entre a Física Moderna e as Artes, a utilização dos princípios da Teoria da Complexidade de Edgar Morin, e a publicação

em periódicos científicos indexados. A análise dos estudos selecionados foi realizada por meio de uma revisão sistemática da literatura, utilizando ferramentas de análise bibliométrica e técnicas de análise de conteúdo. O resultado dessa revisão sistemática contribuirá para o aprofundamento do conhecimento sobre a relação entre a Física Moderna e as Artes, bem como para a utilização dessas relações como recurso didático no processo de ensino-aprendizagem de Física Moderna.

É importante investigar de antemão toda a produção científica e acadêmica sobre um tema, antes de iniciar uma pesquisa, no intuito de mapear os resultados obtidos, verificar a relevância, o interesse no tema e possíveis erros encontrados. Esse processo de investigação torna-se relevante na educação em Ciências, pois o objeto da análise é passível de valores, diversidades, multiculturas, opiniões diferentes, pluridisciplinares, ou seja, permeia por todas as áreas do conhecimento, não só das Ciências Naturais, mas das Humanas, Linguísticas etc.

A pesquisa bibliométrica foi realizada, portanto, por meio de diversas plataformas, como Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, a biblioteca eletrônica SciELO, o Google Acadêmico e rede repositórios La Referência. A cientometria é um campo interdisciplinar dedicado ao estudo quantitativo da ciência e da tecnologia e estão voltados para avaliar a produção científica e tecnológica produzida pela comunidade científica no interior das áreas de conhecimento (Hayashi, 2013, p. 2). Concomitante a cientometria, deve-se fazer referência à métricas usadas para analisar a produção do conhecimento científico, a bibliometria, definida por Pritchard (1969), que é um conjunto de métodos e técnicas quantitativos para a gestão de bibliotecas e instituições envolvidas com o tratamento de informação.

A bibliometria tem como objetos de estudo os livros ou as revistas científicas, cujas análises se vinculam à gestão de bibliotecas e bases de dados. A cientometria preocupa-se com a dinâmica da ciência, como atividade social, tendo como objetos de análise a produção, a circulação e o consumo da produção científica (SANTOS; KOBASHI, 2009, p.159). Para Price (1969), a cientometria é o estudo quantitativo da atividade científica, já a bibliometria foi caracterizada por Pritchard (1969) como conjunto de métodos e técnicas quantitativos para a gestão de bibliotecas e instituições envolvidas com o tratamento de informação.

A pesquisa debruçou-se em mapear as recentes publicações que relacionam as Artes com a Física Moderna, além de responder à questão: Como identificar trabalhos que utilizam novos recursos didáticos referenciando o uso e abordagens das Artes na perspectiva da Física Moderna? E, como a Física Moderna é tratada na perspectiva artística no intuito de promover um ambiente favorável de ensino aprendizagem, o desenvolvimento cognitivo e a motivação

dos estudantes?

A pesquisa qualitativa lida com descrições e interpretações de dados sobre realidades sociais, que emergem sobre uma investigação de estudos ou uma experiência, que são subjetivos. Porém, a análise em cima de base de dados de forma objetiva se configura uma pesquisa quantitativa. Essas duas formas de análise dá um caráter quali-quantitativa para essa pesquisa, porém mais quantitativo do que qualitativo, por conta do caráter bibliométrico e cientométrico:

[...] que se traduzem por números podem ser muito úteis na compreensão de diversos problemas educacionais. Mais ainda, a combinação deste tipo de dados com dados oriundos de metodologias qualitativas, podem vir a enriquecer a compreensão de eventos, fatos, processos. As duas abordagens demandam, no entanto, o esforço de reflexão do pesquisador para dar sentido ao material levantado e analisado (GATTI, 2004, p. 4).

A busca foi realizada no mês de março de 2021 e teve o interesse de mapear a ocorrência de propostas que relacionam Artes e Física Moderna em artigos, dissertações e teses publicadas no intervalo de 1991 e 2021, que exploram a relação das Artes com a Física Moderna (além disso, foi feita uma busca no mês de dezembro de 2022, a fim de atualizar os dados da revisão bibliográfica, porém não foram encontradas novas publicações).

Com a utilização do software Atlas.ti (2021) foi possível agilizar o processo de análise e proporcionou uma visão mais abrangente das tendências e padrões encontrados nos estudos, possibilitando a identificação de lacunas e insights importantes para a discussão dos resultados. Além disso, o software ofereceu uma representação visual das informações através da nuvem de palavras, permitindo ao pesquisador identificar rapidamente os termos mais relevantes e recorrentes nos estudos selecionados. O Atlas.ti é um software qualitativo utilizado para análise e organização de dados em pesquisas de natureza qualitativa. Ele possibilita a análise de conteúdos textuais, gráficos, áudios e vídeos, permitindo ao pesquisador identificar padrões, temas recorrentes e relações entre os dados. Na pesquisa qualitativa em questão, a revisão sistemática da literatura sobre a relação entre Física Moderna e as Artes, o Atlas.ti foi fundamental para a organização e análise dos estudos selecionados. Por meio do software, os artigos e dissertações foram categorizados, as temáticas centrais identificadas e as relações entre os conceitos estudados foram mapeadas.

No portal de periódicos da Capes (<https://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/>) foi realizada a busca pelo termo: “(Física Moderna) AND Arte

AND (Ensino de Física) NOT (Educação Física)” teve um retorno de 9 publicações, mas só 2 de interesse para a pesquisa, ou seja, cerca de 22% de aproveitamento, encontrando um livro que reúne trabalhos que exploram aspectos da história da Teoria Quântica, porém, o livro não foca no objetivo da pesquisa, que é o Ensino de Física. Mesmo assim vale mencioná-lo, pois há um capítulo que expressa sobre as implicações culturais e educacionais da teoria quântica, referindo-se a fenômenos, como o ‘misticismo quântico’, a presença da quântica no teatro e o ensino dessa teoria física (FREIRE; PESSOA; BROMBERG, 2011). A segunda publicação é um artigo, que cria também uma revisão bibliográfica em revistas científicas, no intuito de compreender como a Física Moderna e Arte se relacionam para a contribuição do ensino como ferramenta contextualizadora, porém com restrições, pois não é mencionado dissertações, teses e outros (SILVA; REIS; REGO, 2019).

Na Biblioteca Eletrônica SciELO.org (<https://search.scielo.org/?lang=pt>) foi utilizado a expressão booleana: “(Física Moderna) AND (Arte) OR (Modern Physics) AND (Art) OR (Educación Física)”, com um resultado de 78, com apenas 3 de interesse, tendo um aproveitamento de 3,8% aproximadamente, cuja pesquisa resultou em um artigo que une o Cinema e o pensamento da Física Moderna sobre os conceitos de tempo, ordem e caos (CASTRO; DRAVET, 2019). Esse artigo é importante para esse Estudo da Arte pois é um dos únicos que trabalham com a união da Física e da Arte numa perspectiva da transdisciplinaridade a partir dos estudos da Teoria da Complexidade de Edgar Morin. Buscando novamente outra expressão: “(Física Moderna) AND Música”, encontrou-se um artigo que explora como surgem e são apresentados temas e visões sobre a ciência, a tecnologia e seus impactos na vida moderna nas letras de canções da música popular brasileira, mapeando as manifestações culturais, que estão imersas pela cultura científica (MOREIRA; MASSARANI, 2006). Sobre literatura destaca-se o artigo que trata da relação da Física com contos fantásticos, utilizando de três obras dos autores Edgar Allan Poe, Jorge Luís Borges e Murilo Rubião, que envolvem as concepções contraintuitivas surgidas a partir da Física, tratando do ponto de vista didático da relação entre a Física e a Literatura, utilizando a semiótica greimasiana¹ (RAMOS; PIASSI, 2017).

No catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (<https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>) buscou-se a expressão "Física Moderna" AND "Arte" totalizando um retorno de 5 publicações onde foram observados 2

¹ A semiótica Greimasiana baseia-se na ideia de percepção de sensações, porém, acrescentando o caráter inteligível (Ramalho e Oliveira, 2005).

(aproveitamento de 40%) de interesse dessa pesquisa, sendo dessas, duas dissertações, a primeira sobre a Física, Arte e animação a fim de explorar os conceitos de tempo e espaço para alunos do Ensino Médio, e a motivação surgidos a partir de uma estratégia fundamentada no lúdico a partir dessa união entre duas culturas, realizando uma Sequência Didática para verificar as potencialidades de se utilizar a Arte para explicar a Física Moderna (RAMOS; 2017). A segunda, uma dissertação, chamando atenção por diversificar e enriquecer as aulas de Física nas turmas de 1º ano através da prática teatral, utilizando da ensino do físico alemão Albert Einstein e sua Teoria da Relatividade junto a Relatividade de Galileu, trazendo o lúdico para as aulas de Física e explorar dimensões históricas, culturais e filosóficas juntamente aos estudantes (GOMES, 2015)

A rede de repositórios “La Referência” (<http://www.lareferencia.info/pt/>) teve um retorno de 69 publicações, das quais 5 foram de interesse desse artigo, atingindo um aproveitamento de 7,2% aproximadamente, até porque essa é uma rede de repositórios integrado de acesso aberto, dividindo-se em artigos, dissertações e teses. Usando a expressão “(Todos os campos: (Física moderna)) AND (Todos os campos: (Ensino de física)) AND (Todos os campos: (Arte))” para realizar a busca, enfatizando que foi considerado um recorte temporal entre 1991 até 2021.

Através da busca na rede de repositórios foram encontrados diversos trabalhos, em que se destaca o artigo, que trata sobre a influências das obras de Salvador Dalí no ensino de Física Moderna, pois o autor propõe aproximar a Física e a Arte, ressaltando o que Zanetic (2005) defendeu, que é a visão da Física como Cultura, além de pretender focar na interdisciplinaridade de Física Moderna no Ensino Médio e contribuir com a formação de professores (ANDRADE; NASCIMENTO; GERMANO, 2007). Na mesma linha, o artigo reforça a importância que têm as obras do artista surrealista Salvador Dalí na expressão da Mecânica Quântica aos olhos das artes plásticas, especificando a importância de inserir elementos culturais na educação além de contextualizar historicamente o Ensino de Física no Ensino Médio (FERNANDES; PIRES; FORATO; SILVA, 2017). Além desses, um artigo chamou atenção por buscar as contribuições para a alfabetização científica utilizando a série Cosmos de Carl Sagan (MELO, 2021).

Sobre as dissertações encontradas na rede “La Referência”, utilizando a mesma expressão, foi destacada a dissertação de (SILVA, 2011), sendo o seu tema principal, o propósito de restaurar a continuidade entre ciência e experiência, por meio da mediação semiótica de ferramentas culturais no intuito de auxiliar a aprendizagem do conceito de radioatividade no Ensino Médio. Foi encontrada outra dissertação de (GOMES, 2013),

caracterizada por ser realizada junto aos alunos do Ensino Médio na cidade de Goiânia e teve como objetivo principal investigar e analisar através de ferramentas culturais a interação do homem com o mundo, recorrendo aos estudos da linguagem de Bakhtin.

Por intermédio da busca no Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br/?hl=pt>) buscando pela expressão booleana (“Física Moderna”) AND (“Ensino de Física”) NOT (Educação Física) NOT Saúde” resultou em 1.950 resultados com 10 publicações de interesse, com uma porcentagem baixíssima de aproveitamento de 0,51% aproximadamente de interesse da pesquisa. Sobre a dança, Limberg e Fagundes (2015) utiliza de uma experiência didática sobre Paradoxo dos Gêmeos abordando o conceito de tempo a partir de uma perspectiva cultural e buscando apresentar as relações entre ciências, dança contemporânea, música eletroacústica e tecnologias audiovisuais. Pinto e Zanetic (1999) buscaram trazer em seu artigo a experiência educacional desenvolvida em uma escola da rede pública de ensino, através da pintura e da música, propondo a visão da Física como cultura e refletindo sobre a inserção da Física Quântica no Ensino Médio.

Sobre a literatura o Google Acadêmico recuperou o trabalho de dissertação, que propõe auxiliar o estudo de tópicos de Mecânica Quântica junto a uma turma do 3º ano do ensino médio de uma instituição de ensino pública do município de Salgueiro no estado de Pernambuco, apresentando resultados de experiência realizada pela aplicação de uma História em Quadrinhos, escrita em versos de cordel (FEITOSA, 2019). O artigo na mesma linha e do mesmo autor utiliza da Sequência Didática para inserir tópicos de Física Moderna e/ou Contemporânea no Ensino Médio utilizando elementos de expressão artística contextualizando o conteúdo em versos de cordel e ilustrações da HQs, mediante a aproximação entre Arte e Ciências (FEITOSA; ARAÚJO; SILVA; NOBRE, 2020).

Em relação ao Cinema, que levanta discussões sobre o uso de filmes no Ensino de Física (FERREIRA; ANDRADE, 2009), tem como objetivo estimular o interesse dos alunos para a sutil complexidade da Física, propondo a utilização de filmes na sala de aula. A obra de H.G. Wells é tratado no artigo enquanto fonte rica para a utilização como recurso didático, unindo a Física e a literatura (GOMES; AMARAL; PIASSI, 2010). Por conseguinte, Moura e Vianna (2019) buscaram trazer a perspectiva da Física Moderna através do filme Interstelar para a sala de aula, realizando uma abordagem didática no intuito de melhorar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos, propondo como objetivo, contribuir com o ensino de Física Moderna, em escolas estaduais da cidade de Bragança-PA.

No que se refere aos quadrinhos, Caruso e Freitas (2009), por meio das HQ’s, buscam

apresentar sete tirinhas originais para ajudar no ensino da Teoria da Relatividade no Ensino Médio. Outro artigo investigou o estudo das Teorias da Relatividade Restrita e Geral com uma abordagem histórico-filosófica da Ciência através de produções culturais (GUERRA; BRAGA; REIS, 2007). Sobre o teatro, Oliveira e Gomes (2016) relatam a formação de um grupo de teatro científico em uma escola de Brejo Santo, no interior do Ceará.

Finalmente, a dissertação de Moura (2019) fez uso de cenas cinematográficas de filmes de ficção científica que abordavam temas específicos de Física Moderna, a fim de construir um produto educacional no intuito de avaliar as potencialidades de unir Física e Arte. Utilizou, além dos filmes em sala de aula, também o Arduino, o que foge ao escopo desse artigo. A Sequência Didática foi realizada com alunos do terceiro ano do Ensino Médio no Colégio Modelo Luís Eduardo Magalhães, na cidade de Vitória da Conquista, Bahia.

4 ANÁLISE E RESULTADOS

A partir da revisão sistemática da literatura realizada, observou-se uma diversidade de estudos que abordam a relação entre a Física Moderna e as Artes. As obras de arte, como cinema, literatura, música, teatro, cordel, quadrinhos, escultura e pintura, foram utilizadas como recurso didático para contextualizar os conceitos da Física Moderna, tais como a teoria da relatividade, a mecânica quântica e a cosmologia. A análise dos estudos permitiu identificar que a utilização das artes como recurso didático pode facilitar a compreensão dos conceitos da Física Moderna, além de motivar os alunos para o estudo da disciplina. Além disso, a utilização da Teoria da Complexidade de Edgar Morin como base teórica contribui para uma abordagem transdisciplinar do tema, que considera as diversas dimensões envolvidas na relação entre a Física Moderna e as Artes. Esses resultados indicam a importância da utilização das artes no processo de ensino-aprendizagem de Física Moderna, e apontam para a necessidade de novos estudos que explorem ainda mais essa relação.

Para identificar os termos “Física Moderna” e “Arte” e ocorrências nos principais repositórios como o portal CAPES, SciELO, Google Acadêmico, Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e rede de repositórios La Referência, foi realizada uma busca com a ajuda de filtros e lógica booleana, como AND, NOT e OR. Os resultados foram filtrados como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Números de publicações encontradas.

Plataformas	Artigos	Livro	Dissertações	Teses
CAPES	1	1	0	0
SciELO	3	0	0	0
Google Acadêmico	9	0	2	0
Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES	–	–	2	0
La Referência	3	0	2	0

Fonte: os autores.

A partir dos resultados, pode-se listar os resultados a partir do Quadro 2, identificando cada uma das publicações a partir do seu título e do seu autor, enumerando para identificá-los nas Tabelas 1 e 2, e por fim analisá-los para que seja possível construir uma noção teórica de como esses trabalhos conceberam a aproximação da Física com a Arte.

Quadro 2 - Publicações.

Nº	Título/Autor(es)	Tipo	Ano
1	É possível levar a física quântica para o ensino médio? (PINTO; ZANETIC, 1999).	Artigo	1999
2	(En)canto científico: temas de ciência em letras da música popular brasileira (MOREIRA; MASSARANI, 2006).	Artigo	2006
3	Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do ensino médio: uma possível abordagem (GUERRA; BRAGA; REIS, 2007).	Artigo	2007
4	Influências da Física moderna na obra de Salvador Dalí (ANDRADE; NASCIMENTO; GERMANO, 2017).	Artigo	2007
5	Cinema e Ensino de Física (FERREIRA; ANDRADE, 2009).	Artigo	2009
6	Física Moderna no Ensino Médio: o espaço-tempo de Einstein em tirinhas (CARUSO; FREITAS, 2009).	Artigo	2009
7	A máquina do tempo de HG Wells: uma possibilidade de interface entre ciência e literatura no ensino de física (GOMES; AMARAL; PIASSI, 2010).	Artigo	2010
8	Teoria quântica: estudos históricos e implicações culturais (FREIRE JR; PESSOA; BROMBERG, 2011).	Livro	2011
9	. O ideal do belo como princípio, meio e fim do ensino-aprendizagem da Física (SILVA, 2011).	Dissertação	2011
10	A mediação semiótica de instrumentos culturais na aprendizagem do conceito de radioatividade no Ensino Médio (GOMES, 2013).	Dissertação	2013
11	Einstein e a Relatividade entram em cena (GOMES, 2015).	Dissertação	2015
12	Ciências e Artes: interação entre videodança e ambiente virtual de aprendizagem no Ensino de Física Moderna (LIMBERG, FAGUNDES, 2015).	Artigo	2015
13	Einstein e a Relatividade entram em cena: diálogos sobre o teatro na escola e um ensino de Física criativo (OLIVEIRA; GOMES, 2018).	Artigo	2016
14	O insólito e a física moderna: interfaces didáticas do conto fantástico (RAMOS; PIASSI, 2017).	Artigo	2017
15	Pinturas de Salvador Dalí para introduzir conceitos de Mecânica Quântica no Ensino Médio (FERNANDES; PIRES; SILVA, 2017).	Artigo	2017
16	Física, arte e os conceitos de espaço e tempo (RAMOS, 2017).	Dissertação	2017
17	Publicações sobre o ensino de Física Moderna: relações construídas entre Artes e Física (SILVA; REIS; REGO, 2019).	Artigo	2019
18	O Ensino de Física Moderna baseado no filme Interestelar (MOURA; VIANNA, 2019).	Artigo	2019

19	A Física no Cinema: Recortes de filmes como recurso didático articulado às demonstrações experimentais com suporte Arduino (MOURA, 2019).	Dissertação	2019
20	Tempo e caos: a “imaginação dos possíveis” e os média (CASTRO; DRAVET, 2019).	Artigo	2019
21	Uma sequência didática utilizando a literatura de cordel e a arte das histórias em quadrinhos para inserção de tópicos de Física Quântica no Ensino Médio (FEITOSA; ARAÚJO; SILVA; NOBRE, 2019).	Artigo	2019
22	Tópicos de Física Quântica em versos de cordel e arte dos quadrinhos ensinados à luz de uma unidade de ensino potencialmente significativa (FEITOSA, 2020).	Dissertação	2020
23	Luz, câmera, alfabetização científica! Possibilidades epistemológicas no antagonismo ciência-pseudociência da série Cosmos de Carl Sagan (MELO, 2021)	Artigo	2021

Fonte: os autores.

É importante relacionar todas as publicações citadas, começando pela divisão de cada tema que cada um aborda, categorizando-as sobre Arte em geral, Artes Visuais, Cordel, Dança, Quadrinhos, Pinturas. Além disso, identificar qual o tipo de publicação de cada um, se artigo, dissertação ou tese, e em qual ano foi realizada cada publicação.

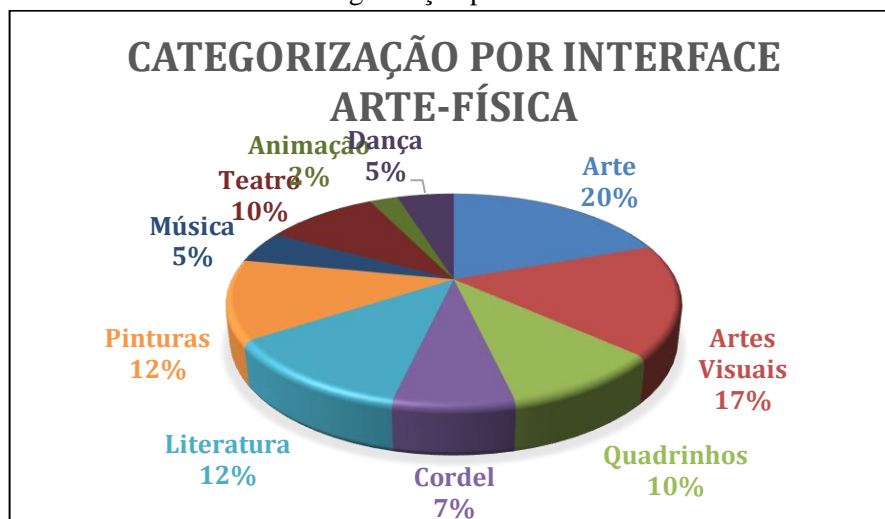
Tabela 1 - Categorização por interface Arte-Física.

Categoria	Artigo	Livro	Dissertação	Tese
Física Moderna e Arte	1, 3, 17 e 20	8	9, 10 e 16	–
Física Moderna e Artes Visuais	5, 12, 17, 18, 20 e 23	–	19	–
Física Moderna e Quadrinhos	1, 6 e 17	–	22	–
Física Moderna e Cordel	17 e 21	–	22	–
Física Moderna e Literatura	1, 7, 14, 17 e 20	–	–	–
Física Moderna e Pinturas	3, 4, 14 e 17	–	10	–
Física Moderna e Música	1 e 17	–	–	–
Física Moderna e Teatro	12 e 17	–	9 e 11	–
Física Moderna e Animação	–	–	15	–
Física Moderna e Dança	13	–	9	–
Totais	15	1	7	0

Fonte: o autor

Na Tabela 1, pode-se perceber que os temas são variados e se entrelaçam, com maior ocorrência nas Artes Visuais, na Literatura, a Pintura e nas Artes em geral, esse é o principal objetivo de transmitir a Física Moderna com um olhar transdisciplinar e multicultural. A partir dos dados da Tabela 1 e para melhor visualizarmos as diversas temáticas dos trabalhos apresentados, gerou-se um Gráfico 1, em formato de pizza, para poder identificá-los e ter uma noção de quais temas são mais explorados e os que menos são tratados nos respectivos trabalhos. Para identificar as publicações por meios de uma linha do tempo, a Tabela 2 foi criada a fim de enxergarmos como esses trabalhos foram publicados ao longo do período entre 1991 e 2021.

Gráfico 1 - Categorização por interface Arte-Física



Fonte: os autores.

Na Tabela 2 os números de publicações crescem ao longo dos anos e isso é de se esperar. O avanço natural do conhecimento e do interesse em explorar mais a pesquisa do uso das Artes como recurso didático no Ensino da Física Moderna tornou-se recorrente. O número de dissertações só foram aparecer a partir de 2011, pois nos anos anteriores houve apenas ocorrências de artigos. Entre 2011 e 2015 diminuíram as ocorrências de artigos, existindo praticamente uma estagnação nas publicações.

Tabela 2 - Comparativo por período de publicação.

Período	Artigo	Livro	Dissertação	Tese
1991-1995	–	–	–	–
1996-2000	1	–	–	–
2001-2005	–	–	–	–
2006-2010	2, 3, 4, 5 e 6	8	–	–
2011-2015	7 e 12	–	9, 10 e 11	–
2016-2021	13, 14, 15, 17, 18, 20, 21 e 23	–	16, 19 e 22	–

Fonte: os autores.

A partir de 2016 foram encontradas ocorrências e um crescimento significativo das publicações de artigos científicos. Conclui-se que a exploração pelos pesquisadores nesse intuito de unir a Arte e a Física Moderna tem crescido nos últimos anos, como pode ser observado no Gráfico 2, que mostra a evolução que os trabalhos foram publicados ao longo dos períodos.

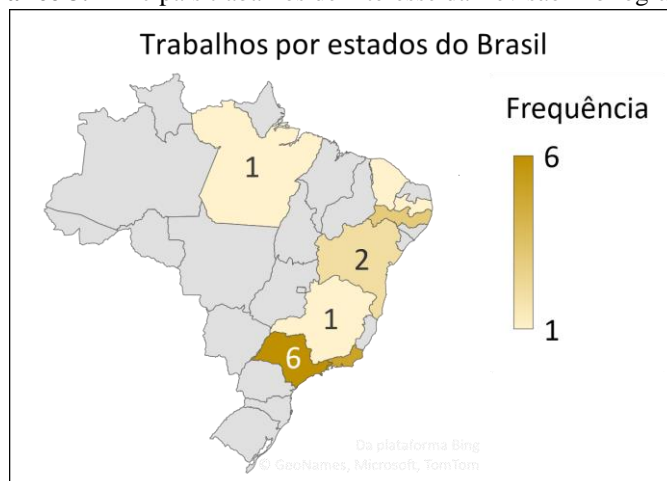
Gráfico 2 - Comparativo por período de publicação.



Fonte: os autores.

Importante salientar que muitos desses autores publicaram seus trabalhos, com o propósito de reforçar essa aspiração que as culturas Artes e Ciências podem criar no Ensino de Física uma cultura científica, além de terem a abordagem de temas mais relevantes da Física Moderna. Também se leva a crer que o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física ancorou boa parte desses trabalhos, como a dissertação (FEITOSA, 2019) e artigo (FEITOSA; ARAÚJO; SILVA; NOBRE, 2019) sobre a utilização do Cordel, assim como as dissertações sobre animação (RAMOS, 2017), sobre o teatro (GOMES, 2015) e o artigo também sobre o teatro (OLIVEIRA; GOMES, 2018), pois são de autores do programa. Isso se deve pela abrangência que o programa tem em território nacional e principalmente levando a pesquisa aos docentes do Ensino Básico, que tem mais interesse em explorar essa temática com a finalidade de trazer para a prática uma aprendizagem mais significativa contrapondo ao ensino tradicional que desmotiva e assusta os educandos com fórmulas e memorizações enfadonhas.

Gráfico 3. Principais trabalhos de interesse da Revisão Bibliográfica.



Fonte: os autores.

Além disso, os trabalhos científicos a respeito da Física Moderna, utilizando as Artes como uma fonte de recurso didático (para a construção desse gráfico, foi considerado o local de estado do autor principal). Pode ser evidenciado em sua maioria nos estados de São Paulo, com 6 trabalhos, e Rio de Janeiro, com 5 do total, como mostra o Gráfico 3, representado pelo mapa do Brasil delimitando seus respectivos estados federativos.

Apesar disso, podemos destacar regiões com um número considerado na região Nordeste, dentre eles os estados de Pernambuco, com 3 ocorrências, a Bahia, com 2 ocorrências, o Ceará e Paraíba com 1 trabalho cada. Já a região norte tem uma carência muito grande, porém com o Pará tendo sua contribuição a Revisão Bibliográfica. Estudos com esse teor mapeiam as principais publicações sobre a união das Artes com a Física no intuito de pensar, não de forma fragmentada, e sim termos um pensamento complexo, que possa contribuir para a transdisciplinaridade, pois como é reforçado por Zanetic (1989), a realidade da educação pública no ensino básico é de que há uma apresentação fragmentada e incompleta das diferentes áreas do saber que são contempladas na escolha curricular. Esses trabalhos acadêmicos se unem de forma transdisciplinar permitindo que o aluno tenha criticidade e transforme a si e ao meio, dando um caráter qualitativo para a presente pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES

Para chegar aos resultados obtidos, foi necessário identificar as temáticas que cada pesquisa se propôs em realizar, verificando qual a sua contribuição para o Ensino de Física a partir da utilização das Artes em sala de aula. Os artigos restringem-se, em sua grande maioria, em relatar dinâmicas, práticas realizadas em espaços formais e não formais. As dissertações/teses tem um intuito mais teórico de analisar como a Arte pode influenciar no aprendizado dos estudantes e enxergar de forma analítica a Física como cultura, na qual pode ter uma visão transdisciplinar com outras culturas.

Observando a nuvem de palavras gerada pelo software Atlas.ti, na Figura 1, podemos perceber que os trabalhos científicos em sua grande maioria tratam de “Ensino”, por ser a palavra de maior destaque, depois podemos ver que outros termos são importantes, como Física, Ensino, Pesquisa, Ciências, Educação, Professor, Complexidade, Arte, Realidade, Desenvolvimento, Escola, Transdisciplinaridade, Transdisciplinar, Conhecimento, Literatura, Humano, Disciplinas, Relação, Natureza, Construção, Artes, Diferentes, Gênero, Conceitos,

ocorrência do tema “Física Moderna” e “Arte” nas plataformas de pesquisas, inclusive identificar e analisar quais dessas publicações apresentaram de forma interdisciplinar. Apenas uma dessas publicações utilizou a transdisciplinaridade para fundamentar sua pesquisa na perspectiva da Teoria da Complexidade de Edgar Morin, sendo o arcabouço teórico principal.

Por fim, conclui-se que essa investigação constatou que o tema de pesquisa, “Física e Arte”, tem sido uma fonte cada vez mais explorada pelos professores e pesquisadores. Pensar na Física como cultura pode ser interessante para a desconstrução da visão que a sociedade tem sobre a disciplina de Física, o que contribui com uma cultura científica e um letramento científico. Emancipar os educandos para que eles possam ser coadjuvantes no processo pedagógico, fortalece a transdisciplinaridade entre essas duas culturas. Verificou-se, também, que unir o par Física e Arte é engrandecer e valorizar o Ensino de Física, pois aprofunda o multiculturalismo na educação. Por isso, é interessante fazer revisões na literatura no intuito de propiciar cada vez mais o desenvolvimento científico, avançar mais nesse campo do conhecimento e influenciar ainda mais a produção de Artigos, Dissertações e Livros, pois colabora-se com a divulgação científica, já que ainda carecem muito de pesquisas sobre essa temática, que utiliza das Artes para ensinar a Física Moderna.

REFERÊNCIAS

ATLAS.ti Scientific Software Development GmbH. **ATLAS.ti** (Version 10.1.9). Berlin, Germany, 2021. Disponível em: https://software.com.br/p/atlas-ti?gclid=Cj0KCQjwi7GnBhDXARIsAFLvH4l2maVJENymk5azzy9WrdjL2IUI8f9Lrb03Hzf5oEQIOYRAK0meNOUaAjJZEALw_wcB. Acesso em: 28 ago. 2023.

ANDRADE, Rodrigo Ronelli Duarte; NASCIMENTO, Robson de Sousa; GERMANO, Marcelo Gomes. Influências da Física moderna na obra de Salvador Dalí. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 400–423, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6243>. Acesso em: 28 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

CANTANHEDE, S. C. da S. .; SILVA, A. F. G.; SILVA, F. H. S. da .; SILVA, M. de F. V. da . Interdisciplinaridade: características e possibilidades para o ensino de Física e Química. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. e21019, 2021. <https://doi.org/10.26571/reamec.v9i1.11243>

CARUSO, Francesco; FREITAS, Nilton de. Física Moderna no Ensino Médio: o espaço-tempo de Einstein em tirinhas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 355–366, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2009v26n2p355>. Acesso em: 28 ago. 2023.

CASTRO, Gustavo; DRAVET, Florence. Tempo e caos: a imaginação dos possíveis e os média. **Comunicação e Sociedade**, [s. l.], v. 35, p. 29–44, 2019. [https://doi.org/10.17231/comsoc.35\(2019\).3129](https://doi.org/10.17231/comsoc.35(2019).3129)

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, [s. l.], n. 22, p. 89–100, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782003000100009>

DELIZOICOV, D., e ZANETIC, J. A proposta de interdisciplinaridade e o seu impacto no ensino municipal de 1o grau. In: PONTUSCHKA, N. (org.). **Ousadia no diálogo – Interdisciplinaridade na escola pública**. São Paulo: Edições Loyola, 1993.

FEITOSA, S. S., ARAÚJO K. M., SILVA, M. S., NOBRE, F. A. S. Uma sequência didática utilizando a literatura de cordel e a arte das histórias em quadrinhos para inserção de tópicos de Física Quântica no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 37, n. 2, p. 662–694, 2020. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n2p662>

FEITOSA, Samuel dos Santos. **Tópicos de Física Quântica em versos de cordel e arte dos quadrinhos ensinados à luz de uma unidade de ensino potencialmente significativa** [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <http://www.urca.br/mnpef/phocadownload/Dissertacoes/samuel%20-%20produto%20e%20material%20instrucional%20postar.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2021.

FERNANDES, R. F. A. M.; PIRES, F. F.; FORATO, T. C. M.; J. A. SILVA. Pinturas de Salvador Dalí para introduzir conceitos de Mecânica Quântica no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 34, n. 2, p. 509–529, 2017. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n2p509>

FERREIRA, R. A.; ANDRADE, T. S. Cinema e ensino de física. [s. l.], **XVIII Simpósio Nacional em Ensino de Física**, Vitória, ES. 26 a 30 de janeiro de 2009.

FREIRE JR., Olival; PESSOA JR., Osvaldo; BROMBERG, Joan Lisa. **Teoria quântica: estudos históricos e implicações culturais**. [S. l.]: EDUEPB, 2011. E-book.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro, RJ. [S. l.]: Editora Paz e Terra, 1987.

FREITAS, Lima de; NICOLESCU, Basarab; MORIN, Edgar (org.). **Carta da Transdisciplinaridade**. Primeiro Congresso Mundial de transdisciplinaridade. Convento da Arrábida, Portugal, 2 a 6 de novembro, 1994. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/39/39133/tde-21052012-093302/publico/ANEXO_A_Carta_Transdisciplinaridade.pdf. Acesso em: 28 fev. 2021.

GATTI, B. A. Estudos quantitativos em educação. **Educação e Pesquisa**, v. 30, p. 11–30, abr. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/XBpXkMkBSsBCrCLWjzyWyB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 ago. 2023.

GOMES, Emerson Ferreira; AMARAL, Sonia Do; PIASSI, Luís Paulo De Carvalho. A máquina do tempo de H.G. Wells: uma possibilidade de interface entre ciência e literatura no ensino de física. **Ensino, Saude e Ambiente**, [s. l.], v. 3, n. 2, 2010.
<https://doi.org/10.22409/resa2010.v3i2.a21119>

GOMES, Ivan Carlos Pereira. **A mediação semiótica de instrumentos culturais na aprendizagem do conceito de radioatividade no Ensino Médio**. [s. l.], 2013. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/3137>. Acesso em: 26 fev. 2021.

GOMES, M. L. A. **Einstein e a relatividade entram em cena**. 2015. Universidade Federal do Vale do São Francisco. Disponível em:
https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3198437# Acesso em: 26 fev. 2021

GUERRA, Andreia; BRAGA, Marco; REIS, José Cláudio. Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do ensino médio: uma possível abordagem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 29, n. 4, p. 575–583, 2007. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/070304.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2023.

IAMARINO, A.; FIGUEIREDO, F. **Nerdologia**. [Canal do Youtube]. Brasil. 2011-presente. Disponível em: < <https://www.youtube.com/channel/UClu474HMT895mVxZdIIHXEA> > . Acesso em: 10 mar. 2021.

LIMBERG, Davilson; FAGUNDES, Maria Beatriz. Ciências e Artes: interação entre videodança e ambiente virtual de aprendizagem no Ensino de Física Moderna. In: V. 1 (2015): **I CONGRESSO DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA DO IFSP**, 2015. v. 1 (2015): I Congresso de Educação Profissional e Tecnológica do IFSP. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: <http://ocs.ifsp.edu.br/submissao/index.php/conept/i-conept/paper/view/142> . Acesso em: 26 fev. 2021.

MELO, C. B. da S.; KIPPER, L. M. Mapa conceitual por meio do brainstorming e clustering: experiência na disciplina prática de ensino em Física. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 163–171, 2020.
<https://doi.org/10.26571/reamec.v8i1.9546>

MELO, M. G. de A. Luz, câmera, alfabetização científica! Possibilidades Epistemológicas no antagonismo ciência-pseudociência da série Cosmos de Carl Sagan. Amazônia: **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, [s. l.], v. 17, n. 38, p. 173–190, 2021.
<http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v17i38.9737>

MENEZES, L. P. G. de; BATISTA, M. C. Concepções de mestrandos em ensino de física sobre o sistema solar sob a perspectiva das leis de Kepler. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 352–373, 2020.
<https://doi.org/10.26571/reamec.v8i2.10000>

MORA, C. La semiótica en la enseñanza de la Física. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 126–134, 2020.
<https://doi.org/10.26571/reamec.v7i3.9278>

MOREIRA, Ildeu de Castro; MASSARANI, Luisa. (En)canto científico: temas de ciência em letras da música popular brasileira. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, [s. l.], v. 13, p. 291–307, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702006000500018>

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa Crítica. **Revista Chilena de Educación Científica**, ISSN 0717-9618, Vol. 7, Nº. 2, 2008, pp. 23-30. Revisado em 2012. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2021.

MOREIRA, M. A. **Organizadores prévios e aprendizagem significativa**. [s. l.], p. 11. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/ORGANIZADORESport.pdf> Acesso em: 07 set. 2022.

MORIN, Edgar. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro**. 3. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2000. 116 p.

MORIN, Edgar. **Ciência Com Consciência**. tradução de. Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. -. Ed. revista e modificada pelo autor - 8" ed. - Rio de. Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. [s.d.]

MORIN, Edgar. **Edgar Morin: é preciso educar os educadores**. [Entrevista concedida a] Andrea Rangel - O Globo. Fronteiras do Pensamento, Porto Alegre, 2017, Disponível em: <https://www.fronteiras.com/entrevistas/entrevista-edgar-morin-e-preciso-educar-os-educadores>. Acesso em: 11 mar. 2021.

MORIN, Edgar. **Introdução ao Pensamento Complexo**. Tradução do francês: Eliane Lisboa -. Porto Alegre: Ed. Sulina, 2005. 120 p.

MOURA, Fábio Andrade de; VIANNA, Pedro Oliveira. O Ensino de Física Moderna baseado no filme Interestelar: Abordagem didática para a aprendizagem significativa. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 8, n. 3, p. 14, 2019.

MOURA, G. Y. S. M. A Física no Cinema: Recortes de Filme como recurso didático articulado a demonstrações experimentais com suporte Arduino. | MNPEF. [S. l.], [s. d.]. 2019. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/f%C3%ADsica-no-cinema-recortes-de-filmes-como-recurso-did%C3%A1tico-articulado-demonstra%C3%A7%C3%B5es-experimentais-com>. Acesso em: 26 fev. 2021.

OLIVEIRA, Letícia Maria; GOMES, Maria Letícia. 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**, [s. l.], v. 33, n. 3, p. 943–961, 2016. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n3p943>

PACCA, Jesuína Lopes de Almeida; VILLANI, Alberto. A formação continuada do professor de Física. **Estudos Avançados**, [s. l.], v. 32, n. 94, p. 57–71, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0005>

PINTO, Alexandre Custódio; ZANETIC, João. É possível levar a física quântica para o ensino médio? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 7–34, 1999.

Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6873>. Acesso em: 28 ago. 2023.

PRICE, D. J. de Solla. The structures of publication in science and technology. In: GRUBER, H.; MARQUIS, D. G. (Org.). **Factors in the transfer of technology**. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1969. p. 91-104.

PRITCHARD, Alan. Statistical bibliography or bibliometrics. **Journal of Documentation**, [S. l.], v. 25, n. 4, p.348-349, 1969.

RAMOS, E. S. **Física, arte e os conceitos de espaço e tempo**. 2017. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6201994 Acesso em: 26 fev. 2021

RAMOS, João Eduardo Fernandes; PIASSI, Luís Paulo. O insólito e a física moderna: interfaces didáticas do conto fantástico. **Ciência & Educação (Bauru)**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 163–180, 2017. <https://doi.org/10.1590/1516-731320170010010>

SAGAN, C. (Temporada 1). **Cosmos** [Seriado]. Direção: Adrian Malone. Produção: KCET e Carl Sagan Productions, Estados Unidos da América, 1980. (1 h. por episódio), son., color.

SANTOS, R. N. M. DOS; KOBASHI, N. Y. Bibliometria, cientometria, infometria: conceitos e aplicações. Article. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10089> . Acesso em: 12 ago. 2021.

SILVA, Aline dos Santos; REIS, José Claudio de Oliveira; REGO, Sheila Cristina Ribeiro. Publicações sobre o ensino de Física Moderna: relações construídas entre Artes e Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 36, n. 2, 2019. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2019v36n2p366>

SILVA, Ivan Lúcio da. **O ideal do belo como princípio, meio e fim do ensino-aprendizagem da Física**. 2011. text - Universidade de São Paulo, [s. l.], 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.81.2011.tde-01082011-160050>. Acesso em: 26 fev. 2021.

SILVEIRA, B. G. M. da; MELO JUNIOR, E. B. de; SILVA, M. C. da. Software Phision: uma aplicação no ensino de Física . **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. e21082, 2021. <https://doi.org/10.26571/reamec.v9i3.12439>

SNOW, C. P. *As duas Culturas*. Lisboa: Editorial Presença, 1996.

SOUZA, J. T. de; BOTELHO, S. de O.; MEDEIROS, T. M. C. de; RIVERA, R. C. da S. Um ensaio para o estado da arte: história da ciência no processo de ensino aprendizagem da Física. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 171–195, 2019. <https://doi.org/10.26571/REAMEC.a2019.v7.n1.p171-195.i8039>

STUDART, Nelson. Complexidade na Física e seu Ensino: Apresentação da Edição Especial. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 43, 2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2021-0031>.

VOGT, Carlos; GOMES, Marina; MUNIZ, Ricardo. (Organizadores). **Consciência e Divulgação Científica**. – Campinas, SP: BCCL/ UNICAMP, 2018. 274 p. ISBN: 978-85-85783-90-7; Disponível em: <https://www.comciencia.br/wp-content/uploads/2018/07/Livro-ComCiencia.pdf>. Acesso em: 17 de. 2020.

ZANETIC, João; MENEZES, Luís Carlos de. **Física também é cultura**. 1989. Master's Thesis - Universidade de São Paulo, [s. l.], 1990.

ZANETIC, João. Física e Arte: Uma Ponte entre duas Culturas. **Pro-Posições**, v. 17, n.1, p. 39-57, jan./abr. 2006. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8643654>. Acesso em: 28 ago. 2023.

ZANETIC, João. Física e cultura. **Cienc. Cult.**, São Paulo , v. 57, n. 3, p. 21-24, Sept. 2005. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252005000300014. Acesso em: 28 ago. 2023.

APÊNDICE 1 – INFORMAÇÕES SOBRE O MANUSCRITO

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai, Gilson Moura Silva, e ao meu orientador, Luiz Fernando Mackedanz.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Resumo/Abstract/Resumen: Gilson Yuri Silva Moura e Luiz Fernando Mackedanz.

Introdução: Gilson Yuri Silva Moura e Luiz Fernando Mackedanz.

Referencial teórico: Gilson Yuri Silva Moura e Luiz Fernando Mackedanz.

Análise de dados: Gilson Yuri Silva Moura e Luiz Fernando Mackedanz.

Discussão dos resultados: Gilson Yuri Silva Moura e Luiz Fernando Mackedanz.

Conclusão e considerações finais: Gilson Yuri Silva Moura e Luiz Fernando Mackedanz.

Referências: Gilson Yuri Silva Moura e Luiz Fernando Mackedanz.

Revisão do manuscrito: Gilson Yuri Silva Moura e Luiz Fernando Mackedanz.

Aprovação da versão final publicada: Gilson Yuri Silva Moura e Luiz Fernando Mackedanz.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmico, político e financeiro referente a este manuscrito.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

Os dados desta pesquisa não foram publicados em Repositório de Dados, mas os autores se comprometem a socializá-los caso o leitor tenha interesse.

PREPRINT

Não publicado.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

COMO CITAR - ABNT

MOURA, Gilson Yuri Silva; MACKEDANZ, Luiz Fernando. Transdisciplinaridade entre Física Moderna e Arte: Uma Revisão Sistemática da Literatura. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 11, n. 1, e23052, jan./dez., 2023. <https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.15320>

COMO CITAR - APA

Moura, G.Y. S. & Mackedanz, L. F. (2023). Transdisciplinaridade entre Física Moderna e Arte: Uma Revisão Sistemática da Literatura. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 11(1), e23052. <https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.15320>

LICENÇA DE USO

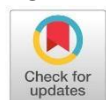
Licenciado sob a Licença Creative Commons [Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



DIREITOS AUTORAIS

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicado neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico. Os editores da Revista têm o direito de realizar ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

POLÍTICA DE RETRATAÇÃO - CROSSMARK/CROSSREF



Os autores e os editores assumem a responsabilidade e o compromisso com os termos da Política de Retratação da Revista REAMEC. Esta política é registrada na Crossref com o DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.retratacao>

PUBLISHER



Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Publicação no [Portal de Periódicos UFMT](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da referida universidade.

EDITOR

Dailson Evangelista Costa  

AVALIADORES

Carlos Henrique Moreira Lima  

Lilian Cristiane Almeida dos Santos  

Avaliador 3: não autorizou a divulgação do seu nome.

HISTÓRICO

Submetido: 14 de abril de 2023.

Aprovado: 20 de julho de 2023.

Publicado: 30 de agosto de 2023.