

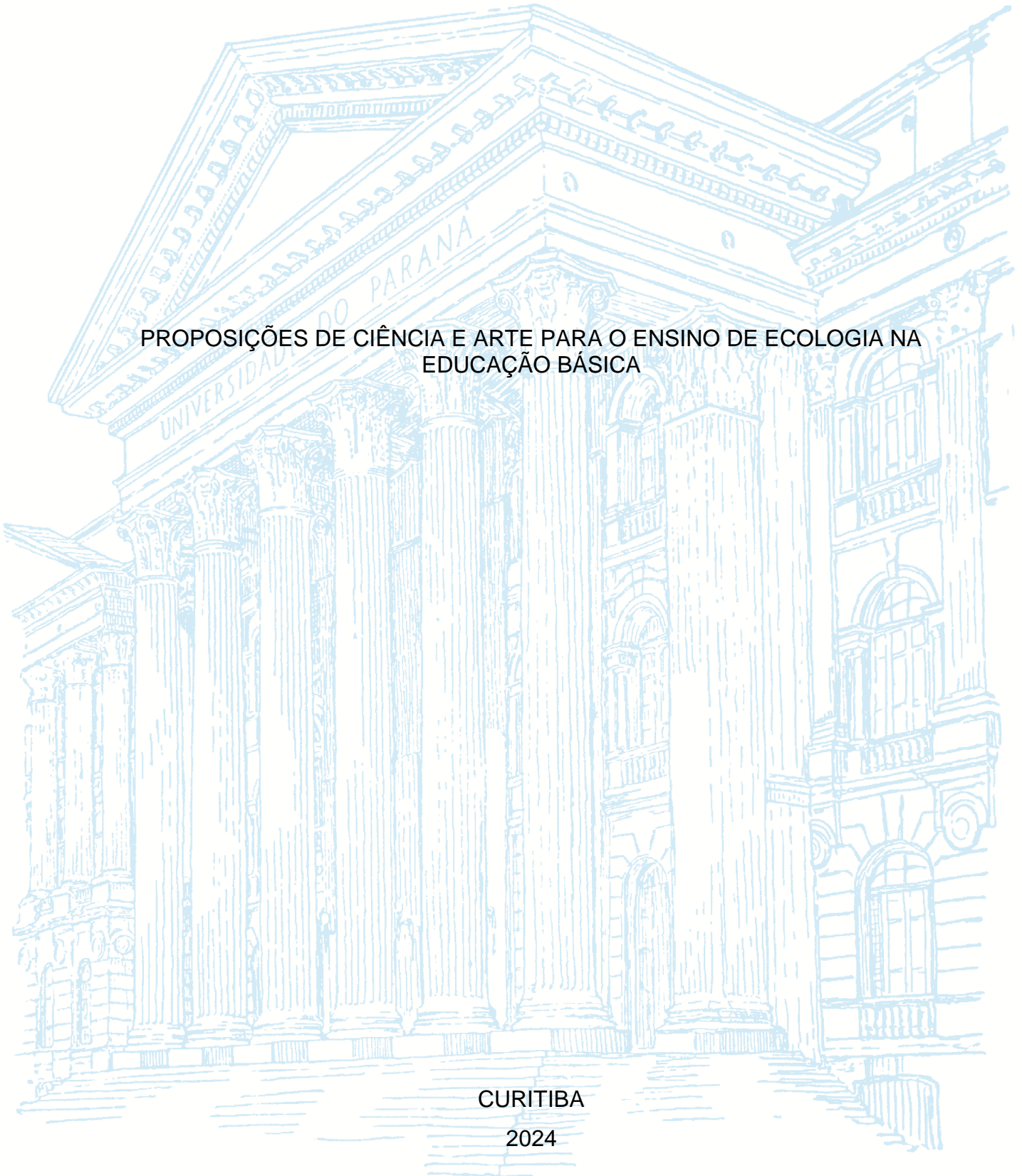
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HELOISA RIBEIRO

PROPOSIÇÕES DE CIÊNCIA E ARTE PARA O ENSINO DE ECOLOGIA NA
EDUCAÇÃO BÁSICA

CURITIBA

2024



HELOISA RIBEIRO

PROPOSIÇÕES DE CIÊNCIA E ARTE PARA O ENSINO DE ECOLOGIA NA
EDUCAÇÃO BÁSICA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof.º Dr. Leandro Siqueira Palcha

CURITIBA

2024

Dedico este trabalho aos meus sobrinhos,
Alice e Manoel, que sempre me fazem lembrar
que o aprendizado acerca do mundo pode ser
recheado de curiosidade e afeto.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos licenciandos em Ciências Biológicas que aceitaram participar dessa pesquisa. Sem eles esse trabalho não teria sido possível.

Aos alunos da Escola Estadual Aline Picheth e à professora Maria Zenilda Chmulek, que me receberam e me ensinaram durante meu estágio de docência em Ciências.

Aos alunos do Colégio Estadual Professor Loureiro Fernandes e à professora Mariana Malhadas Pinto, que me receberam e me ensinaram durante meu estágio de docência em Biologia.

Aos alunos do Colégio Estadual Leôncio Correia e à professora preceptora Roberta Abati, que me receberam e me ensinaram durante meu estágio de residência pedagógica em Biologia. Agradeço também à professora orientadora da residência pedagógica, Dr.^a Patrícia Barbosa Pereira.

À banca examinadora, por aceitarem avaliar e contribuir com esse trabalho.

Aos meus colegas da licenciatura em Ciências Biológicas, pelas trocas de conhecimentos, experiências, incentivos mútuos e afetos.

Agradeço ao meu orientador, Dr. Leandro Siqueira Palcha, pela orientação cuidadosa e assertiva. Pela paciência, apoio e incentivo para conclusão deste trabalho.

Agradeço à minha família e meus amigos, pelo amor e apoio de sempre.

– Olhe, um arco-íris – ele disse, sem olhar para mim.

(...)

– Você sabe quem foi o primeiro a explicar a verdadeira origem do arco-íris? – perguntei.

– Foi Descartes – ele respondeu. Depois de um momento, me olhou nos olhos. – E qual você acha que foi a característica do arco-íris que mais se destacou aos olhos de Descartes para inspirá-lo na sua análise matemática? – perguntou.

– Bem, o arco-íris, na verdade, é a parte de um cone que surge como um arco das cores do espectro quando gotas d’água são iluminadas pelo sol atrás do observador.

– E?

– Suponho que sua inspiração tenha sido a compreensão de que o problema podia ser analisado a partir de uma única gota d’água e da geometria da situação.

– Você está deixando de lado uma característica fundamental do fenômeno – ele disse.

– Tá legal, desisto. Para você o que teria inspirado a teoria dele?

– Eu diria que sua inspiração veio do fato de ele achar que os arco-íris eram lindos.

(Trecho do livro “O arco-íris de Feynman”, de Leonard Mlodinow)

RESUMO

A interdisciplinaridade entre arte e ciência, no contexto do ensino, possibilita restituir a complexidade no conhecimento humano acerca da natureza. Apesar de serem linguagens distintas, ambas possuem similaridades quanto à observação e criatividade, sendo capazes de produzir conhecimento e reflexões críticas em relação ao mundo que nos cerca. Na educação em ciências, a conexão com a arte pode ser aliada para ensinar ciências, ensinar sobre ciências, ensinar a fazer ciências e abordar questões sócio-científicas. No ensino da educação básica, o docente tem um papel central na condução do trabalho pedagógico que será desenvolvido em sala de aula. Nosso objetivo foi analisar os produtos pedagógicos elaborados por licenciandos em Ciências Biológicas, buscando relacionar esses produtos a diferentes propósitos ao ensinar biologia e a diferentes discursos dos licenciandos sobre a interdisciplinaridade arte-ciência no ensino. Analisamos onze produtos pedagógicos para o ensino de ecologia para o ensino médio, elaborados por vinte licenciandos, através da metodologia de Análise de Discurso Francesa. Os produtos pedagógicos foram variados em relação ao conteúdo e artes abordadas, demonstrando o potencial da interdisciplinaridade arte e ciência para o ensino de ecologia. Dentre os onze produtos, nove propuseram o uso das artes visuais e dois da música, corroborando dados de literatura que apontam a predominância das artes plásticas nas proposições arte-ciência. Quanto aos objetivos de ensino de ciências, dentre os onze produtos, seis tiveram o objetivo de ensinar ciências, três de abordar questões sócio-científicas, um de abordar questões sócio-científicas e também de ensinar sobre ciências e um de ensinar a fazer ciências. Os seis produtos voltados a ensinar ciências tinham como pressuposto a utilização da arte como instrumento da ciência. Esse resultado reforça dados de literatura que apontam a manutenção da arte como recurso para a ciência e pouca integração real entre elas. Os outros cinco produtos demonstraram que os licenciandos reconhecem a importância da arte para gerar conhecimento e para a educação científica. Os discursos dos licenciandos sobre arte e ciência corroboraram, em parte, os propósitos de ensino que identificamos nos produtos pedagógicos. Concluímos que a experiência foi propícia para motivar os licenciandos a continuar a explorar essa interdisciplinaridade e que mais iniciativas são necessárias para ampliar a utilização da conexão arte e ciência no repertório dos futuros docentes de biologia. Além disso, somente a proposição de materiais didáticos não é suficiente para uma real integração arte-ciência no ensino, sendo necessário refletir sobre os discursos dos licenciandos e suas imaginações a respeito dessa interdisciplinaridade.

Palavras-chave: Arte e ciência; Ecologia; Discurso; Relações ecológicas; Interdisciplinaridade; Formação de professores.

ABSTRACT

The interdisciplinarity between art and science, in the context of teaching, allows for the restoration of the complexity of human knowledge about nature. Despite being distinct languages, both share similarities in observation and creativity, being capable of producing knowledge and critical reflections on the world around us. In science education, the connection with art can be an ally in teaching science, teaching about science, teaching how to do science, and addressing socio-scientific issues. In basic education, the teacher plays a central role in guiding the pedagogical work developed in the classroom. Our objective was to analyze the pedagogical products developed by biology pre-service teachers, aiming to relate these products to different purposes in teaching biology and different discourses of the pre-service teachers about the art-science interdisciplinarity in teaching. We analyzed eleven pedagogical products for teaching ecology to high school students, developed by twenty pre-service teachers, using the methodology of French Discourse Analysis. The pedagogical products varied in relation to the content and arts addressed, demonstrating the potential of the art-science interdisciplinarity for teaching ecology. Among the eleven products, nine proposed the use of visual arts, and two proposed music, corroborating literature data that point to the predominance of visual arts in art-science propositions. As for the objectives of teaching science, among the eleven products, six aimed to teach science, three aimed to address socio-scientific issues, one aimed to address socio-scientific issues and also teach about science, and one aimed to teach how to do science. The six products focused on teaching science assumed the use of art as an instrument of science. This result reinforces literature data that indicate the maintenance of art as a resource for science and little real integration between them. The other five products showed that the pre-service teachers recognize the importance of art in generating knowledge and in scientific education. The pre-service teachers' discourses about art and science partially corroborated the teaching purposes we identified in the pedagogical products. We conclude that the experience was conducive to motivating the pre-service teachers to continue exploring this interdisciplinarity and that more initiatives are needed to expand the use of the art-science connection in the repertoire of future biology teachers. Furthermore, merely proposing teaching materials is not enough for a real art-science integration in education, as it is necessary to reflect on the pre-service teachers' discourses and their perceptions regarding this interdisciplinarity.

Keywords: Art and science; Ecology; Discourse; Ecological relationships; Interdisciplinarity; Teacher education.

APRESENTAÇÃO DA PESQUISADORA

Escrevo este breve relato para contar como e porque decidi realizar uma pesquisa sobre a intersecção entre arte e ecologia no ensino, como Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Ciências Biológicas. Sou apaixonada por ecologia desde o segundo período da graduação, quando tive o primeiro contato com a disciplina de ecologia básica. De lá para cá, cursei várias disciplinas optativas na área de ecologia, participei de um curso teórico-prático de extensão em ecologia na Universidade de São Paulo, fiz minha monografia na temática de ecologia de paisagens com a minha maravilhosa orientadora, Dra. Isabela Galarda Varassin, ingressei no mestrado em Ecologia e Conservação da UFPR e atualmente organizo um curso de extensão em Ecologia e Conservação pelo PPGECO/UFPR. O interesse pelas artes no ensino surgiu menos evidente, linear ou constante. Acredito que começou pelo questionamento sobre a racionalidade positivista da ciência, instigada pelo querido Prof. Dr. Leandro Siqueira Palcha, na disciplina de Metodologia de Ensino de Ciências e Biologia. Meu interesse, a princípio, residiu mais nos aspectos de história e filosofia da ciência. Interesse que ainda me acompanha. A arte mesmo surgiu estranha e difícil durante uma atividade da disciplina de Prática de Docência em Biologia, em que o Prof. Leandro nos instigou a produzir um material arte-ciência para o ensino de biologia. Produzi, junto com o colega Emer, o material “Ecologia Ilustrada: investigando organismos e suas interações”, uma proposta de usar ilustrações para aulas de ecologia. O material ficou bonito, interessante e pudemos apresentá-lo na XXXIV Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão do Setor de Educação. Depois disso, resolvi aproveitar a temática ciência e arte para o TCC – confesso que ainda sem muita convicção sobre o trabalho. Desde as primeiras leituras sobre o tema, mais de um se passou e, nesse período, as similaridades entre arte e ciência que descrevo nesse trabalho se fizeram evidentes em minha pesquisa acadêmica, mostrando a potência de olhar para essa conexão. Observação, criatividade, processo, engajamento, emoção e afetos são características que estão sempre presentes em minhas atividades de aprendizagem, ensino e pesquisa. O aspecto sensível sempre esteve ali, e sempre está em todo aluno quando aprende. Tenho hoje a convicção de que investigar essa conexão nos permite construir um ensino mais científico, humano e bonito.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1	A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE BIOLOGIA.....	13
2.2	ARTE NO ENSINO DE BIOLOGIA PARA: APRENDER CIÊNCIAS, APRENDER SOBRE CIÊNCIAS, APRENDER A FAZER CIÊNCIAS E ABORDAR QUESTÕES SÓCIO-CIENTÍFICAS.....	14
3	DELINEAMENTOS METODOLÓGICOS E ANALÍTICOS.....	19
3.1	O CONTEXTO DA PESQUISA.....	19
3.2	OS SUJEITOS DA PESQUISA.....	19
3.3	OS INSTRUMENTOS DA PESQUISA.....	20
3.4	O REFERENCIAL DE ANÁLISE.....	20
4	RESULTADOS.....	22
5	DISCUSSÃO.....	27
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
	REFERÊNCIAS.....	31
	APÊNDICE 1 - PROPOSIÇÃO DE ATIVIDADE DE CIÊNCIA E ARTE.....	35
	APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO SOBRE CIÊNCIA E ARTE.....	36

1 INTRODUÇÃO

A interdisciplinaridade, no contexto do ensino, pode ser entendida como uma prática de respeito e valorização à multiplicidade de conhecimentos humanos. É, portanto, uma possibilidade de romper com o paradigma do conhecimento como produto acabado e descontextualizado das vivências humanas, substituindo a verdade de cada disciplina pela “verdade do homem enquanto ser no mundo” (Fazenda, 2002). Mais do que um conceito teórico ou uma estruturação curricular, Fazenda (2002) define a interdisciplinaridade como uma atitude, para a qual é necessário abrir-se ao novo e vislumbrar potência na conexão entre os conhecimentos múltiplos.

Dentre as interdisciplinaridades possíveis no ensino das ciências, a conexão com a arte possui uma qualidade ímpar: reconciliar emoção e razão em meio a uma educação fragmentária, restituindo a complexidade em nossa forma de conhecer, entender e atuar na natureza (Cachapuz, 2015a). Arte e ciência possuem claras distinções, principalmente no que se refere à sua linguagem, relação sujeito/objeto e normatização discursiva. Porém, são similares em seus “estados nascentes”, pois ambas necessitam de criatividade para delinear observações sobre a realidade (Cachapuz, 2015b). Além disso, ambas demandam observação cuidadosa acerca de seu objeto de conhecimento e fornecem testemunhos da realidade, seja por meio de dados coletados ou por meio de poemas, histórias, ilustrações ou outras formas de arte (Young, 2003). Aqui, entendemos que tais similaridades podem ser exploradas para favorecer um ensino de Ciências mais holístico, criativo, engajado e contextualizado com a realidade do estudante.

Considerando o papel do docente como mediador do processo de ensino-aprendizagem, a sua formação (inicial e continuada) é decisiva para determinar a forma como o ensino das ciências será construído na sala de aula. Afinal, o professor elabora suas práticas a partir de suas concepções e vivências (Seixas; Calabró, Souza, 2017). Para possibilitar mediações didáticas propícias a uma educação científica que acolha a sensibilidade artística como forma de investigação (Rangel; Rojas, 2014), é necessário que, durante a sua formação teórico-prática, o professor reflita sobre as potencialidades entre arte e ciência no ensino (Seixas; Calabró; Sousa, 2017, Silva; Neves, 2015). Usando a palavra de Fazenda (2002), é

preciso que haja uma atitude voltada à interdisciplinaridade arte-ciência. Nesse sentido, interessa-nos analisar os produtos pedagógicos elaborados por licenciandos em ciências biológicas, buscando relacionar esses produtos a diferentes objetivos ao ensinar biologia e a diferentes concepções dos licenciandos sobre a interdisciplinaridade arte-ciência no ensino.

Acreditamos que o ensino de Biologia deve contemplar uma educação científica integral, na qual se ensine ciências, sobre ciências, a fazer ciências e se questione questões sócio-científicas (Hodson, 2014). Entendemos que diferentes objetivos ao ensinar ciências demandam diferentes abordagens pedagógicas (Hodson, 2014) e, também, que as concepções e imaginações dos docentes acerca da interdisciplinaridade influenciam em sua criação de propostas para trabalhar ciência e arte (Fazenda, 2014; Seixas; Calabro; Sousa, 2017). Na biologia, a relação entre arte e ciência ainda é pouco explorada, em comparação com a Física ou a Química, por exemplo (Silva; Silva, 2021).

Para abordar a interdisciplinaridade arte-ciência em biologia, propusemos aos licenciandos em Ciências Biológicas que elaborassem propostas de ensino e produtos pedagógicos para trabalhar conteúdos de ecologia no ensino médio. A ecologia é uma área da biologia que abrange interações entre os seres vivos e o meio ambiente, em diferentes escalas de organização, além de utilizar de diversos métodos científicos de investigação. Além disso, ela investiga os efeitos das ações antrópicas sobre a manutenção da biodiversidade, dos processos ecológicos e da resiliência dos ecossistemas (Begon; Townsend; Harper, 2007). Portanto, é uma área da biologia que permite uma visão mais integradora das relações entre os seres vivos, inclusive focando nas relações do ser humano com a natureza, e ainda pode ser trabalhada com uma grande diversidade de organismos e/ou métodos de pesquisa.

Apesar das potencialidades entre arte e ciência no ensino de ecologia, essa aproximação ainda é pouco explorada no Brasil. Os temas multidisciplinares representaram apenas 4% das produções acadêmicas de artigos sobre ensino de ecologia entre 2003 a 2011 (Kato; Motokane; Ferreira, 2013). Apenas 33% dos produtos educacionais (n = 25) com foco temático em ecologia, produzidos por mestrandos profissionais entre 2010 e 2019, abordavam a interdisciplinaridade (Cavalcante *et al.*, 2022). Destes 25 trabalhos, não há indicação no trabalho de Cavalcante e colaboradores (2022) quantos estariam associados à arte. O trabalho

de Favoretti, Silva e Lima (2020), que buscou relacionar diferentes abordagens pedagógicas para o ensino de ecologia no ensino médio, de 2008 a 2018, não citou nenhuma estratégia relacionada à arte. O trabalho de Allein e Sereia (2019) buscou por diferentes metodologias para o ensino de ecologia no ensino superior e das 17 metodologias analisadas apenas uma (dramatização) faz interligação com a arte.

A proposição de metodologias diferenciadas para a sala de aula, como a abordagem entre arte e ciência, depende da disposição e capacitação dos professores. Em relação ao ensino da disciplina de ecologia para o ensino médio, constata-se o forte viés conteudista das abordagens pedagógicas e pouca aderência a estratégias relacionadas à arte (Favoretti; Silva; Lima, 2020). Esse viés é condizente com a realidade do ensino de ecologia na formação dos professores (Allein; Sereia, 2019) e em seus trabalhos de pesquisa de formação continuada (Cavalcante *et al.*, 2022). Portanto, propiciar reflexões a respeito do diálogo entre arte e ciência durante a formação dos futuros professores de biologia pode ser uma estratégia para encorajá-los à prática.

Nesse trabalho, o objetivo geral reside em analisar os produtos pedagógicos elaborados por licenciandos em ciências biológicas, buscando relacionar esses produtos a diferentes objetivos ao ensinar biologia e a diferentes concepções dos licenciandos sobre a interdisciplinaridade arte-ciência no ensino. Exigindo para isso objetivos mais específicos, como:

- Analisar como os estudantes utilizariam a interdisciplinaridade entre arte e ciência para o ensino de ecologia, considerando diferentes objetivos de ensino.
- Investigar as concepções dos licenciandos sobre a interdisciplinaridade arte e ciência no ensino.
- Analisar a relação entre as concepções dos licenciandos sobre a interdisciplinaridade arte e ciência e suas proposições pedagógicas.

Para tanto, o desenvolvimento do presente texto é orientador por 6 capítulos. O primeiro capítulo apresenta a justificativa, o problema e os objetivos da pesquisa. O segundo capítulo é destinado à revisão de literatura e envolve trabalhos tanto da educação em geral quanto do ensino de ecologia. O terceiro capítulo é endereçado a apresentar os procedimentos metodológicos e analíticos da pesquisa. O quarto capítulo apresenta os resultados das análises realizadas. O quinto capítulo se

destina à discussão dos resultados, relacionando-os com a literatura da área. Por fim, o sexto capítulo apresenta considerações finais da pesquisa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE BIOLOGIA

O ensino da biologia e de ciências, no Brasil, passou por diferentes tendências e enfoques pedagógicos ao longo do tempo (Longhini, 2012). A partir da corrida científica do início da Guerra Fria, na década de 1950, o currículo escolar nos Estados Unidos foi reformulado em prol de uma educação científica que permitisse a experimentação do método científico, em uma busca da formação de mais cientistas no país (Santos, 2007). Essa tendência, aliada ao período tecnicista e reformista do Brasil em meio à ditadura militar, influenciou os currículos de ensino de biologia e ciências no Brasil.

A partir dos anos 1960 houve a priorização de atividades práticas de laboratório, que mimetizavam a prática científica a partir de guias instrucionais. Essas práticas partiam de um viés empirista da ciência como produto direto da observação e experimentação neutra do cientista, de forma que os alunos aprenderiam a biologia a partir dessa mesma experimentação (Longhini, 2012).

A partir da década de 70, as crises ambientais e sociais no mundo originaram uma tendência de educação crítica, que questionasse os modelos de desenvolvimento adotados. Surge em diversos países propostas de união das ciências da natureza com as ciências sociais, na abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). No Brasil, ao longo das décadas de 70 e 80, essa tendência também é adotada, junto com movimentos de valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes. A educação ganha um enfoque de conhecimento para a formação de cidadãos críticos, capazes de questionar a construção e o uso da ciência e da tecnologia (Longhini, 2012; Santos, 2007).

Dos anos 90 em diante, com os Parâmetros Curriculares Nacionais, ganham maior foco a contextualização, a alfabetização ou letramento científico, a interdisciplinaridade e o objetivo de desenvolvimento de competências e habilidades que capacitem o estudante a atuar em meio às problemáticas contemporâneas (Longhini, 2012). Atualmente, com a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), o foco da interdisciplinaridade reside entre as disciplinas correlatas à biologia, como a química e a física. Há também destaque para o ensino por investigação que, diferentemente das práticas de manuais dos anos 70, entende como investigação

diferentes atividades que protagonizem o estudante como ser humano integral, inserido em sua cultura e capaz de formular e responder perguntas científicas e tecnológicas relevantes para o seu contexto (Brasil, 2017).

Apesar do avanço nas propostas institucionais para a educação científica em biologia e ciências das últimas décadas, o ensino nessa área ainda é muito permeado por práticas pedagógicas tradicionais (centradas na transmissão de conteúdo) e por concepções empírico-indutivistas da natureza da ciência, tanto em professores quanto em alunos do ensino superior (Silva; Mattos, 2022).

Em pesquisa realizada com estudantes de biologia de 14 universidades de diferentes regiões do país, Azevedo e Scarpa (2017) encontraram que os estudantes eram pouco informados em relação às características epistemológicas da natureza das teorias científicas e da instrumentação e práticas experimentais. Esse resultado revela a persistência da crença da ciência como um método científico único e ancorado em práticas empiristas. Além disso, a pesquisa revelou que os estudantes de licenciatura são menos informados acerca da natureza da ciência do que os estudantes de bacharelado, o que é preocupante em relação à reprodução dessas concepções incorretas sobre a ciência nas salas de aula da educação básica (Azevedo; Scarpa, 2017).

Essa realidade reflete dificuldades na implementação de um ensino de biologia alinhado à visão de ciência como empreendimento humano criativo, diverso, em constante construção e socialmente referenciado. Além disso, a revisão de Silva; Silva (2021), que elaborou um panorama sobre as produções científicas de Arte e o Ensino de Ciências entre 2000 e 2020, encontrou uma carência de estudos que abordavam uma real integração entre arte e ciência em experiências didáticas, além da falta de trabalhos que investigassem os fatores motivacionais para utilizar arte e ciência no ensino e o papel das artes na formação inicial e continuada dos docentes (Silva; Silva, 2021).

2.2 ARTE NO ENSINO DE BIOLOGIA PARA: APRENDER CIÊNCIAS, APRENDER SOBRE CIÊNCIAS, APRENDER A FAZER CIÊNCIAS E ABORDAR QUESTÕES SÓCIO-CIENTÍFICAS

Para que o ensino de ciências possa alfabetizar o estudante acerca dos conceitos e pressupostos teóricos do conhecimento científico, instrumentalizá-lo

para entender as relações entre ciência e tecnologia e se posicionar criticamente diante de questões que envolvam a ciência em seu contexto social (Santos, 2007), é preciso não somente ensinar conteúdos de ciências, mas também informá-lo corretamente acerca da natureza do fazer científico (Hodson, 1985).

Partilhamos da visão de Hodson (1985) de que importantes aspectos da natureza da ciência a ser ensinados nos currículos de ciência são de que: teorias são centrais para a ciência, mas não são derivadas diretamente de observações, sendo formadas por estruturas complexas que se sustentam ou fracassam ao descrever, explicar e/ou prever fenômenos da natureza; não há um método científico único, de forma que cada cientista escolhe o método (dentre vários) mais apropriado ao seu objeto de pesquisa e esse é um processo que muda constantemente no tempo assim como o conhecimento científico; e a ciência é uma prática social coletiva, de forma que as hipóteses criadas e testadas pelo cientista serão analisadas e criticadas pela comunidade científica, antes de serem incorporadas e aceitas (Hodson, 1985). Dessa forma, o currículo de ciências deve abranger:

Uma preocupação com o conhecimento científico (certos fatos, princípios e teorias que valem a pena ser conhecidos), uma preocupação com os processos e métodos da ciência (raciocínio e investigação), experiência direta da atividade científica, apreciação das relações complexas entre ciência e sociedade e o incentivo a atitudes positivas em relação à ciência. (Hodson, 1985).

Tendo em vista a necessidade de abordar essas diferentes dimensões da ciência no ensino, Hodson (2014) propôs a separação entre os seguintes objetivos ao ensinar ciências: o ensino de conhecimentos conceituais e teóricos (aprender ciências), o ensino sobre as características epistemológicas e históricas da construção do conhecimento científico e as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade (aprender sobre ciências), o ensino voltado ao desenvolvimento de autonomia para resolver problemas a partir de investigações científicas (fazer ciências) e o ensino voltado ao desenvolvimento do pensamento crítico a respeito das questões pessoais, sociais, econômicas, ambientais e morais e éticas atreladas à ciência (abordar questões sócio-científicas) (Hodson, 2014). Discorreremos abaixo possíveis como a arte pode ser aliada ao ensino da biologia dentro desses diferentes objetivos de ensino.

Quando o propósito é de que o aluno aprenda ciências, há que se considerar que cada aluno possui uma forma singular de construir conhecimento, o que é

influenciado por seus conhecimentos acadêmicos, não-acadêmicos, experiências de vida e elementos afetivos, construídos a partir de seu repertório de vivências (Hodson, 2014).

A arte é mais subjetiva e pessoal do que a ciência, e tem o poder de despertar conexões singulares com o objeto que se está tentando conhecer. Nesse sentido, a conexão com a arte pode propiciar um aprendizado mais engajado e significativo (Silva; Neves, 2015). A exemplo, podemos citar a estreita relação entre o conhecimento artístico e científico de artistas renascentistas como Leonardo Da Vinci, em que a investigação da forma humana e sua representação estética se dava tanto pela sensibilidade da observação artística quanto pela racionalidade de seus estudos anatômicos. O ser humano não existe, no mundo, dissociado de seu sentir, portanto a dicotomia entre sensibilidade e racionalidade não passa de uma divisão acadêmica artificial (Rangel; Rojas, 2014).

Aqui, vale ressaltar que a arte é muitas vezes vista como uma distração ou um mero instrumento para ganhar a atenção do estudante. Apesar de essa ser uma estratégia válida para a diversificação das aulas tradicionais, defendemos aqui que a arte promove conhecimento tanto quanto a ciência, e de que essa complementaridade contribui para um aprendizado mais integral da natureza e seus fenômenos (Ferreira, 2012). Um exemplo é a experiência do uso das artes plásticas para auxiliar no aprendizado de conceitos científicos em biologia, química e física. Essa atividade demonstrou que os alunos tiveram mais liberdade para interpretar e modificar conceitos conforme seu aprendizado era construído, além de auxiliar na comunicação entre a interpretação individual e o coletivo da sala de aula (Xavier; Bastos; Ferreira, 2011).

Em relação ao aprendizado sobre as ciências, a arte pode auxiliar para que os alunos tenham maior clareza sobre o caráter criativo e sensível da atividade científica, reconhecendo que a ciência não é guiada somente pela racionalidade e pela neutralidade (Silva; Neves, 2015). Exemplos históricos e atuais que mostram a fusão na profissão de artistas e cientistas podem ajudar a construir uma concepção mais bem informada da natureza da ciência, o que em última instância colabora para o letramento científico - autonomia para entender como a ciência explica os fenômenos cotidianos e saber tomar decisões a respeito dos impactos da ciência e da tecnologia na sociedade e no meio ambiente (Santos, 2007).

Diversos são os exemplos atuais de intersecção arte e ciência no trabalho de cientistas e artistas, como as ilustrações científicas, estudos de bioacústica, representações audiovisuais de fenômenos biológicos, estudos da forma, simetria e arquitetura dos seres vivos (Cachapuz, 2015b, Adkins, Rock, Morris, 2018). Entre os exemplos históricos, estão os desenhos detalhados dos tentilhões de Darwin, que auxiliaram no entendimento da radiação adaptativa daquelas espécies; os desenhos de formas e simetrias de carapaças de foraminíferos e de outros microorganismos por Ernest Haeckel, que impulsionaram o estudo desses clados microscópicos; e a prática de pintura com micro-organismos em placas de ágar, que incrementaram a técnica de cultura de microorganismos por Alexander Fleming (Adkins; Rock; Morris, 2018).

Quanto a aprender a fazer ciências, é preciso ressaltar que a ciência não é uma atividade com percurso pré-definido, em que se possa seguir uma cartilha e chegar ao resultado de forma direta e infalível. Os cientistas, ao mesmo tempo, criam, desenvolvem e ajustam modelos e adquirem conhecimento com eles. Isso faz da atividade científica uma atividade “holística, fluída e reflexiva” (Hodson, 2014). Para fazer ciência é preciso ter conhecimento teórico e conceitual, mas também criatividade, conhecimento prático de experimentação e determinação e resiliência pessoal para resistir diante dos entraves (Hodson, 2014). Só se aprende ciência fazendo ciência, e aqui há um elemento central de conexão com a arte que é o foco no processo e não no produto acabado (Silva; Neves, 2015).

Propostas pedagógicas nas quais os alunos fazem ciência - aprendem como formular questões, praticam exercícios de investigação e criam investigações independentes podem ser enriquecidas pela observação artística e pelo engajamento sensitivo da arte. A fusão da arte com a ciência reconecta o aprendizado como experiência subjetiva de vida, desenvolve cognitivamente a criatividade e a inovação, pois a arte estimula o cérebro de forma diferenciada do pensamento tradicional da ciência, além de estimular o pensamento sobre a ciência e o engajamento dos estudantes para o aprendizado (Braund; Reiss, 2019).

Com o propósito de abordar questões sócio-científicas, a arte pode ser utilizada como ponto de partida e como meio de desenvolver reflexões acerca de questões científicas e tecnológicas que impactam nossa realidade. Por exemplo, Garcia e Moreno (2017) sugerem o uso do teatro como estratégia de arte-ciência em biologia: a obra “*Una espécie en Alaska*” (“Uma espécie no Alasca”, tradução livre),

sobre uma mulher que desperta de um coma após 20 anos, pode ser usada para questionar o sentido da vida; a obra “*El Sexo en la edad de la reproducción tecnológica ICSI*” (“Sexo na era da reprodução tecnológica ICSI”, tradução livre), aborda diferentes reações da sociedade frente a questões da genética, reprodução e religião; e a obra “*Darwin y el Canto de los Canarios Ciegos*” (“Darwin e o Canto dos Canários Cegos”, tradução livre) questiona o uso de conceitos de evolução para justificar o darwinismo social (Garcia; Moreno, 2017).

Em outra proposta, Oliveira e Queiroz (2013) utilizaram obras do artista plástico Vik Muniz para debater questões sócio-científicas com alunos de química do ensino médio. Vik Muniz é um artista contemporâneo que cria suas obras a partir de elementos inusitados (como alimentos e materiais de lixões) e, com isso, dialoga com problemáticas sociais e ambientais (Oliveira; Queiroz, 2013).

3 DELINEAMENTOS METODOLÓGICOS E ANALÍTICOS

3.1 O CONTEXTO DA PESQUISA

A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética sob o parecer consubstanciado n. 06.424.478, CAAE:74535923.0.0000.0214 e foi realizada em duas turmas, do turno noturno, da disciplina de Prática de Docência em Ensino de Biologia do curso de Ciências Biológicas da UFPR, durante o segundo semestre de 2023. Essa disciplina foi escolhida porque é a última disciplina ofertada para a Licenciatura e, portanto, espera-se que as discussões em torno de interdisciplinaridade e ciência e arte já poderiam ter sido exploradas.

A pesquisa foi realizada com vinte licenciandos que estavam cursando a disciplina de Prática de Docência em Ensino de Biologia no ano letivo de 2023. Durante a disciplina, foi proposto aos licenciandos que elaborassem propostas de ensino e um produto pedagógico para a aplicação interdisciplinar de ciência e arte para o ensino de ecologia para o ensino médio. Os licenciandos elaboraram os produtos individualmente, em duplas, ou trios, e apresentaram seus produtos em aula. Em seguida, os licenciandos responderam, de forma manuscrita e individualmente, ao questionário dessa pesquisa.

3.2 OS SUJEITOS DA PESQUISA

Os participantes da pesquisa foram vinte estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPR que estavam cursando a disciplina de EM448 - Prática de Docência em Ensino de Biologia no ano letivo de 2023 e que concordaram em participar da pesquisa. Incluímos na pesquisa somente os licenciandos que assinaram o termo de concordância livre e esclarecido. Os participantes foram livres para decidir participar e a qualquer momento e por qualquer razão decidir encerrar sua participação, sem qualquer ônus ou questionamento por parte dos pesquisadores. Os licenciandos estavam realizando a prática de docência de biologia, portanto estavam em contato direto com alguma escola. Além disso, os licenciandos que estavam acompanhando turmas de 1º ano do ensino médio relataram que o conteúdo de ecologia foi abordado na escola no mesmo período em que nossa pesquisa foi realizada. Não coletamos informações a respeito dos

licenciandos estarem na primeira ou segunda graduação, ou se desenvolviam atividades artísticas no âmbito pessoal ou profissional.

3.3. OS INSTRUMENTOS DA PESQUISA

Durante a disciplina de Prática de Docência em Ensino de Biologia os licenciandos realizaram uma discussão em aula a respeito da abordagem Ciência e Arte para o ensino de biologia no ensino médio, a partir da leitura do texto de Cachapuz (2015b).

Propusemos então aos licenciandos que elaborassem uma proposta de ensino e um produto pedagógico para a aplicação interdisciplinar de ciência e arte para o ensino de ecologia para o ensino médio (Apêndice I). Em outra aula da disciplina, os licenciandos apresentaram suas propostas de ensino e seus produtos pedagógicos e foram esclarecidos sobre a pesquisa e convidados a participar da mesma. Os licenciandos que concordaram em participar da pesquisa responderam ao questionário sobre Ciência e Arte (Apêndice II).

Analizamos os produtos pedagógicos utilizando conjuntamente os produtos materializados apresentados e as respostas dos licenciandos ao questionário. Analisamos as concepções dos licenciandos sobre ciência e arte através do questionário. De forma a manter o anonimato dos licenciandos, utilizamos as letras de “A” até “K” para nomearmos os produtos pedagógicos. Nomeamos os licenciandos utilizando as mesmas letras dos produtos pedagógicos que elaboraram, porém com a adição de um número para cada estudante que elaborou a proposta. Por exemplo, os licenciandos “A1” e “A2” elaboraram, em conjunto, o produto pedagógico “A”. Para efeito de classificação das linguagens artísticas, consideramos a divisão entre artes visuais, música, teatro e dança (Peres, 2017).

3.4 O REFERENCIAL DE ANÁLISE

A comunicação entre sujeitos, seja ela oral ou escrita, é usualmente representada como uma simples transmissão de informação (mensagem) entre emissor e receptor. Essa representação pressupõe neutralidade dos códigos ou signos da linguagem referidos pelo emissor e decodificados pelo receptor (Orlandi, 2013).

No entanto, a linguagem, para além de um sistema abstrato de códigos, é produto da relação entre sujeitos reais e de sociedades referenciadas no tempo e no espaço. Por isso, todo sujeito real, enquanto fala, produz sentidos subjetivos (para si e para o outro) que estão relacionados ao seu contexto específico (Orlandi, 2013).

O discurso é, portanto, “efeito de sentido entre locutores” (Orlandi, 2013, p, 21). É a língua em movimento que produz sentidos enquanto faz a mediação do sujeito com sua realidade. As questões da linguagem envolvidas nessa produção de sentidos são estudadas pela Análise de Discurso.

A Análise de Discurso, método desenvolvido nos anos 60 e que se fundamenta na Linguística, no Marxismo e na Psicanálise, busca entender a discursividade de um texto, ou seja, como o texto significa. Para isso, entende que o texto não é “transparente”, pois possui simbolismo próprio. Além disso, a Análise de Discurso concebe que o texto não representa a simples soma de frases e palavras. O texto é entendido como uma unidade simbólica constituída pela ideologia do sujeito que escreve. Isto porque é a ideologia (inerente a qualquer sujeito) que produz o discurso (Orlandi, 2013).

A partir da metodologia de “Análise de Discurso Francesa” (Orlandi, 2013), analisamos o discurso de licenciandos em ciências biológicas da Universidade Federal do Paraná (UFPR), com o objetivo de identificar se os produtos pedagógicos de arte e ciência elaborados por eles tinham como objetivo¹: ensinar ciências, ensinar sobre ciências, ensinar a fazer ciência ou abordar questões sócio-científicas. Analisamos também se as concepções desses licenciandos sobre interdisciplinaridade e sobre as similaridades entre a profissão do artista e do cientista se relacionavam com o objetivo de ensino do produto pedagógico elaborado.

¹ Consideramos a classificação dos objetivos do ensino de ciências de acordo com Hodson (2014): ensinar ciências – ensinar conhecimentos conceituais e teóricos; ensinar sobre ciências – ensinar as características epistemológicas e históricas da construção do conhecimento científico e as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade; ensinar a fazer ciências – ensinar com foco no desenvolvimento de autonomia para resolver problemas a partir de investigações científicas; e abordar questões sócio-científicas – ensinar com foco no desenvolvimento do pensamento crítico a respeito das questões pessoais, sociais, econômicas, ambientais e morais e éticas atreladas à ciência (Hodson, 2014).

4 RESULTADOS

Os licenciandos apresentaram onze produtos pedagógicos para trabalhar arte e ciência no ensino de ecologia. Os produtos englobaram temas diversos da ecologia como interações abióticas, bióticas, teias tróficas, ciclos biogeoquímicos, impactos antrópicos no ambiente (ex. poluição) e o conceito de sustentabilidade. As atividades artísticas também foram muito variadas, sendo propostas oito atividades com artes visuais, como desenho, pintura, colagem, fotografia e cinema e duas atividades com músicas. Uma das atividades foi designada como “arte livre”, sem especificar a área da arte (tabela 1).

TABELA 1 – PROPOSTAS ARTÍSTICAS E TEMAS DOS PRODUTOS PEDAGÓGICOS

Produto	Licenciandos	Proposta artística	Tema
A	A1/A2	Histórias em quadrinhos	Interações ecológicas entre os seres vivos
B	B1/B2	Colagem	Impactos ambientais
C	C1/C2	Fotografia, desenho, colagem e aquarela	Polinização
D	D1/D2	Artes plásticas	Poluição da água; Estação de tratamento da água
E	E1/E2	Música	Ciclos biogeoquímicos e impactos antrópicos
F	F1/F2	Pinturas de artistas	Teia alimentar, Dinâmica de populações, Sucessão ecológica
G	G1/G2/G3	Álbum de figurinhas	Interações ecológicas
H	H1/H2	Cartazes, Séries de <i>streamming</i>	Relações ecológicas
I	I1	Arte livre	Introdução à ecologia, Preservação, Teia alimentar
J	J1	Peça musical	Biodiversidade
K	K1	Exposição de fotografias	Sustentabilidade (equilíbrio ecológico, econômico e social)

Fonte: A autora (2024)

Identificamos que seis produtos objetivavam a dimensão de aprender ciências (A, C, D, G, H e I). Esses produtos eram centrados na aquisição de conhecimento de algum conteúdo específico, produzindo o sentido de que as artes serviriam ou para representar o que foi aprendido ou para tornar esse aprendizado mais descontraído. Nesse sentido, esses produtos carregam o sentido da arte como uma ferramenta para o ensino de ciências:

Nela, os alunos devem criar a HQ, utilizando humor, para **tentar mostrar** e, quando possível, quebrar estereótipos sobre determinados animais. (Licenciando A1, grifos meus).

Acredito que o produto pode **facilitar o entendimento** dos alunos sobre o conteúdo e **motivá-los** acerca do tema. (Licenciando C1, grifos meus).

Pequenas esculturas de uma estação de tratamento de água, na qual cada grupo elaborará uma unidade **com dimensões previamente estabelecidas**. (Licenciando D1, grifos nossos).

Foi elaborado um álbum de figurinhas **para auxiliar** no ensino de ecologia. (Licenciando G1, grifos meus).

A ideia de montar em cartaz é que os alunos do ensino médio não produzem mais esse tipo de material e focam muito para o vestibular e assim é uma forma deles “aprenderem” **de uma forma mais descontraída**. (Licenciando H2, grifos meus).

Proponho que peça aos alunos que realizem suas próprias artes **para representar** o nicho ecológico e habitat da fauna local. (Licenciando I1, grifos meus)

Em relação às concepções de interdisciplinaridade e similaridade entre ciência e arte dos licenciandos que elaboraram os produtos acima, identificamos no discurso de alguns deles esse mesmo sentido da arte como mero instrumento/recurso para o cientista, ou do entendimento da arte como um processo inferior ou menos complexo do que a ciência:

A interdisciplinaridade objetiva interligar disciplinas para o ensino de um conteúdo em comum, visando uma aprendizagem mais significativa e abrangente. Matemática (crescimento populacional), artes (diversas formas possíveis **para representar o conhecimento científico**), entre outras. (Licenciando A2, grifos meus).

(...) não vejo similaridades tão próximas, pois **apenas depende de um processo rebuscado e complexo, a arte não**. Não há como “falsear” uma arte, por exemplo. (Licenciando D2, grifos meus).

Sim, principalmente nas ilustrações, (...) ou quando o pesquisador **demonstra ou exemplifica algo teórico em forma de um vídeo ou desenho**.” (Licenciando G1, grifos meus).

Um pesquisador muitas vezes **expressa seus resultados ou explicações através desses recursos da arte**.” (Licenciando G2, grifos meus).

Sim, sempre utilizo arte com meus alunos, incentivando o desenvolvimento de **pinturas que representem os conteúdos**. (Licenciando I1, grifos meus).

Identificamos que três produtos pedagógicos tinham o objetivo principal de abordar questões sócio-científicas (B, E e K). Esses produtos visavam gerar uma problematização a respeito de algum tema socioambiental, instigando os alunos a mobilizar os conhecimentos de ecologia para entendê-los em seu contexto e assim produzir um aprendizado significativo, além de estimulá-los a refletir sobre soluções para os problemas apresentados. Nessas propostas, a arte tinha o propósito tanto de estimular a sensibilização para o tema, quanto de expressar as visões de mundo dos estudantes:

(...) pensamos em reutilizar revistas velhas paradas nas casas das crianças e levar mais algumas para que elas façam colagens **relacionadas ao tema de impactos ambientais, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. (Licenciando B1, grifos meus).

A ideia da discussão é **relacionar a problemática com o ciclo da água e com a interferência humana no mesmo**. Após isso, será solicitado aos alunos a gerarem alguma expressão artística (música, poesia, dança, etc.) que **trabalhe soluções e/ou ações para minimizar os impactos negativos da problemática. Ou que traga visibilidade para a problemática**. (Licenciando E2, grifos meus).

Em relação ao tópico “Arte e Ciência” trouxe a experiência que tive com um projetodidático de fotografia “Sustentabilidade e Agenda 2030 – uma visão da realidade”, onde os meus alunos do 3º ano produziram uma exposição fotográfica sobre **diferentes tópicos da Agenda 2030 da ONU, e como eles viam esses elementos no seu cotidiano**. (Licenciando K1, grifos meus)

Em relação às concepções dos licenciandos que produziram esses produtos, verificamos que seus discursos não possuíam uma relação muito definida com a questão dos temas sócio-científicos e, também, que suas concepções sobre a similaridade arte-ciência não as mesmas, havendo dois discursos contraditórios nesse grupo:

A arte também envolve a curiosidade, a problematização e a pesquisa. Assim como o trabalho da pesquisa, a arte busca entender e expressar o mundo. (Licenciando B2).

Não vejo essa similaridade, o artista trabalha com expressão e criatividade. O cientista trabalha com método. (Licenciando E2)

Em um dos produtos pedagógicos (F), identificamos que havia tanto o objetivo de abordar questões sócio-científicas, quanto de abordar o ensino sobre as ciências, principalmente através da história da ciência. Esse produto sugeria que o contexto de elaboração da obra apresentada deveria ser explorado, para ensinar aos alunos sobre as inter-relações entre arte e ciência e seu contexto histórico, social e cultural:

O produto pedagógico que eu e meu colega elaboramos consiste no uso de pinturas que **retratam como o homem afeta a natureza**. As pinturas e debates seriam uma **problematização e contextualização que seriam gatilhos** para trabalhar temas como teia alimentar, poluição, dinâmica de populações, questões climáticas. Ademais, **como as obras foram executadas em diferentes épocas, ocorre uma interdisciplinaridade em trabalhar o contexto histórico**. (Licenciando F1, grifos meus)

É possível identificar, no discurso dos licenciandos que elaboraram essa proposta, que seu entendimento da potência da interdisciplinaridade arte-ciência no ensino está atrelada à possibilidade de abordar conceitos da natureza da ciência:

Acredito que para a biologia do ensino médio, **a articulação da história com a biologia**, trabalhando questões como **a neutralidade das ciências, as motivações por trás do desenvolvimento científico e tecnológico, a própria natureza da ciência**, é bem positivo. (Licenciando F1, grifos meus).

Para a biologia seria interessante **a história, sociologia, filosofia, educação física e arte**. (Licenciando F2, grifos meus).

Um dos produtos (J) tinha o objetivo de ensinar a fazer ciências. Nesse produto, há a proposta de associar a arte e a ciência de forma complementar e horizontal, considerando os métodos de ambas como formas de investigação de um objeto comum. Os estudos de padrões sonoros de animais e a sua relação com a riqueza e diversidade e/ou comportamento (como defesa e acasalamento) são amplamente utilizados na biologia. A proposta do licenciando agrega a arte à investigação ao propor a investigação estética e a manipulação dos sons, com o propósito de produzir uma peça musical:

Uma peça musical. Duas possibilidades: a produção de **uma peça musical** usando **fragmentos de áudio contendo sons naturais** (ex. Biomas); a produção de uma peça musical que aborda questões importantes sobre ecologia, mais especificamente aquelas ameaçadas de extinção. (...) Em se tratando de ecologia, pode-se observar o som e/ou canto de diversas espécies de animais encontrados em determinado ecossistema, por exemplo. Estes sons podem ser dos mais diversos, com **características biológicas e estéticas variadas**. **Captar, reproduzir e/ou manipular estes sons**, a fim de **aprofundar estudos envolvendo populações** (ex. anuros), numa tentativa de **produzir um material artístico** (ex. Peça musical-eletrônica/acústica) pode ser um bom exemplo de uma estratégia pedagógica a ser utilizada. (Licenciando J1, grifos meus)

A concepção do licenciando entre as similaridades do trabalho de cientistas e artistas também condiz com o propósito de seu produto de ensinar a fazer ciências: “Sim. Observação, formulação de hipóteses, fazer previsões e testes são alguns exemplos de similaridades entre os dois profissionais” (Licenciando J1).

Além das análises anteriores, identificamos também que apenas sete dos vinte licenciandos apontaram algum interesse pessoal ou familiaridade com a arte que propuseram em seus produtos pedagógicos. Alguns exemplos nos excertos abaixo:

Sempre gostei muito de HQs, o que me motivou a escolher esta forma de representação artística. (Licenciando A2).

Para a disciplina, propus o uso da colagem. Escolhi esse material por já ter uma afinidade com sua produção.” (Licenciando B2).

A motivação veio do fato de eu gostar de entender e estudar sobre as relações entre seres vivos, de ter o desenho como algo “terapêutico”, de

querer explorar novas habilidades e ver se era capaz de montar exsicas; de gostar de observar a natureza. (Licenciando C2).

Em outra análise, identificamos que onze licenciandos relacionaram a motivação pela escolha do produto à sua facilidade e/ou exequibilidade no contexto escolar, por exemplo:

A motivação foi criar uma **atividade simples**, que **exige poucos recursos**, mas que possibilita o uso de estratégias diversas. Uma dificuldade possível é a **falta de recursos/dificuldade** dos alunos para pesquisar diferentes relações entre organismos. (Licenciando A1, grifos meus).

(...) **reutilizar** revistas velhas paradas nas casas das crianças. (Licenciando B1, grifos nossos). Acredito ser uma expressão artística muito potente e **de fácil confecção**. (Licenciando B2, grifos meus).

5 DISCUSSÃO

Os temas de ecologia abordados foram bem variados, demonstrando grande potencial para trabalhar ciência e arte na disciplina de ecologia na educação básica. A arte costuma ser pouco explorada em estratégias didáticas/pedagógicas em ecologia e em biologia em geral, nas quais prevalecem o uso de excursões de campo, estudos dirigidos, demonstrações, simulações, aulas expositivas, aula práticas, experimentos e jogos didáticos (Santos; Landim, 2015, Silva, 2022).

Em nove dos onze produtos, verificamos a conexão dos conteúdos da ecologia com problematizações sobre os impactos antrópicos na biodiversidade. Isso revela que os licenciandos, no geral, entendem que o propósito do ensino de biologia deve estar permeado pela contextualização com questões sociais e ambientais (Brasil, 2017), apesar de esse resultado provavelmente ter sido influenciado pela facilidade em relacionar esses temas aos conteúdos de ecologia.

Quanto às áreas da arte, identificamos que nenhum dos produtos propôs a intersecção com a dança ou o teatro. Esse resultado é condizente com a revisão de literatura de Silva e Silva (2021), que mostram que as artes plásticas (desenho, pintura e escultura) foram as áreas da arte mais utilizadas em trabalhos sobre arte-ciência publicados entre 2000 e 2020, seguidas por poucos trabalhos envolvendo música, arte contemporânea e fotografia (Silva; Silva, 2021).

Em nosso estudo, consideramos a fotografia e o cinema como integrantes das artes visuais, mas tivemos somente três trabalhos com essas linguagens artísticas, enquanto seis deles corresponderam às artes plásticas da revisão mencionada. Na revisão de literatura não-sistemática que realizamos para este trabalho, também encontramos mais relatos de propostas pedagógicas para arte ciência envolvendo as artes visuais, como ilustrações (Moura; Silva; Santos, 2016, Moura; Santos, 2014, Velandia, 2017), filmes (Jiménez, 2013, Campos *et al.*, 2018) e fotonovelas (Oliveira; Feitosa, 2022).

Dos onze produtos pedagógicos elaborados pelos licenciandos, seis eram destinados a ensinar ciências, porém com um viés da arte como mero recurso. Além disso, muitos dos licenciandos que elaboraram esses produtos relataram ter uma concepção da arte como instrumento de ilustração de fenômenos/resultados científicos. Esse resultado está em conformidade com relatos de literatura, que encontraram que nos relatos de experiências pedagógicas entre ciência e arte há

falta de uma real conexão entre as duas formas de conhecimento (Oliveira; Queiroz, 2013).

Além disso, a arte é muitas vezes integrada de uma forma utilitarista com a ciência, colocando-a em um patamar inferior ao conhecimento científico (Ferreira, 2012). Esse resultado também é condizente quando o relacionamos com a grande quantidade dos produtos pedagógicos que propuseram a utilização das artes visuais. A biologia é uma ciência que utiliza amplamente de desenhos anatômicos, esquemas de estruturas e representações em escala, até porque a relação entre forma e função é um dos seus pilares de investigação. Os licenciandos, em grande medida, tendem a reproduzir as aulas e propostas pedagógicas que tiveram contato durante sua formação (Seixas; Calabró; Sousa, 2017). Entendemos, portanto, que a produção de recursos didáticos de arte e ciência no ensino é relevante (Cachapuz, 2015b), mas não suficiente para garantir que aconteça o aprofundamento entre essas duas áreas do conhecimento. É preciso refletir sobre os discursos dos futuros docentes. Esses discursos podem ser permeados por práticas autoritárias e/ou imediatistas, apenas utilizando-se da arte a partir de um “imaginário-habitual”. Em contrapartida, acreditamos que a arte-ciência deve ser trabalhada para instigar discursos “imaginativos”, portanto críticos, duradouros e capazes de transformar a realidade (Ribeiro; Palcha, 2024).

Os outros cinco produtos pedagógicos revelaram proposições de maior integração com a arte, no sentido de que propuseram: que o aluno utilize habilidades artísticas para expressar suas visões de mundo, seu entendimento sobre questões sociais e ambientais de seu cotidiano e suas propostas de solução para questões sociais e científicas (produtos B, E, F e K); que a noção de natureza da ciência dos alunos seja explorada a partir de exemplos da forma como a ciência e a tecnologia impactaram o trabalho de artistas pintores, considerando seu contexto histórico (produto F); e que os alunos conduzam investigações tanto artísticas quanto científicas sobre processos ecológicos, produzindo um único produto artístico com a fusão desses conhecimentos (produto J). Esses produtos demonstram o reconhecimento de que a arte também produz conhecimento acerca da realidade e, portanto, de que o estímulo à criação artística no ensino pode propiciar aprendizados outros além da reprodução do conhecimento científico, fusionando aprendizados e significações do mundo pelas duas linguagens - artística e científica (Cachapuz, 2015a, Cachapuz, 2015b).

Quanto à relação entre os discursos de concepção de interdisciplinaridade e do entendimento das similaridades entre ciência e arte, identificamos que em três desses cinco produtos não houve uma relação direta entre o produto proposto e o discurso dos licenciados que os elaboraram. A docência, sendo atividade teórica e prática, é construída através da experiência dialógica em sala de aula e também da reflexão dos docentes acerca dela (Moraes; Galiazzi; Ramos, 2012). Entendemos que a disciplina de prática de docência é uma oportunidade propícia para desenvolver essa habilidade reflexiva entre prática pedagógica e teoria.

Quando questionados sobre a motivação para continuar a explorar a interdisciplinaridade entre arte e ciência em suas futuras práticas docentes, dezoito dos vinte licenciados responderam se sentirem mais motivados. Isso reforça o impacto positivo de abordar essa interdisciplinaridade no ensino superior, especialmente na formação de professores (Rangel; Rojas, 2014, Silva; Neves, 2015). Essas experiências são também importantes para o fortalecimento da arte como produto cultural humano que deve estar presente no ensino. Aproximações que reconhecem que a arte, assim como a ciência, produz conhecimento necessário à compreensão e à reflexão crítica do mundo fortalecem a defesa de que a arte deve possuir um papel autônomo como disciplina na educação básica (Barbosa, 2017).

Por fim, destacamos que os produtos foram elaborados somente por licenciandos em biologia. Reconhecemos que experiências interdisciplinares seriam mais potentes com o trabalho conjunto de licenciandos tanto da biologia quanto das artes, algo ainda pouco explorado (Oliveira; Queiroz, 2013, Silva; Neves, 2015).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluimos que a ecologia é uma disciplina que oferece oportunidades para uma grande diversidade de estratégias pedagógicas para trabalhar a interdisciplinaridade ciência e arte. Apesar disso, a maioria dos produtos pedagógicos elaborados pelos licenciandos propôs utilizar a arte como um mero instrumento de representação do conhecimento científico, o que em grande parte está alinhado às suas concepções da arte como instrumento em favor do cientista.

No entanto, alguns produtos pedagógicos revelaram a possibilidade de utilizar a interdisciplinaridade com a arte de forma horizontal, reconhecendo a importância de ambas linguagens para ensinar sobre ciências, ensinar a fazer ciências e abordar questões sócio-científicas no ensino. A experiência realizada nesse trabalho se mostrou frutífera para motivar os licenciandos a continuar explorando a interdisciplinaridade entre arte e ciência em suas futuras atividades docentes, sendo a disciplina de prática de docência um momento oportuno para isso.

Assim, sugerimos que mais experiências de práticas pedagógicas entre arte e ciência sejam realizadas com licenciandos em Ciências Biológicas. Essas experiências devem investigar tanto a elaboração de recursos didáticos quanto as concepções e discursos dos licenciandos sobre a interdisciplinaridade arte-ciência, buscando superar discursos positivistas que ainda mantêm a arte como instrumento a serviço da ciência. Trabalhos futuros podem investigar a elaboração conjunta de propostas pedagógicas de arte-ciência entre licenciandos de Ciências Biológicas e das Artes, assim como o efeito de experiências com práticas artísticas durante a formação docente sobre os discursos dos licenciandos.

REFERÊNCIAS

- ADKINS, S. J.; ROCK, R. K.; MORRIS, J. J. Interdisciplinary STEM education reform: dishing out art in a microbiology laboratory. **FEMS Microbiology Letters**, v. 365, n. 1, p. fnx245, 2018.
- ALLEIN, C. M.; SEREIA, D. A. de O. Metodologias de Ensino para a Disciplina de Ecologia: Revisão Bibliográfica. **Cadernos de Pesquisa: Pensamento Educacional**, Curitiba, v. 14, n. 38, p.123-140, 2019.
- AZEVEDO, N. H.; SCARPA, D. L. Um levantamento em larga escala das concepções de natureza da ciência de graduandos de biologia brasileiros e os possíveis elementos formativos associados. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 2017.
- BARBOSA, A. M. O dilema das Artes no Ensino Médio no Brasil. **PÓS: Revista do Programa de Pós-graduação em Artes da EBA/UFMG**, Belo Horizonte, v. 7, n. 13, p. 9–16, maio 2017.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. Ecologia de Indivíduos a Ecosistemas. Porto Alegre: Artmed, 4ªed, 2007.
- BRASIL. O ensino médio no contexto da educação básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#medio>>. Acesso em: 01 de dezembro de 2024.
- BRAUND, M.; REISS, M. J. The ‘Great Divide’: How the arts contribute to science and science education. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 19, n. 3, p. 219–236, 2019.
- CACHAPUZ, A. F. Arte e ciência no ensino das ciências. **Revista Interações**, v. 10, n. 31, 2015a.
- CACHAPUZ, A. F. Do diálogo entre arte e ciência na educação em ciências. In: VALIM, T. (org). Educação em ciências e matemáticas: debates contemporâneos sobre ensino e formação de professores. Porto Alegre: Penso, 2015b.
- CAMPOS, N. A.; SOUSA, T. T.; DUARTE, A.; MALAFIA, G. Desvendando a sétima arte no âmbito científico: experiência vivenciada por bolsistas do subprojeto PIBID/Biologia do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 11, p. 10, 2018.
- CAVALCANTE, S. E. do N.; COSTA, W. L.; SILVA, K. B. dos S. FREITAS, L. M. O ensino de ecologia nos mestrados profissionais na área de ensino de ciências. **7º Congresso Nacional de Ensino e Pesquisa em Ciências – CONAPESC**. Campina Grande, PB, 2022.

FAVORETTI, V.; SILVA, V. V.; LIMA, R. A. O ensino de Ecologia: uma análise de sua abordagem em escolas de Ensino Médio entre 2008-2018. **ACTIO**, Curitiba, v.5, n.1, p.1-18, 2020.

FAZENDA, I. C. A. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia?** 5. ed. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2002.

FERREIRA, F. C. Arte: aliada ou instrumento no ensino de ciências? **ARREDIA**, v. 1, n. 1, p. 1–12, 2012.

GARCÍA GARCÍA, J. J.; PARADA MORENO, N. J. La razón sensible en la educación científica: las potencialidades del teatro para la enseñanza de las ciencias. **Zona Próxima**, n. 26, p. 114–139, 27 maio 2022.

HODSON, D. Philosophy of Science, Science and Science Education. **Studies in Science Education**, v. 12, n. 1, p. 25–57, jan. 1985.

HODSON, D. Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 15, p. 2534–2553, 13 out. 2014.

JIMÉNEZ PEÑUELA, J. R. Cine de terror y biología. *Bio-grafía*, v. 0, n. 0, p. 939–946, 2013.

KATO, D. S.; MOTOKANE, M. T.; FERREIRA, J. H. A. O ensino de ecologia: uma análise dos temas dos artigos científicos publicados entre 2003-2011. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n.º Extra, p. 1827-1832, 2013.

LONGHINI, I. M. Diferentes contextos do ensino de biologia no Brasil de 1970 a 2010. **Educação e Fronteiras**, v. 2, n. 6, p. 56-72, 2012.

MLODINOW, Leonard. O arco-íris de Feynman: o encontro de um jovem cientista com um dos maiores gênios de nosso tempo. Tradução de Claudio Figueiredo. Rio de Janeiro: Sextante, 2005. 176 p.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C.; RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. (orgs.) Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012.

MOURA, N. A. de; SILVA, J. B. da; SANTOS, E. C. dos. Ensino de biologia através da ilustração científica. **Revista Temas em Educação**, v. 25, p. 194–204, 2016.

MOURA, N. A. de; SANTOS, E. C. dos. Ensino de biologia usando a ilustração de peixes para alunos do ensino médio, graduandos e professores da rede pública de três municípios do estado de Mato Grosso. *Em Extensão*, v. 13, n. 2, p. 61–70, jul.-dez. 2014.

OLIVEIRA, M. T. V.; FEITOSA, R. A arte fotonovela como estratégia didática no ensino de biologia: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Práxis**, v. 14, n. 27, p. 939–946, 2022.

OLIVEIRA, R. D. V. L.; QUEIROZ, G. CTS-Arte: uma possibilidade de utilização da arte em aulas de Ciências. **Conhecimento & Diversidade**, v. 5, n. 9, p. 90–98, 21 ago. 2013.

ORLANDI, E. **Análise de Discurso: Princípios e Procedimentos**. 11.ed. Campinas: Pontes, 2013.

PERES, J. R. P. Questões atuais do Ensino de Arte no Brasil: O lugar da Arte na Base Nacional Comum Curricular. **Revista do Departamento de Desenho e Artes Visuais**, Colégio Pedro II, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 24–36, 2017.

RANGEL, M.; ROJAS, A. A. Ensaio sobre arte e ciência na formação de professores. **Revista Entreideias: Educação, Cultura e Sociedade**, v. 3, n. 2, 2014.

RIBEIRO, H. ; PALCHA, L. S. Arte-ciência na prática de docência no ensino de biologia: entre o discurso imaginário e imaginativo. In: IX Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENE BIO) - Ensinar biologia, ensinar vida: entrelaçando histórias, docências e afetos PUC-MINAS, 2024. Anais..., 2024. p. 1-12.

SANTOS, W. L. P. Dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, 2007.

SANTOS, T. I. S.; LANDIM, M. F. Estratégias didáticas no ensino de Ecologia: um estado da arte com base em teses, dissertações e artigos científicos (2005 -2015). In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 9., 2015, São Cristóvão. Anais eletrônicos... São Cristóvão: EDUCON, 2015.

SEIXAS, R. H. M.; CALABRÓ, L.; SOUSA, D. O. A formação de professores e os desafios de ensinar ciências. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 289–303, 2017.

SILVA, E. P.; MATTOS, M. S. de M. Natureza da ciência (NdC): uma revisão dos artigos sobre o tema na pesquisa em ensino de biologia no Brasil. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 7, n. 2, p. 1, 2022.

SILVA, J. C. **Estratégias pedagógicas e recursos didáticos na disciplina de biologia, no ensino médio: uma revisão bibliográfica**. 2022. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

SILVA, J. A. P. da; NEVES, M. C. D. Arte e ciência: possibilidades de reaproximações na contemporaneidade. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 16, n. 4, p. 311–321, 2015.

SILVA, M. de C.; SILVA, P. S. Panorama da integração entre arte e ensino de ciências: análises quantitativa e qualitativa. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 346–375, 2021.

VELANDIA CANDIL, K. P. Ilustración científica como posibilidad de enseñanza de la biología: experiencia de práctica pedagógica con estudiantes de grado 805 del Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas (ITIFJC). **Bio-grafía**, v. 13, n. extra, p. 1296–1313, 2017.

XAVIER, M. do C. da S.; BASTOS, H. F. B. N.; FERREIRA, H. S. Ciência e artes plásticas como proposta transdisciplinar para a construção de conceitos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 1, p. 11–30, 2011.

YOUNG, J. O. **Art and Knowledge**. Hoboken: Taylor and Francis, 2003.

APÊNDICE 1

PROPOSIÇÃO DE ATIVIDADE DE CIÊNCIA E ARTE

Material Ciência-Arte (ArtScience)

Introdução: A abordagem ciência e arte vem cada vez mais ganhando espaço na educação em ciências, por meio de atividades que colocam estes campos de conhecimento em diálogo e favorecem o engajamento e protagonismo estudantil. Em outros termos, o movimento ciência e arte busca repensar o processo e a prática educativa em ciências não somente para a aprendizagem de conceitos, mas também para a aprendizagem de valores, competências e habilidades, conforme o manifesto abaixo:

O MANIFESTO CIENCIARTE

1. Tudo pode ser compreendido através da arte, mas esse entendimento é incompleto.
2. Tudo pode ser compreendido através da ciência, mas esse entendimento é incompleto.
3. Cienciarte nos permite alcançar uma compreensão mais completa e universal das coisas
4. Cienciarte envolve a compreensão da experiência humana da natureza pela síntese dos modos artístico e científico de investigação e expressão.
5. Cienciarte funde a compreensão pessoal, subjetiva, sensorial, emocional, e pessoal com a compreensão pública, objetiva, analítica e racional.
6. Cienciarte não está embutida em seus produtos, ela incorpora a convergência de processos e habilidades artística e científica, e não a convergência de seus produtos.

[...] O objetivo de Cienciarte é inspirar a abertura das mentes, a curiosidade, a criatividade, a imaginação, o pensamento crítico e a resolução de problemas através de inovação e colaboração!

(ROOT-BERNSTEIN, SILER, BROWN, SNELSON, 2011).

Na perspectiva do ensino, a abordagem Ciência-Arte abre um caminho para integrar e promover um senso de relevância dos conhecimentos científicos e artísticos, de forma criativa e problematizadora.

Objetivo:

- Elaborar uma proposta e um material de ensino Ciência-Arte para o ensino de Ecologia no Ensino Médio.

Procedimentos:

- Reunir-se individualmente, ou em dupla, para discutir sobre a abordagem Ciência-Arte.
- Selecionar artefatos, conteúdos e questões envolvendo Ciência-Arte (obras de arte, música, fotografia, cinema, tecnologias etc.) para elaborar a proposta e o material de ensino que possa ser utilizado no ensino de ecologia para o Ensino Médio.
- Apresentar a proposta para a turma no dia estipulado pelo cronograma da disciplina.

APÊNDICE 2

QUESTIONÁRIO SOBRE CIÊNCIA E ARTE

Responda às questões abaixo, com base no seu processo de elaboração do produto pedagógico de ciência e arte para o ensino de ecologia e nas suas reflexões acerca do tema:

- 1) Qual seu entendimento sobre interdisciplinaridade no ensino? Quais interdisciplinaridades você considera que podem ser favoráveis no ensino de biologia para o ensino médio?
- 2) Você entende que há alguma similaridade entre o trabalho de um pesquisador em biologia e de um artista? Se sim, quais seriam essas similaridades? Se não, por quê?
- 3) Em relação à intersecção entre arte e ciência, você acha que é possível utilizá-la como estratégia pedagógica para o ensino de biologia? E para o ensino específico da disciplina de ecologia? Pensando sobre sua futura prática como docente, descreva quais estratégias pedagógicas que utilizaria e quais os resultados esperados. Se acha que não é possível, por quê?
- 4) Descreva o produto pedagógico que você elaborou para a disciplina de Prática de Docência em Ensino de Biologia. Qual foi sua motivação para criar esse produto? Como você propõe a utilização dele em uma prática de ensino de ecologia para o ensino médio? Quais seriam as possíveis facilidades e dificuldades para utilizá-lo?
- 5) Antes dessa atividade, você já havia pensado em utilizar arte no ensino de biologia? Descreva como foi o processo de criação do produto pedagógico. Após essa atividade, você se sente mais motivada(o) a utilizar arte no ensino de biologia?
- 6) Você considera que a atividade auxiliou de alguma forma em sua formação como docente? Por quê?