



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS – CAMPUS DE BAURU
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA

Mônica Regina Vieira Leite

ARTE E CIÊNCIA:

CONTRIBUIÇÕES DE UM ENSINO PARA A CRIATIVIDADE NA FORMAÇÃO
DE PROFESSORES DE QUÍMICA E ARTES VISUAIS

Bauru
2024

Mônica Regina Vieira Leite

ARTE E CIÊNCIA:

**CONTRIBUIÇÕES DE UM ENSINO PARA A CRIATIVIDADE NA FORMAÇÃO
DE PROFESSORES DE QUÍMICA E ARTES VISUAIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Bauru, como um dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Educação para a Ciência.

Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Profa. Dra. Sandra Regina Teodoro Gatti.

Coorientador: Prof. Dr. Giuliano Reis.

Bauru, 26 de março de 2024

Leite, Mônica Regina Vieira.

Arte e Ciência : Contribuições de um ensino
para a criatividade na formação de professores de
Química e Artes Visuais / Mônica Regina Vieira
Leite. - Bauru, 2024

357 f. : il.

Tese (Doutorado)-Universidade Estadual
Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências, Bauru
Orientador: Sandra Regina Teodoro Gatti
Coorientador: Giuliano Reis

1. Interdisciplinaridade. 2. Pensamento
complexo. 3. Arte e Ciência. 4. Criatividade. 5.
Formação de professores. I. Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE MÔNICA REGINA VIEIRA LEITE, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 13 dias do mês de junho do ano de 2024, às 09:30 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de MÔNICA REGINA VIEIRA LEITE, intitulada **Arte e Ciência: contribuições de um ensino para a criatividade na formação de professores de Química e Artes Visuais..** A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. SANDRA REGINA TEODORO GATTI (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências Unesp Bauru, Prof. Dr. ERIK CESCHINI PANIGHEL BENEDICTO (Participação Virtual) do(a) Campus Itaquaquecetuba / Instituto Federal de São Paulo, Prof. Dr. OURIDES SANTIN FILHO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Química / Universidade Estadual de Maringá - UEM, Prof. Assoc. ROBERTO NARDI (Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências Unesp Bauru, Prof. Assoc. AGUINALDO ROBINSON DE SOUZA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Química / Faculdade de Ciências Unesp Câmpus de Bauru. Após a exposição pela doutoranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: **APROVADA**. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Profa. Dra. SANDRA REGINA TEODORO GATTI

Documento assinado digitalmente
 SANDRA REGINA TEODORO GATTI
Data: 13/06/2024 13:24:53-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dedico este trabalho...

*Aos meus pais José e Débora e
aos meus tios Ana e Antônio por
me inspirarem tanto cientificamente
quanto artisticamente desde
sempre.*

AGRADECIMENTOS

Inicialmente gostaria de agradecer à minha grande família por todo o apoio, incentivo, união e momentos de alegrias que vocês me proporcionaram. Sempre quando as coisas pareciam não fazer mais sentido ou que nada ia dar certo, era só eu me encontrar com vocês que eu recordava o real significado da vida. Obrigada por todo amor, brincadeiras e cantorias que vocês me proporcionaram.

Obrigada Pai, Mãe, Lipe, Isa e Laurinha por serem minha família. Obrigada por sempre terem estado ao meu lado, apoiando toda e qualquer decisão que eu tenha tomado. Obrigada por tanto, vocês são a razão de todo esse esforço. Amo vocês.

Obrigada tia Mana e tio Antônio por serem muito mais do que apenas tios. Vocês são uma inspiração para mim e levarei para sempre comigo.

Agradeço a todos os meus amigos e colegas que a Unesp me proporcionou, principalmente ao Fabiano, Jéssica, Augusto, Francisca e Júlia. Vocês são pessoas incríveis e não consigo colocar em palavras o quão especiais vocês são para mim. Independente dos diferentes caminhos que a vida nos levar a partir de agora, saibam que não importa o dia ou a hora, meu carinho por vocês seguirá o mesmo e tenho certeza que muitas risadas e conversas profundas irão rolar.

Gostaria de fazer um agradecimento especial para duas pessoas que, sinceramente, eu não sei o que eu seria e nem se eu teria conseguido chegar até esse final se não fosse por vocês, meus ami(d)os, Milena e Geovane. Para além da ajuda e do apoio prático com todos os perrengues da vida, vocês foram e são essenciais em tudo para mim, meus parceiros da vida. Vocês sempre acreditaram em mim, mesmo nos momentos em que mais duvidei, sempre me apoiaram, sempre estão disponíveis para escutar, dar uma palavra amiga – algumas tóxicas – não importa hora ou lugar. Não tenho palavras para expressar a gratidão pela nossa amizade. Obrigada!

Obrigada Sandra por ser essa mulher inspiradora e amiga. Obrigada por ter me dado o privilégio de ser sua aluna por tantos anos, por confiar em mim, por me ajudar e orientar não só nos caminhos para essa pesquisa, mas também em relação a minha vida pessoal. Obrigada por trazer calma para esse

coração ansioso. Serei eternamente grata pela nossa caminhada, quem sabe um dia não seremos colegas de trabalho? Seria uma honra.

Obrigada professor Nardi por todo o apoio na minha vida acadêmica, principalmente por me ajudar a conquistar meu sonho de fazer intercâmbio. Obrigada CAPES PrInt por proporcionar essa oportunidade que simplesmente mudou a minha vida.

I would like to thank my Chinese/Canadian family Flora, Lu, Emma and Grandma for welcoming me with so much affection and love, I will always carry you in my heart. To Professor Giuliano for accepting me and allowing me to live this dream, you were essential to this journey. To all my friends, Brazilians, Canadians and from other parts of the world, who were responsible for the best year of my life, thank you for all the dancing, brunch and laughter. Thank you João for all the adventure so far, I hope we continue adventuring together through this big world for a long time, I'll see you after here.

Obrigada a todos os professores, pesquisadores, artistas e colegas que passaram pela minha vida, seja de maneira presencial ou por meio de suas obras. É dessa forma que as pessoas e o conhecimento se constroem.

Obrigada Unesp por ser minha casa por tantos anos.

“Se cheguei até aqui foi porque me apoiei no ombro dos gigantes”. Antes de qualquer referencial, todos vocês foram meus gigantes. Obrigada!

“I strongly reject any conceptual scheme that places our options on a line, and holds that the only alternative to a pair of extreme positions lies somewhere between them. More fruitful perspectives often require that we step off the line to a site outside the dichotomy.”

– Stephen Jay Gould

LEITE, M. R. V. **Arte e Ciência:** Contribuições de um ensino para a criatividade na formação de professores de Química e Artes Visuais. 348 f. 2024. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2024.

RESUMO

A fragmentação crescente das áreas do conhecimento e a necessidade de abordagens críticas, criativas e reflexivas no Ensino de Ciências e na formação de professores destacam a importância da interdisciplinaridade. Arte e Ciência são intrínsecas a todas as culturas, desenvolvendo-se pela imaginação, criatividade e o complexo cérebro humano. Apesar das diferenças, são complementares. Portanto, o presente estudo parte da seguinte **questão de pesquisa**: quais os desafios e potencialidades de um minicurso pautado no ensino para a criatividade, a partir da relação entre Artes Visuais e Química, no que se refere à formação de professores? Para isso, o **objetivo geral** do estudo é investigar as contribuições que o contexto interdisciplinar pode proporcionar à formação inicial de professores de Química e Artes Visuais, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento da criatividade. Já os **objetivos específicos** visam superar algumas visões alternativas sobre o campo do conhecimento das Artes Visuais e das Ciências da Natureza, além de possibilitar que alunos de diferentes cursos experienciem a interdisciplinaridade em suas formações. Para isso, essa pesquisa desenvolveu um minicurso com 28 alunos dos cursos de Licenciatura em Química e em Artes Visuais de uma Universidade pública do estado de São Paulo. O mesmo foi desenvolvido de forma remota, durante o período da pandemia, e teve uma carga horária total de 14 horas, distribuída em seis encontros. A proposta do minicurso foi, entre outros aspectos, que os alunos, em grupos mistos, criassem uma obra que abordasse de maneira visual e artística uma temática da Química, de maneira que a interpretação do produto abrangesse não só perspectivas da Ciência, mas também da Arte e da Filosofia. Os dados foram coletados por meio das gravações dos encontros, questionário, autoavaliação, notas de campo e das atividades apresentadas ao final do minicurso. Os dados foram analisados por meio da Análise de Conteúdo de Bardin e da análise descritiva interpretativa. Os resultados apontam para diversas contribuições e potencialidades dessa abordagem, que inclui desde o aprimoramento de concepções e novas perspectivas, ampliar as reflexões e possibilidades de ensino, a possibilidade de experienciar a interdisciplinaridade e o trabalho coletivo, até melhor desenvolver a criatividade. A partir dessa pesquisa, é possível afirmar que a interdisciplinaridade, Arte e Ciência, somada a uma proposta de ensino para a criatividade são capazes de aprimorar o Ensino, principalmente no que se refere à formação de professores, uma vez que os estudantes são desafiados a fazer conexões de saberes, promovendo um pensamento complexo e mais humano, a encontrar equilíbrio com o conhecimento de outra área, superando certas visões alternativas sobre a mesma, a se colocarem numa posição ativa de construção do conhecimento e de criar e materializar uma ideia em conjunto.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade. Pensamento complexo. Arte e Ciência. Criatividade. Formação de professores.

ART AND SCIENCE: CONTRIBUTIONS OF TEACHING FOR CREATIVITY IN THE EDUCATION OF CHEMISTRY AND VISUAL ARTS TEACHERS

ABSTRACT

The increasing fragmentation of the areas of knowledge and the need for critical, creative and reflective approaches in Science Teaching and teacher education highlight the importance of interdisciplinarity. Art and Science are intrinsic to all cultures, developing through imagination, creativity and the complex human brain. Despite their differences, they are complementary. Therefore, this study is based on the following research question: what are the challenges and the potential of a short course based on teaching for creativity, from the relationship between Art and Chemistry, regarding teacher education? To this end, the main objective of the study is to investigate the contributions that the interdisciplinary context can provide to the initial education of Chemistry and Visual Arts teachers, mainly regarding the development of creativity. The specific objectives aim to overcome alternative views about Visual Arts and Natural Sciences, in addition to enabling students from different courses to experience interdisciplinarity in their education. To this end, this research developed a short course with 28 students from the Chemistry and Visual Arts Degree courses at a public university in the state of São Paulo. It was developed online, during the pandemic, and it had a total workload of 14 hours spread over six meetings. The proposal of the short course was, among other aspects, for students, in mixed groups, to create a work that visually and artistically addressed a chemistry theme, in a way that the interpretation of the product covered not only Science perspectives, but also Art and Philosophy. Data were collected through recordings of meetings, questionnaires, self-assessment, field notes and students' presentations at the end of the short course. The data were analyzed using Bardin's Content Analysis and an interpretative descriptive analysis. The results point to several contributions and potentialities of this approach, which range from improving conceptions and new perspectives, expanding reflections and teaching possibilities, the possibility of experiencing interdisciplinarity and group work, and better developing creativity. From this research, we can conclude that interdisciplinarity, Art and Science, alongside a teaching proposal for creativity, are capable of improving Teaching, especially when it comes to teacher education, since students are challenged to make connections with different knowledge, promoting complex and more human thinking, finding balance with knowledge from another area, overcoming certain alternative views about it, placing themselves in an active position in knowledge construction, and creating and materializing an idea together.

Keywords: Interdisciplinarity. Complex Thought. Art and Science. Creativity. Teacher education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Escultura e pinturas rupestres.....	24
Figura 2 - Pintura rupestre encontrada na caverna de Altamira, Espanha.	26
Figura 3 - Pinturas e esculturas do período Neolítico.....	27
Figura 4 - Gravuras rupestres esculpidas na praia de Lajes em Manaus.....	28
Figura 5 - Exemplos de arte egípcia.....	31
Figura 6 - Exemplos de pinturas egípcias.	32
Figura 7 - Progressão das esculturas gregas.	35
Figura 8 - Exemplos arquitetônicos e cerâmicos gregos.	35
Figura 9 - Detalhe da obra "Escola de Atenas" (1510), de Rafael.....	37
Figura 10 - Arquitetura romana.	41
Figura 11 - Mosaico Bizantino representando a corte do imperador Justiniano (548 d. C.).	44
Figura 12 - Arquiteturas Romanesca e Gótica.....	48
Figura 13 - Quadro que aborda o impacto do comércio deste período.	51
Figura 14 - Cúpula da catedral de Santa Maria del Fiore, em Florença.....	54
Figura 15 - Representação do ponto de fuga (PF).	55
Figura 16 - Exemplos de pinturas com e sem a técnica da perspectiva.	55
Figura 17 - Obras de Michelangelo no Teto da Capela Sistina.	60
Figura 18 - Representações da Lua feitas por Galileu e por Harriot.....	62
Figura 19 - Nova representação da Lua feita por Harriot.....	63
Figura 20 - Pintura influenciada pelos debates sobre o heliocentrismo.	67
Figura 21 – Indução e Dedução na Ciência.	70
Figura 22 - Obra " Um experimento com um pássaro na bomba de ar", de Joseph Wright Derby.....	73
Figura 23 - Obras representativas dos movimentos Neoclassicismo e Romantismo. .	78
Figura 24 – Exemplo de pintura realista.	81
Figura 25 - Obra impressionista.	82
Figura 26 - Obras de Georgina de Albuquerque	83
Figura 27 - Obra pontilhista.	85
Figura 28 - Obra fauvista.....	92
Figura 29 - Obra expressionista.....	93
Figura 30 - Exemplos de obras cubistas.	94
Figura 31 - Exemplos de obras abstracionistas.....	95
Figura 32 - Obra futurista.	96
Figura 33 - Exemplos de obras dadaístas e surrealistas, respectivamente.....	98
Figura 34 - Duas obras do Op-Art e duas do Pop-Art, respectivamente.....	104
Figura 35 - Linha do tempo das histórias da Arte, da Ciência e partes do mundo.	107
Figura 36 - Quadro “Casal ou Músico” (1930), de Salvador Dalí.	116
Figura 37 - As luas representadas nas obras de Cigoli e Murillo.	143
Figura 38 - Exemplos de obras de arte criadas a partir da tecnologia.	145
Figura 39 - Nanoescultura de Jonty Hurwitz comparada ao buraco de uma agulha..	147
Figura 40 - Escultura anamórfica criada a partir de cálculos matemáticos e tecnologia.	148
Figura 41 - Exemplos de fotografia obtidas por meio de nanomateriais.	149
Figura 42 - Principais práticas docentes que favorecem a criatividade no Ensino Superior.....	163

Figura 43 - Principais aspectos que influenciam a criatividade no indivíduo.....	166
Figura 44 - Principais aspectos que influenciam a criatividade no ambiente.	167
Figura 45 - Principais aspectos que influenciam a criatividade em grupo.	168
Figura 46 - Gráfico com as diferenças entre Arte e Ciência.....	242
Figura 47 - Gráfico com as semelhanças entre Arte e Ciência.....	242
Figura 48 - Gráfico com as contribuições da outra área para a formação docente....	244
Figura 49 - Principais assuntos levantados e contribuições de cada integrante do grupo C.	284
Figura 50 - Fluxo de todas as ideias trocadas ao longo das reuniões do grupo.....	289
Figura 51 - Proposta apresentada pelo Grupo A.....	297
Figura 52 - Proposta apresentada pelo Grupo B.....	298
Figura 53 - Proposta apresentada pelo Grupo D.	299
Figura 54 - Proposta apresentada pelo Grupo E.....	300
Figura 55 - Acervo de fotos apresentadas na proposta do Grupo C.....	301

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese dos principais aspectos do capítulo 2.....	171
Quadro 2 - Esboço geral do minicurso.....	181
Quadro 3 - Aspectos gerais e específicos referentes ao Ambiente que foram pensados no minicurso.	183
Quadro 4 - Aspectos gerais e específicos referentes ao Grupo que foram pensados no minicurso.....	184
Quadro 5 - Ementas das disciplinas nas quais o minicurso foi realizado.....	185
Quadro 6 - Estrutura final do minicurso.	188
Quadro 7 - Quantidade de alunos de cada turma nos grupos formados.	191
Quadro 8 - Estrutura de análise dos dados.....	198
Quadro 9 - Síntese da metodologia da pesquisa.	200
Quadro 10 - Primeira categoria “Concepção de Ciência” do bloco temático Natureza do Conhecimento.	203
Quadro 11 - Segunda categoria “Concepção de Arte” do bloco temático Natureza do Conhecimento.....	212
Quadro 12 - Terceira categoria “Desenvolvimento do processo científico” do bloco temático Natureza do Conhecimento.....	220
Quadro 13 - Quarta categoria “Desenvolvimento do processo artístico” do bloco temático Natureza do Conhecimento.....	230
Quadro 14 - Quinta categoria “Interdisciplinaridade” do bloco temático Natureza do Conhecimento.....	239
Quadro 15 - Primeira categoria “Exercício da criatividade no fazer científico” do bloco temático Criatividade.	246
Quadro 16 - Segunda categoria “Noção de criação e descoberta” do bloco temático Criatividade.....	249
Quadro 17 - Terceira categoria “Noção de criatividade” do bloco temático Criatividade.....	253
Quadro 18 - Quarta categoria “Criatividade na prática docente” do bloco temático Criatividade.....	257
Quadro 19 - Quinta categoria “Influência no potencial criativo” do bloco temático Criatividade.....	260
Quadro 20 - Tópicos discutidos ao longo das aulas teóricas.....	264
Quadro 21 - Principais pontos expostos por cada aluno.	274
Quadro 22 - Detalhes das propostas elaboradas por cada grupo.....	295
Quadro 23 – Estrutura de categorias da análise de conteúdo da autoavaliação realizada.	310

Sumário

APRESENTAÇÃO	14
INTRODUÇÃO	18
1 AS RELAÇÕES HISTÓRICAS ENTRE ARTE E CIÊNCIA	22
1.1 Pré-história (cerca de 500.000 a.C – 4000 a.C).....	23
1.2 Antiguidade (cerca de 4000 a.C – século V d.C.)	29
1.3 Idade Média (século V – século XV).....	42
1.4 Idade Moderna (século XV - meados do século XVIII)	50
1.5 Idade Contemporânea (fins do século XVIII-atualidade)	74
2 OS PARALELOS ENTRE ARTE E CIÊNCIA	109
2.1 Divergências entre Arte e Ciência.....	109
2.2 Intersecção entre Arte e Ciência	120
2.3 Potencialidades da relação entre Arte e Ciência	142
2.4 Ensino para a criatividade.....	161
2.5 Síntese	171
3 METODOLOGIA	172
3.1 Pesquisa Qualitativa	173
3.2 Observação Participante	175
3.3 Estudo de Caso	177
3.4 Detalhando o Estudo de Caso.....	179
3.4.1 Primeira etapa – Seleção e Delimitação do Caso	179
3.4.2 Segunda etapa – Trabalho de campo	188
3.4.3 Terceira etapa – Análise dos dados e relatório final	192
3.5 Síntese	200
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	202
4.1 Análise das respostas obtidas no Questionário	202
4.2 Descrição e análise das aulas teóricas do minicurso	263
4.3 Análise do desenvolvimento da atividade em grupo.....	272
4.4 Análise do final do minicurso	294
CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES	321
REFERÊNCIAS	332
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL	342
APÊNDICE B – AUTOAVALIAÇÃO	350
APÊNDICE C – EXCERTOS DO GRUPO C	351
APÊNDICE D – PLANO DO MINICURSO	354

APRESENTAÇÃO

Essa é a primeira vez que faço uma apresentação pessoal em um trabalho científico. É engraçado pelo fato de sempre ter sentido falta de um grau de personalidade na vida científica e mesmo assim nunca ter me permitido fazer isso antes. Talvez por ser tão difícil de ver isso no campo científico que eu esteja sentindo uma certa dificuldade agora.

Tenho 28 anos, nasci no dia 25/06/1995, na cidade de Garça, interior do estado de São Paulo. Minha família é muito grande (sério, devo ter uns 50 primos de primeiro grau), parte veio da Paraíba e outra parte da Itália, uma mistura, como uma boa brasileira que sou. Meus pais foram fundamentais no meu caminho até aqui. Minha mãe, seguindo um perfil muito comum da nossa sociedade, abdicou de sua vida pessoal e profissional para cuidar da casa e dos filhos. Ela é responsável pela maioria das memórias felizes e inocentes da minha infância, que foi repleta de amor e atenção. Meu pai, destoando um pouco da realidade de todos de sua família que vieram do Nordeste pra cá em busca de melhores condições de vida, após uma longa caminhada, conseguiu se formar em Filosofia e virar um professor universitário. Bom, com toda a certeza ele foi a minha maior influência pela educação de uma forma geral. Assistir o programa Café Filosófico com ele quando pequena ou escutar suas reflexões e poesias sobre as coisas no geral fez com que eu, sem perceber, começasse a questionar a vida – e, mais tarde, a Ciência – da mesma forma.

Tenho um irmão um ano mais velho, e sempre tentava aprender o que ele estava aprendendo na minha frente. Meu irmão e minha mãe sempre foram muito bons em criar histórias, fantasiar e explorar a criatividade. Minha família sempre foi muito musical, e eu pude ser muitos personagens na minha infância. Talvez tenha vindo daí meu gosto pelas artes. Também amava a ideia de descobrir novas coisas, de entender como as coisas funcionavam, o porquê de tudo. A brincadeira favorita minha e do meu primo era de fazer “poções”, daí meu gosto pela Ciência.

Sempre tive gosto pelo ambiente escolar. Até hoje, quando entro em uma escola, me dá uma ansiedade gostosa, é um ambiente que sempre se mantém vivo, de certa forma. Gostava de todas as matérias – talvez não tanto de Geografia, mas, no final, aprendi a apreciar. Para mim, foi um sacrifício ter que escolher apenas uma disciplina/curso para seguir... E todas as demais coisas que eu gostava de fazer?

Sempre amei ler livros de ficção, fantasia, crimes, etc. Nem gênero de filme, música e livros eu conseguia escolher um favorito.

Fiz meu ensino fundamental em uma escola privada em Marília, era bolsista pelo fato do meu pai ser professor da universidade parceira da escola. Essa escola, os professores e as pessoas que conheci ali foram fundamentais para minha formação enquanto ser humano e também para a construção de uma base de conhecimentos tão importante para a vida. Ali eu tive a oportunidade de entrar pela primeira vez em um laboratório, e me lembro até hoje da sensação de excitação toda vez que tínhamos aula lá.

Em 2010 eu tive a oportunidade de ingressar na ETEC de Marília, e ali eu realizei meu Ensino Médio. Tive contato com uma realidade completamente diferente, tanto em relação a estrutura de escola, perfil de ensino e, também, das pessoas que conheci. Ali eu não tinha mais laboratório ou outros recursos que poderiam ter enriquecido minha caminhada. Em contrapartida, o sentimento de comunidade, trabalho em grupo, pensamento crítico e os debates que essa nova escola me proporcionou me moldaram enquanto pessoa e pesquisadora, me fizeram abrir a mente e explorar outros caminhos que desconhecia, e me prepararam para o que seria uma vida de unespiana.

Em 2013 entrei na Unesp, no curso de licenciatura em Química. Lembro que, quando eu escolhi esse curso, três profissões gritavam dentro de mim: a de ser atriz, perita criminal e professora. Confesso que fiquei com medo de me arriscar no mundo das artes pensando na questão financeira, mas pasmem, hoje eu sou professora pesquisadora. Enfim, pensei que o curso de Química poderia me levar para os outros dois campos que eu gostava e lá fui eu.

A Unesp foi e é um divisor de águas na minha vida. Existe uma Mônica antes e depois da passagem por essa instituição. Sou muito grata por tudo o que vivi ali. Foram anos difíceis, mas hoje vejo que tudo valeu a pena, já que me sinto muito realizada com o que eu tenho conquistado. Nos 5 anos de graduação, tive a chance de conhecer pessoas incríveis dos cursos das 3 faculdades, pude morar com meus dois melhores amigos, meu primo e minha amiga de infância, que também foram unespianos. Além disso, tive dois novos pais, meus tios, que tornaram toda essa experiência mais amorosa e aconchegante, igual o chocolate quente da tia Mana.

Apesar disso tudo, cheguei no final da graduação com muitas dúvidas, nunca senti que aquele curso era uma paixão, que aquilo me representava, de fato. Como

eu trabalhava em um laboratório de química de plantas, o que eu gostava bastante, meu TCC acabou sendo nessa área, mas ainda não me via no que estava fazendo. Sentia falta de ler, de escrever, de imaginar. Procurei fazer disciplina optativa nas Artes em um laboratório de modelagem. Apesar de escasso, sempre procurava alguma coisa fora daquele mundo científico quadrado em que estava inserida para poder me sentir mais completa, seja ler livros de psicologia, de história da ciência, de perfumaria, etc.

Em 2018 eu entrei no Mestrado em Educação para a Ciência na Unesp de Bauru, e finalmente eu pude me encontrar. Ali eu enxerguei um caminho que não me obrigava a estudar apenas uma única coisa, que eu poderia explorar várias inquietações minhas, e daí surgiu a vontade de tentar trazer esse olhar mais interdisciplinar para o ensino de Química. No mestrado, tive a sorte e o prazer de ser orientada por duas mulheres maravilhosas, Sandra Gatti e Beatriz Cortela, que confiaram nas minhas ideias e me enriqueceram com seus conhecimentos, conselhos e referências. Ali eu pude explorar uma paixão de infância, as histórias em quadrinhos, e outra que eu fui desenvolvendo, a História e Filosofia da Ciência. Foi um grande prazer desenvolver essa pesquisa, mas foi ali que eu percebi o preconceito com as Artes. Já ficava claro no curso de formação a forma como professores de Ciências encaram os cursos da área de humanas, mas me surpreendeu esse olhar estar tão presente também entre professores da educação básica e da pós-graduação. Comentários como “isso nem deve ter sido difícil de fazer”, “isso pode ser pesquisa de mestrado?”, ou “isso é bom para distrair os alunos”, me fizeram perceber que as Artes precisavam ser melhor compreendidas entre esses professores pesquisadores, uma vez que eu sempre vi a Arte com o mesmo grau de importância para a sociedade quanto a Ciência.

Isso despertou minha curiosidade para buscar entender mais a relação entre essas duas áreas e mostrar como a Ciência pode aprender muito com as Artes. Portanto, em 2020, quando entrei no curso de Doutorado em Educação para a Ciência, isso passou ser minha maior questão a ser investigada. Dentro de tudo isso, um ponto sobre o qual comecei a refletir quando comecei a pensar no meu processo formativo foi a questão da criatividade, como parecia que minha criatividade (que eu gostava tanto de explorar na infância e na escola) foi morrendo ao longo da minha formação inicial. Como eu disse no começo, apesar de sentir falta dessa personalidade, desse traço mais humano nas ciências, eu fui desaprendendo a fazer

isso. Por isso, a criatividade se tornou o ponto central da reflexão sobre a relação entre Arte e Ciência.

O doutorado permitiu que eu fizesse um ano de intercâmbio no Canadá, um sonho que sempre tive. Ali eu tive contato com uma realidade completamente diferente de formação de professores, o que me inspirou a seguir investigando essas possibilidades após essa etapa de agora.

De uma forma não tão resumida, essa foi minha caminhada até aqui. Pequenos frutos que essa pesquisa gerou, como alunos de Química que participaram do minicurso e que viram possibilidades de desenvolver suas pesquisas explorando a arte, me trouxeram uma esperança de que possamos ter futuros professores mais sensíveis e abertos para o olhar complexo que as coisas ao nosso redor exigem para que sejam entendidas, de fato. Até certo ponto, pelo menos.

INTRODUÇÃO

A fragmentação das áreas do conhecimento nos dias atuais e a necessidade crescente de abordagens mais críticas e reflexivas no Ensino de Ciências e em cursos de formação inicial de professores têm despertado a atenção para a importância de uma articulação entre disciplinas. Compreender a complexidade envolvida no processo de construção dos conhecimentos requer uma abordagem que vá além das fronteiras tradicionais das áreas do saber. Nesse contexto, a pesquisa se insere na linha da Interdisciplinaridade e do pensamento complexo, buscando superar as dicotomias entre as áreas do conhecimento e reconhecendo na relação entre elas um potencial para aprimorar a compreensão do conhecimento científico e da realidade circundante (Favarão; Araújo, 2004; Morin, 2007).

Arte e Ciência são duas áreas do conhecimento que, na maioria das vezes, são colocadas em lados opostos. Essa dicotomia foi sendo reforçada, principalmente, por meio da visão de mundo cartesiana e positivista construída ao longo do tempo, e que ainda se encontra presente nos dias atuais. Entretanto, ao voltarmos nosso olhar para a História da Ciência e para a História da Arte, percebemos que, tanto uma quanto a outra possuem uma relação muito estreita, sendo protagonistas em épocas de grande marco na História do Mundo (Braga; Guerra; Reis, 2008a; 2008b; Farthing, 2011; Gombrich, 1999; Reis; Guerra; Braga, 2006). Segundo Bronowski (1977a) e Caruso (2021), as grandes transformações na forma de compreender o mundo se deram quando Arte e Ciência caminhavam juntas, exercendo grande influência e sendo influenciadas por todo o contexto histórico-social.

Nesse sentido, é possível afirmar que tanto a Ciência quanto a Arte são áreas do conhecimento que estão presentes em todas as culturas, ou seja, como Bronowski (1983) afirma, não existe uma única cultura que se dedique somente à Ciência ou apenas à Arte, e isso pode estar relacionado com o fato de tanto uma quanto a outra se desenvolverem por meio da imaginação e serem regidas pelo mesmo complexo cérebro humano, ou seja, a mesma pessoa que é capaz de fazer Ciência também faz Arte (Zamboni, 2006).

Apesar de apresentarem características próprias que as diferem em diversos aspectos (Kuhn, 1982), nesta pesquisa, assim como Bachelard (1974) aponta, partimos da noção de que ambas devem ser compreendidas como complementares, pois é nessa intersecção que alcançamos uma melhor compreensão da complexidade

do ser humano e da natureza, principalmente a partir da Idade Contemporânea, que passa a exigir cada vez mais o desenvolvimento do novo espírito científico, que caminha na direção da superação das dicotomias, encara o conhecimento como algo em processo de construção, e que ressalta a importância da dialética entre sujeito, objeto, teoria e prática.

A interação entre Arte, Ciência e Ensino emerge como uma via promissora para essa compreensão mais ampla e integrada do conhecimento. Essa abordagem se contrapõe à hierarquização dos saberes, típica do positivismo, e enfatiza a importância da criatividade como um ponto de convergência entre Ciência e Arte. De fato, a criatividade, muitas vezes subestimada no contexto da ciência, é reconhecida como uma característica essencial para o fazer científico (Alencar, 1990; Barbosa; Batista, 2011; Bronowski, 1983; Cachapuz, 2014; Rangel; Rojas, 2014; Zamboni, 2006).

A ausência do fator criativo na educação científica tem sido objeto de críticas por parte de diversos pesquisadores. Bachelard (1996) afirma que há muito tempo os livros repetem resultados, reproduzem o já criado e esquecem que, no ensino, é importante a questão da criatividade, da criação. Embora haja uma crescente valorização da criatividade na educação, ainda é comum a predominância de métodos que priorizam a reprodução de resultados e conceitos, em detrimento da criação e da reflexão. Essa abordagem passiva pode resultar em lacunas na compreensão e vivência do processo científico, bem como de conteúdos que exigem a abstração e transição entre seus diferentes níveis representacionais, gerando lacunas na formação inicial de professores ou outros profissionais capacitados a lidar com a complexidade do conhecimento (Alencar, 1990; Vasconcelos; Arroio, 2013).

No contexto específico do Ensino de Química, observam-se desafios particulares, como a prevalência de um ensino conceitual e pragmático, que, muitas vezes, não estimula a participação ativa e criativa dos alunos. O uso de atividades laboratoriais baseadas em "receitas de bolo" e a negligência das transições entre as diferentes dimensões do conhecimento químico são exemplos desses desafios. A falta de reflexão sobre a construção dos conceitos químicos e a dificuldade de transitar entre os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico contribuem para a percepção da Química como uma disciplina complexa e de difícil compreensão (Johnstone, 2000; Kavalek *et al.*, 2015).

Nesse sentido, esta pesquisa defende um ensino para a criatividade pautado na visão contextual, que, diferente do ensino criativo, visa o desenvolvimento dessa capacidade humana no ensino como um todo, considerando a influência exercida pelo contexto. Para isso, é necessário conhecer e buscar desenvolver diversos aspectos que auxiliam ou dificultam a expressão da criatividade, tanto de maneira individual quanto em grupo e no ambiente. Essas características colaboram para criar um ambiente de aprendizagem dinâmico e estimulante, onde os alunos se sentem encorajados a explorar sua criatividade e a desenvolver habilidades essenciais para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo. Além disso, também auxiliam no movimento de abstração, tão necessário no ensino de Química, e no desenvolvimento de um olhar mais humano e filosófico sobre o processo científico e o mundo (Alencar, 1990; Alencar; Fleith, 2003; Kind; Kind, 2007; Zavadil; Tschimmel; Silva, 2016).

Diante desse cenário, partindo da relação histórica entre Arte e Ciência, do olhar mais humano que a mesma pode proporcionar à área científica e do fato de que a expressão da criatividade é mais valorizada em cursos de Arte quando comparados aos cursos de Química, surge a hipótese de que a integração entre Arte e Química pode oferecer novas perspectivas para o Ensino de Ciências e a formação de professores.

Sendo assim, o presente estudo parte da seguinte **questão de pesquisa**: quais os desafios e potencialidades de um minicurso pautado no ensino para a criatividade, a partir da relação entre Artes Visuais e Química, no que se refere à formação de professores? Para isso, o **objetivo geral** do estudo é investigar as contribuições que o contexto interdisciplinar pode proporcionar à formação inicial de professores de Química e Artes Visuais, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento da criatividade. Já os **objetivos específicos** visam superar algumas visões alternativas sobre o campo do conhecimento das Artes Visuais e das Ciências da Natureza; possibilitar que alunos de diferentes cursos experienciem a interdisciplinaridade em suas formações; elaborar um texto histórico para mostrar um panorama geral sobre a relação entre as Ciências Naturais e Artes Visuais ao longo do tempo; compreender o papel da criatividade no processo formativo; propor reflexões sobre a importância da interdisciplinaridade em cursos de formação de professores. A análise dessas contribuições poderá lançar luz sobre novas abordagens pedagógicas que valorizem a interdisciplinaridade e promovam uma educação mais criativa, reflexiva e humana.

Para tanto, foi desenvolvido um minicurso com alunos, 28 no total, dos cursos de Licenciatura em Química (17 alunos) e em Artes Visuais (11 alunos) de uma Universidade pública do estado de São Paulo. O mesmo foi desenvolvido de forma remota, durante o período da pandemia, e teve uma carga horária total de 14 horas. A proposta foi trabalhar a relação histórica entre as áreas do conhecimento Artes Visuais e Ciências da Natureza, suas diferenças e semelhanças, e propor que os alunos, em grupos mistos, abordassem de maneira visual e artística uma temática da Química, de maneira que a interpretação do produto abrangesse não só perspectivas da Ciência, mas também da Arte e da Filosofia. Os dados foram coletados por meio das gravações dos encontros, questionário, autoavaliação, notas de campo e das atividades apresentadas ao final do minicurso. Os dados foram analisados por meio da Análise de Conteúdo (Bardin, 2002) e de análise descritiva interpretativa.

Essa tese se divide em quatro capítulos:

- No primeiro capítulo, intitulado “As relações históricas entre Arte e Ciência”, é apresentado um estudo sobre como a História da Ciência, História da Arte e o desenvolvimento do ser humano na sociedade se conectam desde a pré-história até a Idade Contemporânea, a fim de refletir sobre a complementariedade entre essas duas áreas e a importância e influência de ambas no processo de construção dos conhecimentos que segue até hoje.
- No segundo capítulo, intitulado “Os paralelos entre Arte e Ciência”, são feitas reflexões acerca das diferenças e semelhanças entre essas duas áreas do conhecimento, a fim de compreender suas características próprias, sua natureza e intersecções, algo necessário para o desenvolvimento de um trabalho interdisciplinar. Além disso, são apresentados e discutidos os aspectos necessários para o desenvolvimento de um ensino para a criatividade (principal semelhança explorada) pautado na visão contextual. Por fim, também é feita uma reflexão sobre como essa relação é explorada nas pesquisas e sua importância para o Ensino de Ciências.
- O terceiro capítulo abrange os aspectos metodológicos da pesquisa e os detalhes de formulação, aplicação e análise dos resultados do minicurso.
- E o quarto capítulo descreve as análises de toda a pesquisa, e se divide em três momentos: antes do minicurso, que inclui a análise do questionário de levantamento de concepções alternativas; o desenvolvimento do minicurso,

que inclui as discussões das aulas teóricas e práticas; e o final do minicurso, no qual são analisados os produtos finais apresentados, assim como a autoavaliação dos alunos sobre o todo o processo.

1 AS RELAÇÕES HISTÓRICAS ENTRE ARTE E CIÊNCIA

Ao longo dos anos, a visão cartesiana e positivista¹ do mundo que foi sendo construída teve grande contribuição para reforçar a fragmentação das áreas do conhecimento, dificultando a construção de um pensamento complexo que conecte os diferentes saberes e permita uma visão mais holística da natureza. Nesse sentido, Arte e Ciência, muitas vezes, são colocadas como áreas opostas impossíveis de se comunicarem. No entanto, ao analisar tanto a História da Arte quanto a da Ciência, é possível observar que ambas compartilham uma relação muito próxima, desempenhando papéis significativos em momentos cruciais da história do Mundo (Braga; Guerra; Reis, 2008a; 2008b; Farthing, 2011; Gombrich, 1999; Reis; Guerra; Braga, 2006). Juntas, Arte e Ciência, além de influenciarem uma a outra, ditaram vários caminhos em todo o contexto histórico-social da humanidade, resultando em grandes transformações na forma de compreender o mundo (Bronowski, 1977a; Caruso, 2021).

Influenciado pela Nova Historiografia da Ciência (NHC) (Beltran; Saito; Trindade, 2014), este capítulo busca discorrer sobre como Arte e Ciência se entrelaçaram ao longo da história da humanidade, a importância do papel de ambas

¹ A visão positivista eleva a ciência a uma posição de detentora de uma verdade absoluta em detrimento das demais áreas do saber. Além de se apoiar em aspectos como neutralidade, foco no empirismo e processo acumulativo e linear de conhecimentos. Isso foi fundamental para a compartimentalização das áreas do saber e desse olhar internalista que segue presente no Ensino de Ciência até hoje (Leite, 2020). Já a visão cartesiana, possui uma abordagem racionalista e mecanicista da Ciência, o que também influenciou o olhar de Descartes para as Artes. De acordo com Canguilhem (1982), Descartes valoriza o conhecimento das leis da natureza para a eficácia das artes ao enfatizar a importância de uma base teórica sólida para a prática artística. Descartes acredita que compreender as leis naturais e agir de acordo com elas é essencial para alcançar resultados eficazes nas artes e na técnica. Nesse sentido, a visão cartesiana busca uma racionalidade científica no fazer artístico, como forma de validação da arte. Embora haja correntes na arte que buscam o desenvolvimento artístico com base nessa racionalidade, em princípios matemáticos (como a arquitetura e a música, por exemplo), nem toda arte se desenvolve tendo a racionalidade como protagonista do fazer. Em outras palavras, apesar da razão sempre se fazer presente no artista, níveis elevados de subjetividade ou o descompromisso com uma moral ou matematização do método artístico também são aspectos que validam uma obra. Nesse sentido, essa abordagem cartesiana pode limitar o olhar holístico da ciência e das artes, fragmentando a realidade e subestimando a complexidade e interdependência dos fenômenos naturais e criativos, isto é, pode levar à desvalorização de formas de conhecimento mais subjetivas ou contextuais, ignorando aspectos qualitativos importantes.

no desenvolvimento da sociedade e como elas se influenciaram em cada contexto. Dessa forma, o intuito do capítulo é superar o olhar dicotômico sobre essas áreas do conhecimento e aprimorar a compreensão do processo de construção do conhecimento a partir dos relatos apresentados.

Vale ressaltar que o capítulo não buscou esgotar o tema sobre História da Ciência e História da Arte, mas sim, buscar momentos em que ambas as histórias se entrelaçavam de forma mais evidente. Por conta disso, apesar de reconhecermos a riqueza e a importância do desenvolvimento artístico e científico de todos os povos, a seleção feita acabou se centrando em uma História da Ciência e da Arte Ocidental com foco nas Ciências da Natureza e Artes Visuais (áreas do conhecimento que são o foco da pesquisa), uma vez que mais material sobre essas regiões estavam disponíveis pelos referenciais permitindo fazer tais relações históricas entre ambas as áreas. Entretanto, para estudos futuros, pretendemos também explorar essa relação entre Arte e Ciência presente em outras culturas como, por exemplo, sul-americanas, asiáticas e africanas.

Para essa pesquisa, Ciência e Arte serão consideradas como formas de conhecimento humano, caminhos e maneiras de explorar, compreender e se relacionar com a natureza, cujas concepções construídas mudam conforme a passagem do tempo, como podemos ver a seguir.

1.1 Pré-história (cerca de 500.000 a.C – 4000 a.C)

A pré-história foi um período de milhares de anos e é caracterizada, principalmente, por anteceder a escrita. Essa época pode ser dividida em Paleolítico Inferior, Paleolítico Superior e Neolítico (cerca de 500.000 a.C; 30.000 a.C; 10.000 a.C respectivamente), sendo seu fim considerado entre os anos 6000 e 4000 a.C. (Gombrich, 2001; Proença, 2007).

Ao que se refere à arte primitiva, Gombrich (1999) faz uma interessante reflexão acerca da finalidade da mesma. Segundo o autor, essa arte não foi desenvolvida com a intenção de ser contemplada como aquelas encontradas em museus, por exemplo. Tais obras possuíam determinados objetivos, geralmente voltados para fins utilitaristas, religiosos e ritualísticos. Além disso, Gombrich afirma que, embora a escrita não tivesse surgido nesta época, diversas obras encontradas contêm uma narrativa em si, o que permitiu diversos estudos acerca da maneira como os seres humanos viviam naquele período.

A Arte Rupestre inclui as pinturas encontradas nas cavernas, as quais trazem representações de animais, de momentos de caça, da natureza como era vista, de utensílios e ferramentas utilizadas pelos homens da época e também esculturas (Figura 1). Para realizar as pinturas rupestres, de uma maneira geral, os homens faziam uso de sangue de animais, óxidos minerais e carvão para conseguir alguns pigmentos e utilizam os dedos, pelos e penas como instrumentos de pintura. As “mãos em negativos”, por exemplo, eram feitas por meio de um pó colorido obtido por meio da trituração de minerais e que era soprado sobre as mãos de uma pessoa que estava na parede, ficando apenas o contorno da mão colorido ao retirá-la. Somente após dominarem esta técnica é que os homens começaram a desenhar os animais (Proença, 2007).

Figura 1 - Escultura e pinturas rupestres.



(A) *Vênus de Willendorf*
(25 mil anos a.C.)



(B) Pintura rupestre encontrada em
Altamira (15 mil anos a.C.)



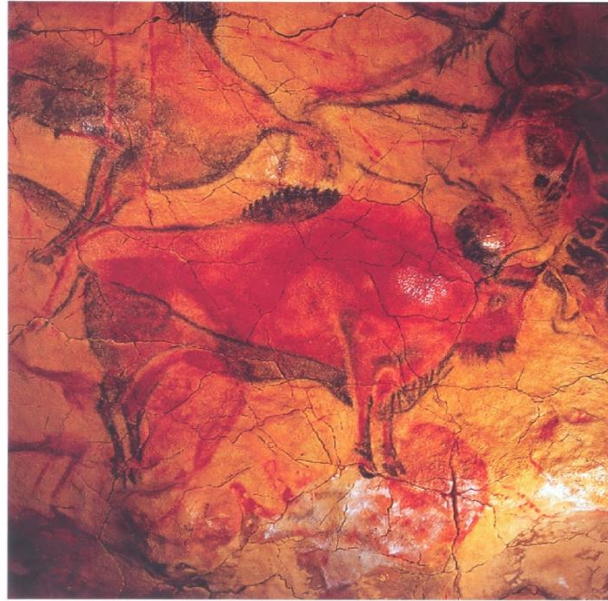
(C) *Mãos em Negativo* (39 mil anos a. C)

Fonte: A e C retiradas de DK (2017) e B retirada de Farthing (2011).

Em relação às pinturas, aceita-se a ideia de que havia uma crença de que, ao produzir as imagens o ser humano exerceria certo controle sobre aquilo que estava representando. Em outras palavras, quando se desenhava um animal sendo abatido por uma lança, por exemplo, acreditava-se que o verdadeiro também morreria ou, ao desenhar diversos animais juntos, aumentaria a quantidade daquela espécie a ele disponível. De uma maneira geral, a posse da imagem relacionava-se com o poder sobre aquilo representado (Farthing, 2011; Gombrich, 1999; Proença, 2007).

De acordo com Farthing (2011), a obra de arte mais antiga que temos conhecimento, dois bastões esculpidos em ocre, foi feita há 75 mil anos a.C. e foi encontrada na caverna Blombos, na África do Sul. Já as pinturas em cavernas mais antigas, encontradas em Chauvet, na França, já fazem parte do período do Paleolítico Superior e datam de 30 mil anos a.C. Na Espanha, na caverna de Altamira, é possível encontrar uma das mais coloridas e conservadas pinturas rupestres já vistas (realizadas cerca de 16.000 a.C.-8.000 a.C.) (Figura 2).

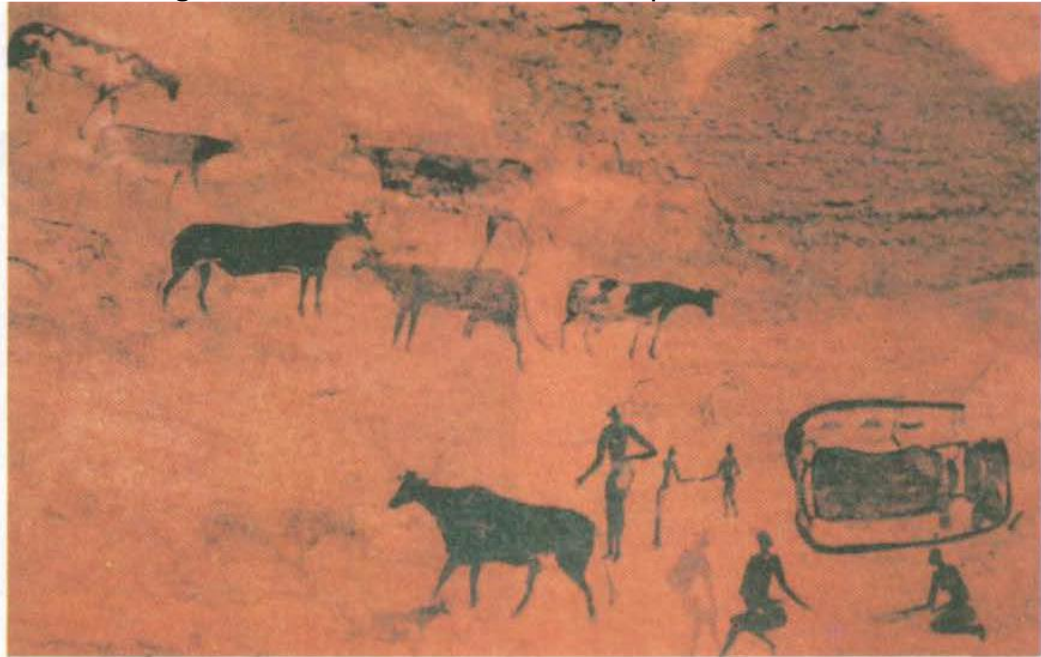
Figura 2 - Pintura rupestre encontrada na caverna de Altamira, Espanha.



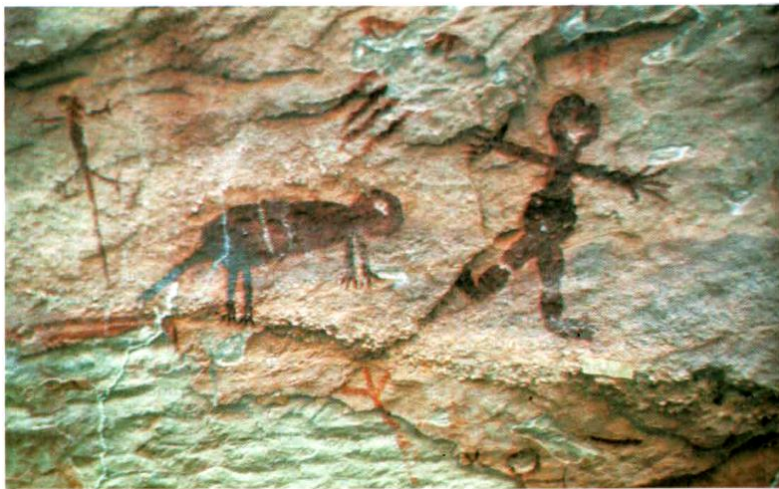
Fonte: DK (2017).

Ao longo dos anos, algumas mudanças foram ocorrendo no desenvolvimento dos povos primitivos, chegando ao período Neolítico, que ficou conhecido pelo domínio da agricultura, a criação de armas e ferramentas de pedra polida, a fixação dos homens em locais, a divisão do trabalho e a domesticação dos animais. Todas essas mudanças também influenciaram no tipo de arte produzida nessa época que passou a considerar representações mais simples e geométricas, como de animais e homens em comunidade, o trabalho, danças e rituais. As imagens começam a ir além do que está sendo visto de fato. Além disso, neste período são desenvolvidas as técnicas de tecelagem, cerâmica, construção de moradias e trabalho com metais, por meio da produção do fogo (Proença, 2007) (Figura 3).

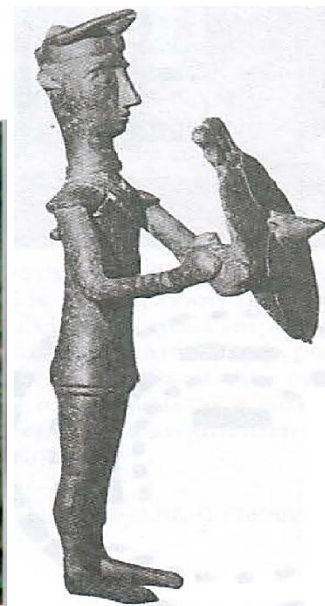
Figura 3 - Pinturas e esculturas do período Neolítico.



(A) Pintura rupestre do Neolítico encontrada na região do Saara (4500 a.C.)



(B) Pintura rupestre encontrada no Brasil, na região do Piauí.



(C) Escultura esculpida em bronze.

Fonte: Proença (2002).

As novas configurações sociais dos povos primitivos, o desenvolvimento de novas técnicas e o aumento da complexidade da interação do ser humano com a natureza também foram refletidos na arte do Neolítico. De acordo com Proença (2007, p. 12),

“[...] O poder de observação e os aguçados sentidos do caçador-coletor do Paleolítico deram lugar à atividade mental e reflexiva do camponês do Neolítico. Como consequência, o estilo naturalista foi substituído por um estilo

mais simples e geométrico, com sinais e figuras que mais sugerem que reproduzem os seres. Eis, aí, a primeira grande transformação na história da arte”.

No Brasil, há importantes sítios arqueológicos, como o Parque Nacional da Serra da Capivara, no Piauí, ou a Lapa da Cerca Grande, em Minas Gerais, que contêm obras que foram capazes de proporcionar conhecimento sobre os grupos de humanos que habitavam esses lugares em torno do ano 6000 a. C (Proença, 2007).

Em 2020, como aponta a matéria feita pela CNN Brasil², foram descobertos novos registros de arte rupestre na Amazônia da região da Colômbia, datadas por volta de 12.000 anos atrás, que indicam a coexistência de seres humanos com animais extintos e gigantes, da época da Era do Gelo. As pinturas apontam para diversos modos de vida das comunidades desse período, formas de manusear o fogo e a pedra para criarem as obras, além de outros métodos como a criação de escadas especiais que permitiram que as obras fossem pintadas em pontos bem altos nas rochas.

Recentemente, em Manaus, no Brasil, com a seca que vem assolando o Rio Negro na região, obras rupestres, feitas há mais de mil anos, voltaram a aparecer em paredes rochosas (Figura 4). Tais descobertas também indicam elementos da vivência desses povos e da natureza da época, como o fato de terem enfrentado um período de seca pior do que o povo manauense enfrenta hoje.

Figura 4 - Gravuras rupestres esculpidas na praia de Lajes em Manaus.



² Retirado de: <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/arte-rupestre-descoberta-na-amazonia-mostra-humanos-com-animais-da-era-do-gelo/> Acesso em: 11/04/2024

Fonte: Portal do G1³

Como é possível observar, a Arte Rupestre foi e segue sendo uma das principais fontes de conhecimento do período pré-histórico. Com o surgimento da vida em comunidade, as primeiras civilizações começam a se desenvolver e, assim, adentramos em um novo período chamado Antiguidade, que será discutido, a seguir.

1.2 Antiguidade (cerca de 4000 a.C – século V d.C.)

Com o aumento da complexidade entre as relações sociais, as primeiras civilizações começam a se constituir e novos rumos vão surgindo para a Arte e o conhecimento filosófico/científico passa a ser cada vez mais desenvolvido.

Dentre as diversas civilizações que foram se formando, destacam-se quatro que tiveram um papel importante neste período: Mesopotâmia, Egípcia, Grega e Romana.

Ao que se refere a primeira (cerca de 4000 a.C.), região onde atualmente se localiza o Iraque, temos um exemplo de uma sociedade que se constituía por meio de uma hierarquia bem definida e pautada na religião. Os costumes dos diversos contextos desenvolvidos (artístico, econômico, religioso, político) serviriam de base para a formação de toda a civilização ocidental, uma vez que foram os primeiros a fundar uma cidade-estado, a ter uma religião bem estruturada em deuses, a desenvolver a primeira língua escrita que se tem conhecimento, entre outros (Farthing, 2011).

A arte na Mesopotâmia englobava, principalmente, a arquitetura com suas imensas construções que incluíam palácios, santuários e templos (zigurates), oficinas, residências, entre outros. As pinturas e as esculturas, na maioria das vezes, serviam como adornos das produções arquitetônicas, abordando temáticas voltadas para a mitologia, religião, rituais e cenas de combate, geralmente exaltando os grandes feitos do rei (Farthing, 2011; Gombrich, 1999; 2001; Strickland, 2002).

Embora muito tenha sido desenvolvido no campo da arte nessa região, poucas obras ficaram disponíveis ao longo do tempo. Isso se deve tanto ao fato de que a maioria das construções foram feitas com tijolos cozidos, uma vez que não havia pedreiras no local, e com o tempo foram se desintegrando, como também ao fato de

³ Retirado de: <https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2023/10/19/gravuras-rupestres-de-mais-de-mil-anos-reaparecem-em-meio-a-seca-historica-em-manaus-fotos.shtml> Acesso em: 11/04/2024

que houve um tempo em que reis eram sepultados com a sua casa, escravos e relíquias. Algumas sepulturas encontradas apresentam uma grande quantidade de esculturas, pinturas, ferramentas e outros instrumentos que, de uma maneira geral, permitiram que a cultura dos povos na Mesopotâmia e relatos de guerra fossem conhecidos (Farthing, 2011; Gombrich, 1999).

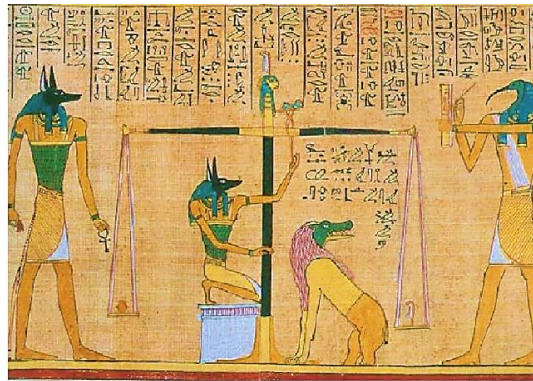
No que se refere ao Egito, uma das principais e mais complexas civilizações do período da Antiguidade que durou cerca de três milênios, pode-se dizer que possuía uma cultura muito característica e uma organização social toda estruturada e hierarquizada. Ainda, o povo egípcio desenvolveu um tipo de escrita, os hieróglifos, que foi fundamental para a compreensão dos conhecimentos e formas de vida dos mesmos. Esse tipo de escrita era tão importante socialmente que a profissão de escriba ocupava o mais alto patamar de reconhecimento. Entretanto, há um consenso entre historiadores de que a religião tenha sido o principal elemento balizador da cultura egípcia. Todos os âmbitos da sociedade eram fundamentados na religião, o papel exercido pelo faraó, a forma como a natureza respondia às necessidades da população, a vida e a morte, a compreensão de mundo e também o tipo de arte produzida (Gombrich, 1999; 2001; Proença, 2007; Strickland, 2002).

Na religião egípcia acreditava-se na existência de diversos deuses e sua principal característica era a crença na vida após a morte. Porém, para que a alma se mantivesse imortal no outro plano era necessário conservar o corpo físico, por isso a prática de mumificação era tão importante (o que fez com que avançassem muitos nos estudos sobre anatomia e alquimia, ao explorar elixires, ervas e outros produtos para a preservação dos corpos), assim como todo o arcabouço arquitetônico dos túmulos (como as grandes pirâmides) que abrigavam esses corpos, além de pinturas com cenas da vida da pessoa, roupas, alimentos e outros itens que auxiliariam o reconhecimento da alma ao visitar o corpo. Dessa maneira, a arte egípcia tem como uma das suas principais vertentes a arte funerária (Figura 5) (Gombrich, 2001; Proença, 2007).

Figura 5 - Exemplos de arte egípcia.



(A) Pirâmides no deserto de Gizé
(séculos XVII – XVI a. C.)



(B) Anúbis supervisionando a pesagem do coração de um morto, enquanto Tot anota o resultado.



(C) Sarcófago de Tutancâmon (1285 a. C.)

Fonte: A e C retiradas de Proença (2007); B retirada de Gombrich (1999).

Com o intuito de preservar o corpo e a imagem, havia regras muito bem estabelecidas – que praticamente seguiram intactas ao longo dos três milênios – em relação a forma de representação das coisas, cujo propósito era conseguir tornar cada elemento o mais reconhecível possível, não abrindo espaço para a expressão artística individual, ou seja, a totalidade da representação era mais importante do que seu aspecto estético (Gombrich, 1999).

Neste sentido, ao que se refere às pinturas, por exemplo, o artista tentava incluir o máximo de detalhes importantes da forma humana. Devido a essa preocupação, as pessoas eram representadas com os pés, a cabeça e as pernas de lado, pois assim era possível retratar mais detalhes do que se estivessem de frente. Já o tronco era desenhado de frente, e os olhos, embora estivessem em uma cabeça vista de perfil, eram representados de forma a encarar o observador. O mesmo acontecia com os animais e as paisagens, os quais eram desenhados sob ângulos diferentes mesmo fazendo parte de uma mesma cena (Figura 6) (Gombrich, 1999).

Figura 6 - Exemplos de pinturas egípcias.



(A) Tutancâmon e sua esposa (1330 a. C.)



(B) O Jardim de Nebamun (1400 a. C.) – animais e árvores pintadas sob diferentes ângulos.

Fonte: Gombrich (1999).

De acordo com o autor supracitado, outra regra que pode ser discutida é a questão da proporção e das cores utilizadas. O tamanho das pessoas nas pinturas era proporcional à posição social hierarquizada ocupada pelas mesmas, ou seja, os deuses eram representados maiores que as demais pessoas, assim como os faraós em relação a seus escravos. Já em relação às cores, as mesmas eram referentes ao gênero ou à importância na sociedade, isto é, a cor dourada identificava os deuses, os homens eram retratados com tons mais avermelhados e as mulheres com tonalidades bege, como pode ser observado na figura anterior.

Essa preocupação com as representações e o corpo fez com que a civilização egípcia fosse uma grande referência no desenvolvimento de tinturas, pigmentos e cosmetologia.

De maneira geral, a arte desenvolvida nessas primeiras civilizações que possuíam uma hierarquia social bem determinada acabou sendo voltada para aqueles que ocupavam o topo dessas classes, ou seja, os mais poderosos. Neste sentido, a arte era utilizada para construir grandes monumentos, adornar templos e moradas e,

principalmente, para exaltar as conquistas dos líderes e reforçar as crenças religiosas de cada povo. Tanto na Mesopotâmia quanto no Egito, a arte possui um caráter coletivo, a expressão individual do artista e inovações concretas não eram visíveis, embora houvesse uma preocupação com todos os detalhes e a narrativa expressa nas obras dessas civilizações (Farthing, 2011).

Dentre as civilizações que se desenvolveram ao longo da Antiguidade, a Grécia pode ser considerada uma das mais influentes do mundo ocidental, apresentando uma produção cultural mais flexível se comparada com as anteriormente citadas. Nela, tanto a razão quanto as ações do ser humano ganhavam mais destaque e eram mais valorizadas do que as crenças e espiritualidade (Proença, 2007).

Historicamente a Grécia se desenvolveu em três períodos: Arcaico (cerca de VII a. C. até o século V a. C.), Clássico (meados do século V a. C. até IV a. C.) e Helenístico (século IV a. C. até I a. C.), sendo o século V um dos mais importantes ao que se refere às produções intelectuais, culturais e políticas desta região. Conforme as comunidades foram se desenvolvendo em cidades-Estado, junto ao aumento do comércio, houve uma aproximação com as culturas egípcias e orientais. Inicialmente, as manifestações artísticas desses povos foram introduzidas e reproduzidas por artistas gregos, que aos poucos, baseando-se em outras concepções de mundo, vida e morte e religião, foram construindo seu próprio estilo na arte (Proença, 2007).

A arte grega era pautada na valorização do ser humano e buscava a perfeição e a simetria na representação dos corpos. Ao que se refere à pintura, poucas obras restaram, com exceção de algumas encontradas em peças de cerâmica. Porém, é possível afirmar que os gregos inovaram muito nesse quesito, não se limitando a regras como no caso do Egito e representando a pessoa (pé, perna e cabeça) de frente, ou seja, o artista não se preocupava mais em representar todas as partes possíveis do ser humano e passou a retratar as cenas a partir do ângulo que estavam sendo observadas (Gombrich, 1999).

Já em relação à escultura, os gregos foram os primeiros a incluir a nudez em suas obras. Inicialmente era perceptível a influência da arte egípcia, conferindo um aspecto geométrico às esculturas. Com o passar do tempo, as representações foram ficando cada vez mais realistas, com expressões mais demarcadas e preocupadas com a ideia de movimento (Figura 7) (Farthing, 2011; Gombrich, 1999).

Figura 7 - Progressão das esculturas gregas.



(A) Padrão *Kouros* (B) Efebo de Crítios (C) Zeus de Artemísio (D) Versão romana do Discóbolo
(c. 525 a.C.) (c. 480 a. C) (c. 470 a. C) (c. 450 a. C)

Fonte: Proença (2007).

Ainda, segundo Strickland (2002, p. 13),

[...] As proporções ideais das estátuas representavam a perfeição do corpo (aparentes no desempenho atlético) e da mente (aparentes no debate intelectual). Os gregos buscavam uma síntese dos dois pólos do comportamento humano – paixão e razão – e, por meio da representação artística da forma humana (frequentemente em movimento), chegaram muito perto de conquistá-la.

Além das esculturas, a arquitetura era voltada para finalidades religiosas, como a construção de templos para proteger as obras representando os deuses, e também para a construção das cidades. Outra forma de arte eram as cerâmicas, muito utilizadas em rituais e como peças decorativas de obras arquitetônicas, abordando temáticas mitológicas e cenas do cotidiano (Figura 8) (Proença, 2007).

Figura 8 - Exemplos arquitetônicos e cerâmicos gregos.

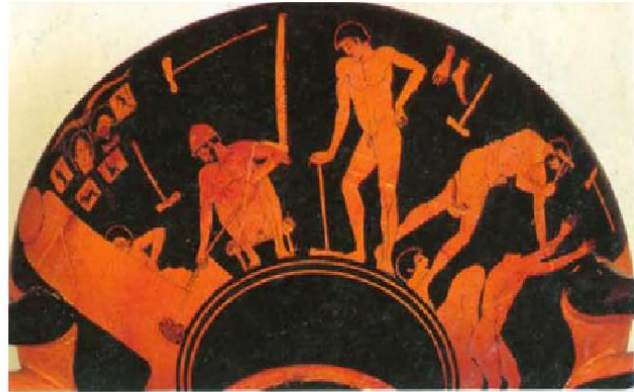


(A) O Partenon (450 a. C.)

(B) O Erecteion (420-405 a. C.)



(C) (360- 350 a. C.)



(D) (480 a. C.)

Fonte: A e B retiradas do banco de imagens gratuito Pixabay; C retirada de Proença (2007); e D de Gombrich (1999).

Como dito anteriormente, o século V a. C., mais conhecido como Idade de Ouro ou Época de Péricles, merece destaque por ter sido um período no qual houve grande abertura para o desenvolvimento da criatividade impactando diversos âmbitos da sociedade: artístico, filosófico, matemático, político, entre outros (Strickland, 2002).

Ao que se refere à filosofia na Antiguidade, duas personalidades cujos trabalhos tiveram muita importância para a compreensão da natureza, principalmente na Idade Média, e que merecem destaque são Platão (428-348 a. C.) e Aristóteles (384-322 a. C.).

O foco principal dos estudos de Aristóteles era a natureza e seus fenômenos. Muito influenciado por seu pai, que era médico e que permitiu que o mesmo observasse várias dissecações de corpos, entre outros processos, Aristóteles, por meio da racionalidade e de conhecimentos anteriores (formulados desde o período pré-socrático), buscava entender os reais motivos de tais fenômenos. Já Platão concentrava-se nos estudos do indivíduo e sua alma, que era compreendida de maneira desassociada da natureza, ou seja, imortal. Neste sentido, para ele, conhecer os valores da verdade e da beleza, presentes na matemática e na dialética, era o único caminho que poderia levar o ser humano à sua salvação. Para isso, a filosofia seria o melhor método para que conseguissem distinguir aquilo que era ou não verdadeiro (Braga; Guerra; Reis, 2006). Em outras palavras, ambos eram filósofos e encaravam a filosofia como algo mais importante. Entretanto, para Platão, a natureza

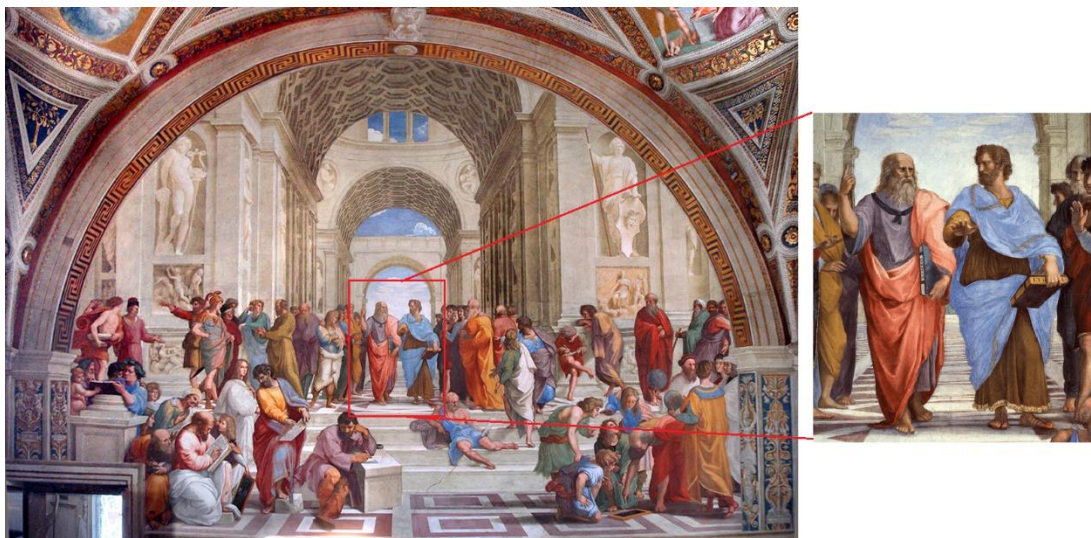
era apenas um simulacro das verdadeiras ideias, contrariamente ao que pensava Aristóteles.

Além disso, diferente de Aristóteles, para Platão, o verdadeiro conhecimento, a natureza das coisas, se dá no mundo das ideias, ou seja, no mundo perfeito, sendo o mundo sensível apenas uma reprodução falha deste primeiro. Em outras palavras,

[...] Se, para Platão, o conhecimento do mundo, a compreensão da verdade, a ciência, se davam pela abstração, pelo abandono dos sentidos e pelo entendimento da ideia que gerou o objeto estudado, para Aristóteles, ao contrário, o conhecimento se dava no próprio mundo, a partir dos sentidos, pois matéria e forma coabitavam o objeto (Braga; Guerra; Reis, 2006, p. 21).

Essa distinção de pensamentos é representada pela obra “Escola de Atenas”, de Rafael, que, embora tenha sido pintada por volta dos anos de 1510, no período da Alta Renascença, que será discutido mais adiante, retrata importantes personalidades da Antiguidade (Figura 9).

Figura 9 - Detalhe da obra "Escola de Atenas" (1510), de Rafael.



SANTI, Rafael. *Escola de Atenas*. 1510. Pintura em afresco, 500 x 770 cm. Palácio Apostólico, Vaticano

Fonte: Adaptado de uma imagem de domínio público do site História em Destaque⁴.

Como é possível observar na figura em destaque, no centro da obra estão presentes os dois maiores filósofos da Antiguidade: Platão e Aristóteles. O primeiro está apontando para cima, representando sua filosofia teórica e abstrata, ou seja, o mundo das ideias, enquanto o segundo está com a mão aberta e a palma virada para

⁴ Adaptado de: <https://www.historiaemdestaque.com.br/post/escola-de-atenas-de-raffaello-sanzio> Acesso em 29/04/2024.

baixo, sinalizando os arredores, simbolizando sua filosofia mais natural e empírica, isto é, o mundo sensível (Cumming, 2007).

Apesar dessas diferenças, um ponto em comum defendido tanto por Platão quanto por Aristóteles, e que foi responsável pelo começo desse pensamento racional visando um conhecimento universal na Grécia, isto é, esse pensamento mais científico que irá se consolidar ainda mais nos próximos períodos⁵, foi a valorização dos saberes e da linguagem matemática (especialmente a Geometria) em desenvolvimento, os quais permitiram “[...] sistematizar diversos conhecimentos naturais em algo esquemático, facilitando seu estudo como um conhecimento universal [...]” (Benedicto, 2018, p. 70). Tais conhecimentos matemáticos, bem como a geometrização da imagem e a simetria também ganharam destaque na arte.

A ideia de simetria, no sentido de permitir a total visualização de algo, compunha uma das noções de beleza defendidas por Aristóteles, juntamente com a ação do ser humano de contemplar. Além disso, para ele, a arte era mimética, ou seja, uma imitação na natureza e ações humanas. Entretanto, Aristóteles, diferentemente de Platão, não considerava isso um empecilho para o encontro com a verdade, essa arte mimética também poderia proporcionar entendimento já que expressa uma ação humana. Para Aristóteles, a mimesis é encarada como forma de representação, e a arte poderia ser utilizada para fins didáticos, tanto no que se refere ao ensino quanto à transformação nas emoções humanas (Benedicto, 2018).

Já Platão encarava o belo enquanto uma manifestação das ideias, de maneira a se aproximar do encontro com a verdade. Como dito anteriormente, embora considerasse a arte também mimética como Aristóteles, o mesmo a compreendia como um dificultador para atingir o belo, ou seja, a arte enquanto tentativa de cópia do mundo sensível afastava o ser humano dos valores como a verdade, do real. Nesse sentido, a poesia, por exemplo, ao falar de um objeto do mundo sensível, produzido por um artesão a partir de uma ideia, estaria duas vezes mais afastada da verdadeira noção do mesmo. Portanto, na Antiguidade, a noção de belo e arte era compreendida de maneira independente (Benedicto, 2018).

⁵ Pode-se dizer que o que os gregos faziam era Ciência pois, de qualquer forma, era uma empreitada investigativa na busca pela origem e funcionamento da Natureza. Ocorre, entretanto, que não era a *nossa* Ciência, com seus métodos e procedimentos, mas havia, naquela época uma “teoria”, isto é, um conjunto de procedimentos de observação (contemplação) e também de intervenção na natureza.

De uma maneira geral, ao que se refere à filosofia grega, o ser humano era tomado como principal referência dos questionamentos e havia muita ênfase na investigação racional. Esse contexto influenciou muito a formação de artistas e pensadores da época. Neste sentido,

[...] Assim como a dignidade e o valor do homem centralizavam os conceitos gregos, a figura humana era o principal motivo na arte grega. Enquanto a filosofia destacava a harmonia, a ordem e a clareza de pensamento, a arte e a arquitetura refletiam um respeito semelhante pelo equilíbrio (Strickland, 2002, p. 12).

Além disso, outros fatores que influenciaram a arte produzida nessa época foram a ampliação do comércio, o uso de moedas e o sistema de democracia que foi se estabelecendo. Tais acontecimentos fizeram com que as obras artísticas, antes produzidas de maneira coletiva, ou seja, voltada para o público num geral, passasse a ser individualizada e comercializada. Dessa forma, foram sendo introduzidas à arte outras finalidades, como a estética com um fim em si mesmo, que iam além do caráter político ou religioso, fazendo com que os artistas incorporassem em suas obras as demandas daqueles que estavam pagando por elas. Tal caráter mercadológico elevou a atenção direcionada aos artistas, o que resultou na comparação de suas habilidades e dos métodos e estilos adotados pelas escolas das quais fizeram parte. Essa competição tanto entre os artistas quanto as escolas de arte promoveu o aprimoramento de seus trabalhos e também a sua diversificação (Benedicto, 2018; Gombrich, 1999).

Por último, o período Helenístico, que se desenvolveu após a morte de Alexandre, o Grande (356 a. C. – 323 a. C.), foi caracterizado por profundas mudanças em diversos contextos da Grécia.

Um ponto que pode ser destacado é a Alquimia, que pode ser considerada um conjunto de técnicas e conhecimentos desenvolvidos e repassados por diversas civilizações ao longo do tempo. Tais saberes práticos foram fundamentados com base na metalurgia, o que inclui a transformação de metais em ligas, e na farmacêutica, que se relaciona com o manejo de substâncias oriundas de ervas, produção de elixires, entre outros. Segundo Braga, Guerra e Reis (2006, p. 69),

[...] Durante o período helenístico, em Alexandria, as práticas metalúrgicas e farmacêuticas uniram-se, formando um corpo coeso de conhecimentos, embasado por uma visão mística de natureza. Visão esta influenciada pela astrologia babilônica, pela magia persa, pelos fundamentos religiosos da Índia e da China e pela filosofia da natureza grega. Houve nesse processo, então, uma junção de saberes teórico-práticos e místico-filosóficos, procedentes de diversas civilizações da Antiguidade, que fez emergir um conjunto organizado de conhecimentos de tão grande importância que muitos

historiadores da ciência consideram que na realidade a alquimia só veio a se constituir realmente em Alexandria.

Alguns textos alexandrinos – *Corpus alexandrino* – que puderam ser encontrados trouxeram diversas descrições de métodos (alguns em uso até hoje, como o banho maria) utilizados nas práticas alquímicas. Dentre eles, alguns foram importantes para a arte, como, por exemplo, processos de produção de tinturas, instruções sobre como tornar metais não preciosos parecidos com o ouro e a prata (diferente da transmutação, que buscava a transformação da natureza de um material), fabricação de cosméticos (comum aos egípcios), entre outros (Braga; Guerra; Reis, 2006).

Em relação à arte, as produções gregas do período Helenístico passaram a abranger diversas temáticas, não se limitando aos nobres e incluindo diversas etnias. Além disso, as expressões humanas representadas nas obras de arte começam a ser mais exploradas a fim de transmitir maiores emoções, se diferenciando do estilo clássico que apresentava figuras menos vívidas e mais estáticas⁶. O fim desta época se deu com a conquista dos povos helenísticos por Roma (Farthing, 2011).

A Roma na Antiguidade foi um dos maiores impérios da história da humanidade, sendo fundada cerca de 753 a. C. Culturalmente, teve muita influência dos povos gregos, principalmente do período helenístico, e etruscos. Ao que se refere à arte, os romanos seguiram, em parte, o ideal de beleza e perfeição presente na Grécia-Helenística e o caráter popular e valorização da realidade vivida desenvolvida na arte etrusca (Proença, 2007).

Porém, a partir do final do século I d. C., com a expansão do império romano, tais influências começam a ser superadas e as produções artísticas se tornam mais originais. A arte romana passou a adotar um caráter mais funcional – tanto na arquitetura quanto na escultura, com as representações expressivas de grandes acontecimentos, como na Coluna de Trajano –, novas tarefas começaram a ser exigidas dos artistas e os mesmos se consolidaram, principalmente, na engenharia civil. As construções como pontes, estradas, teatros, aquedutos e arenas, além de visarem uma organização eficiente, também buscavam surpreender por sua tamanha

⁶ Isso pode ter sido motivado pelo fato de que, após a morte de Alexandre, os gregos viram, lentamente, sua civilização ser dominada pelos romanos, se apropriando de cidades e terras. Daí a necessidade de eternizar suas emoções nas obras.

grandiosidade como, por exemplo, o famoso Coliseu de Roma⁷ (Figura 10) (Gombrich, 1999; Proença, 2007; Strickland, 2002).

Figura 10 - Arquitetura romana.



(A) Coluna de Trajano



(B) Coliseu

Fonte: Gombrich (1999).

⁷ Também é possível encontrar esses teatros de espetáculo em outras cidades, coliseu é o seu nome geral. Há, assim, o Coliseu de Verona, por exemplo.

Por fim, após diversos embates ao longo da história, o Império Romano, em meados do século V, acaba perdendo o domínio de sua expansão territorial para os povos germânicos. Porém, um acontecimento muito importante que tem início nas províncias romanas na Antiguidade, mas que irá influenciar toda uma época é a difusão do cristianismo, que se firma na Idade Média (Proença, 2007).

1.3 Idade Média (século V – século XV)

A Idade Média foi um longo período que durou cerca de mil anos, e diversas mudanças ocorreram tanto no contexto artístico como no filosófico e científico. A transição da Antiguidade para esta época foi marcada pela queda do Império Romano do Ocidente e pelo crescimento da disseminação dos ideais cristãos até sua incorporação como religião oficial no Império Bizantino, referente à porção oriental do Império Romano (Proença, 2007).

No que diz respeito ao campo filosófico, Braga, Guerra e Reis (2006) apontam que havia pouco interesse sobre os estudos da natureza no início do período medieval. A princípio, os ideais de Platão disseminados por adeptos do cristianismo configuravam a principal influência na filosofia da época, fazendo com que os assuntos ligados à teologia recebessem maior destaque do que aqueles referentes à filosofia natural. Porém, em meados do século XII, por meio da apropriação de saberes orientais fundamentados nas ideias de Aristóteles, esse cenário começa a mudar.

Outro filósofo muito importante no início da Idade Média foi Santo Agostinho (354-430)⁸, que defendia a dualidade entre corpo e alma, noção esta adotada pelo cristianismo. Para ele, essas duas dimensões constituíam o ser humano. Entretanto, a segunda era considerada superior à primeira, ou seja, o ser humano deveria buscar a purificação da alma e, assim, sua transcendência por meio da negação dos prazeres e sentidos mundanos (Braga; Guerra; Reis, 2006).

Neste sentido, com a disseminação de tais ideais, afastar-se da sociedade seria uma maneira de alcançar a purificação da alma. Isso impulsionou a criação de comunidades mais isoladas que, posteriormente, passaram a integrar os mosteiros.

⁸ Santo Agostinho era herdeiro do pensamento de Platão. Na sua teologia, Deus era uma ideia perfeita e, por ser uma ideia, sua morada era a mente humana. É na hipervalorização do mundo das ideias que se encontra a base para valorização das artes liberais (intelectuais) e desprezo pelas artes manuais, fortalecidas pelas ideias de Aristóteles. Será somente com a reinterpretação desse, por São Tomás de Aquino, no século XIII, que as ideias de Aristóteles servirão de base para atual modelo de cristianismo, colocando Deus no céu.

Neste período, os mosteiros se tornam um centro de cultura e conhecimento, realizando a produção e a transcrição de livros e outras obras.

De acordo com Braga, Guerra e Reis (2006, p. 31), nestes mosteiros foram sendo criadas escolas destinadas a monges e nobres que, de início, visavam dois tipos de formação: uma básica, voltada para a educação dos jovens; e outra mais específica para a formação de novos monges. Ao longo do tempo, o número de escolas aumenta e estas passam a adotar um currículo básico

[...] estruturado em torno das sete artes liberais, que se dividiam em dois grupos de três e quatro matérias. O trivium que era composto de gramática, retórica e dialética; e o quadrivium, formado por geometria, aritmética, astronomia e música. O primeiro objetivava o aprendizado da leitura e a interpretação de textos. Já o quadrivium, que poderia sugerir um conteúdo mais científico, não chegava a dar necessariamente uma iniciação à matemática e à filosofia natural, na forma como estas já haviam sido desenvolvidas no mundo grego. A aritmética, por exemplo, não passava de um conjunto de explanações sobre os números, sem que houvesse uma prática de cálculos propriamente dita (Braga; Guerra; Reis, 2006, p. 31).

De acordo com Benedicto (2018), sobre a forma como o conhecimento era dividido pode-se destacar marcos que ocorreram em três períodos: na Antiguidade, na Idade Média e no Renascimento. Na primeira, tal divisão se dava em nove disciplinas (gramática, dialética, retórica, geometria, aritmética, astronomia, música, medicina e arquitetura) consideradas artes liberais, ou seja, própria dos homens verdadeiramente livres, e encaradas como superiores às artes mecânicas, que faziam uso de conhecimentos úteis, como, por exemplo, aqueles que constituíam o ofício dos artesãos.

No segundo período, assim como explicitado pela citação anterior, o conhecimento que visava a formação intelectual era dividido nas sete artes liberais, e o fato de as mesmas serem direcionadas para a classe mais privilegiada da sociedade, enquanto as artes mecânicas, desenvolvidas por meio do trabalho (agricultura, medicina, arquitetura, comércio, pintura), eram voltadas para o povo, reforçava ainda mais a desigualdade social. Já no Renascimento, que será melhor discutido adiante, a forma como a sociedade se relaciona com as artes torna-se diferente, deixando de ser encarada enquanto algo mecânico e adentrando à formação educacional da classe nobre.

Ao que se refere à arte medieval, a mesma foi fundamentada nos ideais do cristianismo, sofrendo grande influência da igreja, que a utilizava para fins didáticos, para ensinar os fiéis sobre a religião de maneira visual, uma vez que a maioria não

sabia ler ou escrever. A preocupação com a representação do corpo perfeito e do mundo real deu lugar à espiritualidade e às simbologias cristãs, a fim de propagar os ideais desta religião, ou seja, buscavam retratar o invisível por meio de imagens (Benedicto, 2018; Farthing, 2011; Gombrich, 1999). Em outras palavras,

[...] Uma vez que o foco cristão se dirigia para a salvação e a vida eterna, desapareceu o interesse pela representação realista do mundo. Os nus foram proibidos e até as imagens de corpos vestidos revelavam a ignorância da anatomia. Os ideais greco-romanos de proporções harmoniosas e equilíbrio entre corpo e mente desapareceram. Os artistas medievais se interessavam exclusivamente pela alma, dispostos principalmente a iniciar os novos fiéis nos dogmas da igreja. A arte se tornou serva da igreja. Os teólogos acreditavam que os cristãos aprenderiam a apreciar a beleza divina através da beleza material, e o resultado foi uma profusão de mosaicos, pinturas e esculturas [...] (Strickland, 2002, p. 24).

A arte medieval se dividiu em três principais estilos: **bizantino**, **romanesco** e **gótico**. O primeiro durou até o final da Idade Média e combinava o estilo clássico grego e a arte romana com a tendência oriental de apreço pelas cores e decoração. Se diferenciando da arte cristã primitiva, de caráter mais simples e popular, a arte cristã após a consolidação do cristianismo se torna mais luxuosa, indicando poder e riqueza. O objetivo do estilo bizantino era demonstrar a soberania do imperador, visto como uma entidade quase divina (Figura 11) (Proença, 2007).

Figura 11 - Mosaico Bizantino representando a corte do imperador Justiniano (548 d. C.).



Fonte: Farthing (2011).

A arte bizantina, assim como a egípcia, foi determinada por diversas regras. Em seus mosaicos e ícones, cada representação tinha um lugar específico para compor a obra, as figuras tinham que ser retratadas de frente, a fim de demonstrar respeito, e

os imperadores, como visto na figura anterior, eram representados com aureolas, conferindo-lhes um caráter sagrado. Além disso, a arquitetura foi muito importante neste período na construção de igrejas, catedrais e basílicas (Proença, 2007).

Já o Romanesco, ou arte românica, se refere às produções da Europa Ocidental desenvolvidas nos séculos XI e XII, e recebe esse nome por incorporar elementos da antiga arquitetura romana, principalmente. Até este período, o centro cultural do Império está localizado nos mosteiros e a temática religiosa segue sendo o foco das obras artísticas (Farthing, 2011).

Em meados do século XII, novas mudanças começam a ocorrer no cenário econômico, que passou a ter base no comércio, transferindo o núcleo social do campo para as cidades, e surgindo, assim, a burguesia urbana. Com isso, o centro cultural e intelectual deixa de ser nos mosteiros e passa a ser nas cidades. Essa nova realidade influenciou nos tipos de escolas urbanas que passaram a ser construídas, estando elas ligadas à igreja. Tais escolas ofereciam diferentes áreas de estudo de acordo com seus interesses e contextos nas quais estavam inseridas, fazendo com que tanto elas quanto os mestres que ali lecionavam fossem se especializando nessas áreas mais específicas de cada região. Com o tempo, diversas escolas especializadas passaram a compor as grandes catedrais de maneira a constituírem o que seriam as futuras universidades (Braga; Guerra; Reis, 2006; Gombrich, 1999; Proença, 2007).

A este contexto, deve ser considerada também a influência dos conhecimentos e da cultura promovida pelos árabes. A partir do século VII, após a morte de Maomé (632), os árabes deram início ao processo de conquista e expansão de seus territórios e, em um período de aproximadamente 15 anos, diversas civilizações, como Egito, Síria e o Império Bizantino, por exemplo, foram tomadas por eles. Na virada para o século VIII, seus domínios cresceram ainda mais com a conquista da Península Ibérica.

Com a apropriação destes novos territórios, o povo árabe teve acesso também aos conhecimentos presentes em tais regiões, como os da filosofia desenvolvidos em Alexandria e também da astronomia, da medicina e da alquimia, comuns nas regiões da Síria e da Pérsia. De uma maneira geral, a ciência árabe pode ser considerada “[...] um conjunto de trabalhos filosóficos e científicos de sábios de diversas regiões e de diferentes credos, escritos em árabe. A padronização linguística fez o conhecimento fluir livremente por todo o império” (Braga; Guerra; Reis, 2006, p. 36). Vale ressaltar que esse processo de aculturação foi mútuo, ou seja, os árabes se apropriaram da

cultura ocidental enquanto os europeus absorveram também a cultura islâmica, especialmente os conhecimentos em matemática, astronomia e medicina em que eram bem avançados.

Ao que se refere à alquimia, no início do período dessa expansão territorial (séculos VII - VIII), os povos árabes a incorporaram e ainda acrescentaram algumas contribuições a esse conjunto de conhecimentos, que visavam o trabalho prático com fundamentação tanto filosófica quanto mística.

Por meio da reconquista da Península Ibérica, no século XII, pelos reis cristãos, tais saberes começaram a ser difundidos na Europa, principalmente por frades franciscanos, que possuíam crenças mais ligadas à noção de que Deus⁹ se comunicava com os homens por meio da natureza, e isso influenciou o interesse de melhor conhecê-la, o que foi uma das principais contribuições para a Europa cristã neste período. Porém, pelo fato de a alquimia ser praticada por pessoas perseguidas pela igreja, a mesma foi sendo cada vez mais criticada e problematizada por diversos estudos filosóficos da época (Braga; Guerra; Reis, 2006).

Após o contato com os saberes filosóficos, alquímicos, físicos e astronômicos oriundos de estudos árabes e gregos - os pensamentos de Aristóteles, por exemplo, que antes eram, em parte, desconhecidos na cristandade, passam a ser disseminados neste período - diversos filósofos franciscanos contribuíram para as discussões referentes à filosofia natural da época.

Dentre eles podemos citar Roger Bacon (1214-1292), um frade franciscano que apontava para a necessidade de integrar os saberes prático e teórico, ou seja, discutia a importância do conhecimento com base no saber empírico, algo que pode ser considerado como o início de reflexões que se aproximam às de Francis Bacon (1561-1626) na era moderna (Braga; Guerra; Reis, 2006).

Um filme que ilustra bem esse contexto medieval é “O Nome da Rosa”, de 1986, baseado no livro de mesmo nome escrito em 1983 por Umberto Eco. Nele, William de Baskerville, um frade franciscano, é chamado para investigar diversas mortes de monges que estavam acontecendo em um mosteiro. Por vezes, esse personagem se porta como William de Ockham, fazendo referência à Guilherme de Ockham - frade inglês que defendia o empirismo radical e a separação entre razão e fé - enquanto em outros momentos encarna Roger Bacon, indicando a crença em ideais descritos

⁹ A partir desse momento, a palavra Deus estará se referindo à concepção de Deus da religião cristã.

anteriormente. Ao longo do filme, é possível verificar mudanças na forma de analisar as mortes adotadas pelo mesmo, remetendo a tipos de investigações que seriam utilizadas futuramente, como a experimentação, por exemplo.

Ao que se refere à astronomia, os pensadores do medievo, se aproximando aos ideais de Aristóteles, encaravam os cosmos divididos em supralunar (eterno e sagrado) e sublunar (finito e imperfeito), que seriam diferentes e não se relacionavam entre si¹⁰. Essa concepção esteve muito presente na arte. Nas pinturas, os artistas faziam uso de símbolos para retratar suas interpretações, ou seja, não buscavam uma representação real do que estava sendo visto de fato. Por exemplo, o céu, ao invés de ser pintado em cores como azul ou cinza, era representado com a cor dourada para indicar as características da dimensão supralunar. Apenas no início do século XIV é que alguns artistas como Giotto di Bondone (1267-1337) começaram a introduzir representações mais fiéis do que estava sendo observado, se aproximando ao ideal de realismo e correspondendo a uma mudança de visão de mundo, a humanista, que começava a se instaurar (Braga; Guerra; Reis, 2006; Proença, 2007).

No final do século XIII, o conjunto intelectual na Idade Média entra em colapso com essas novas ideias, de maneira que, em 1277, o bispo de Paris condena as proposições de Aristóteles, fazendo com que novas formas de interpretar a natureza fossem pensadas. O mesmo se dá na igreja medieval no início do século XIV quando o papa passa a proibir¹¹ as práticas alquímicas, tornando-as marginais no que diz respeito ao processo de construção do conhecimento deste período. Entretanto,

[...] Apesar do saber alquímico estar envolto por diversas concepções mágicas de natureza herdadas das diversas simbioses com as religiões da

¹⁰ São Tomás de Aquino (1225-1274), um frade dominicano, estudou na Universidade de Paris e lá teve contato com as obras de Aristóteles, dentre elas, com seu modelo cosmológico de quatro elementos imperfeitos sublunares e o quinto elemento, perfeito, o éter, formador do mundo supralunar. Para Aristóteles, a Terra era o centro do Universo, em torno dos quais gravitavam os corpos celestes, feitos de matéria perfeita, exercendo o movimento perfeito e infinito, sem começo, meio e fim (movimento circular). Para Aristóteles, o universo havia sido colocado em movimento por um “primeiro motor”, este mesmo eterno e imóvel. Toda essa filosofia foi o mote para Tomás de Aquino nomear o “primeiro motor” como Deus cristão e tirá-lo da mente (Santo Agostinho) colocando-o no lugar perfeito (os céus), já que lá é que está a perfeição.

¹¹ A peste negra irrompeu na Europa por volta de 1348, devastando cerca de um terço da população. Era vista como um castigo divino pelo estilo de vida mundano que os homens estavam levando. Este evento desencadeou o surgimento de dois fenômenos perturbadores para a igreja: em primeiro lugar, o aparecimento de grupos religiosos nômades que prometiam salvação, inclusive através da autoflagelação; em segundo lugar, a proliferação de curas, elixires e amuletos destinados a combater o “ar maléfico” que se acreditava estar associado a peste, muitas vezes derivado de práticas de bruxaria e feitiçaria. Todos esses desenvolvimentos minaram a fé e a confiança na autoridade central da igreja, resultando na proibição de grupos ultrarreligiosos independentes e da prática da alquimia.

Antigüidade, não se pode negar que ideias como a do elixir da longa vida ou da pedra filosofal fizeram surgir conhecimentos sobre substâncias que se tornaram fundamentais para a constituição da ciência moderna no século XVII. Mais tarde, já no século XVIII, a luta pela superação desse caráter mágico iria se transformar num dos fundamentos da química moderna (Braga; Guerra; Reis, 2006, p. 87).

Além da gama de saberes que adentrou a Europa a partir do século XII, uma série de técnicas desenvolvidas pelos povos árabes e por aqueles que tiveram suas nações dominadas também influenciou o contexto europeu nos séculos finais da Idade Média. Dentre eles, os conhecimentos sobre moinhos de água e vento, por exemplo, ao entrarem em contato com os saberes técnicos existentes na Europa, ocasionaram uma revolução técnica. Nesse sentido, os artesãos, que passaram a construir máquinas, com o tempo, começaram a ser conhecidos como engenheiros por causa destes engenhos. Com o aumento do número de engenheiros, as técnicas de construção foram se aperfeiçoando cada vez mais, e novas inspirações no ramo da construção foram surgindo. Um exemplo disso são as catedrais góticas.

Neste período, a arte românica começa a dar lugar para um tipo de arquitetura revolucionária, tornando-a ultrapassada, uma vez que, comparado com os novos ideais que estavam sendo propostos, o romanesco aparentava ser muito pesado e não tão agradável esteticamente. Esse novo estilo recebeu o nome de gótico, caracterizado principalmente pelos seus arcos ogivais (Figura 12) (Gombrich, 1999; Proença, 2007).

Figura 12 - Arquiteturas Romanesca e Gótica.



(A) Basílica de Saint-Sernin, na França – Arquitetura Românica com ênfase na horizontal e arco redondo.



(B) Interior e fachada da catedral de Notre-Dame, na França - Arquitetura Gótica com ênfase na vertical e arco pontudo, ogival.

Fonte: Proença (2007).

Tendo surgido na França, o estilo gótico utilizado nas igrejas e catedrais buscava inspirar a fé e pregar o caminho da salvação para os fiéis por meio de narrativas contadas por suas esculturas, vitrais e tapeçarias, os quais representavam as principais formas de decoração destes locais (Strickland, 2002). Além disso, segundo Braga, Guerra e Reis (2006, p. 43), ao discutirem sobre o contexto de aperfeiçoamento entre engenheiros e sobre as técnicas arquitetônicas deste período na Europa, afirmam que

[...] As catedrais góticas, que se tornaram símbolos de poder das emergentes cidades, nasceram nesse processo. A construção gótica, com grandes alturas nas naves centrais, exigiu a solução de diversos problemas técnicos no campo da mecânica. Além disso, a sofisticação arquitetônica ali exigida acarretou o aperfeiçoamento de algumas artes tradicionais, como a marcenaria, a metalurgia, o corte de pedras e a produção de vidros.

Os últimos anos da arte gótica têm registros nos séculos XIV e XV. Já no final deste estilo, o gótico começa a ser adotado também em edifícios residenciais, não sendo mais exclusivo das estruturas religiosas. Outro item que influenciou bastante o contexto urbano e o aprimoramento de conhecimentos sobre movimentos foi a construção de relógios mecânicos. Essa necessidade de medidas precisas do tempo tem relação, dentre outros fatores, com o surgimento de bancos e o aperfeiçoamento do câmbio. As mercadorias eram comercializadas nas bolsas de valores e seus horários de abertura e fechamento influenciavam o preço do produto. Essa mudança de se compreender o tempo também é representada na Arte. Antes, o tempo era representado principalmente pela imagem de uma caveira, para ressaltar que o tempo

era passageiro, fazendo referência à morte. Posteriormente, relógios e ampulhetas passam a ser introduzidas nas pinturas para representar o tempo.

Todas essas transformações visando o aperfeiçoamento e a solução de problemas fizeram com que a ideia de progresso fosse visualizada, e, dessa forma, os ideais teológicos que permaneceram intactos por muito tempo começaram a ser questionados. Pensadores da época começaram, então, a questionar as antigas estruturas e a pensar sobre novas formas de conhecer que também pudessem ser aperfeiçoadas. Todo esse contexto possibilitou, nos últimos períodos da Idade Média, que um novo projeto de ciência e arte fosse sendo construído (Braga; Guerra; Reis, 2006; Proença, 2007).

1.4 Idade Moderna (século XV - meados do século XVIII)

Pode-se dizer que a Idade Moderna teve início com a tomada de Constantinopla pelo Império Otomano, em 1453. Este período é marcado, principalmente, pela redescoberta e influência de obras da Antiguidade clássica greco-romana, que foram em grande parte reprimidas ao longo da Idade Média, o que acabou influenciando toda a cultura europeia (Benedicto, 2018; Proença, 2007).

Segundo Braga, Guerra e Reis (2008a), entre os séculos XV e XVII, diversas transformações ocorreram no contexto europeu, tendo destaque a Revolução Comercial, que influenciou fortemente este período. Além disso, os autores também citam: o Renascimento no âmbito das artes; a nova noção de cristianismo após a Reforma Protestante; o absolutismo colocando os reis no centro do campo político; o surgimento da classe burguesa e seu domínio do cenário econômico; a expansão territorial dos poderes europeus; o acesso a informações e conhecimentos de povos desconhecidos até então; a teologia perdendo espaço para a filosofia natural e a mesma iniciando a busca por métodos próprios de investigação.

De um modo geral, a partir do século XV e ao longo da Idade Moderna, com a ascensão das máquinas, uma nova concepção de natureza vai sendo construída, a de universo-máquina, e, por meio do avanço dos estudos astronômicos, a Terra passa a ser considerada mais um planeta dentre os demais, configurando um universo infinito cujo comportamento é previsível por meio de cálculos matemáticos e que obedece a leis imutáveis, ou seja, a Terra não é mais o centro de um sistema cósmico finito. Dentro desse contexto foi sendo construído o ideal de que, uma vez que o todo já havia sido criado por Deus, para compreendê-lo era necessário estudar suas partes,

suas engrenagens, porém, tais construções se deram ao longo de um processo repleto de controvérsias, discussões e embates entre diferentes visões de natureza, que serão discutidos com mais detalhes no decorrer deste resgate histórico.

No início da Idade Moderna, as inovações técnicas foram se espalhando pelas regiões da Europa e mudando drasticamente os hábitos da população. O comércio começou a se desenvolver cada vez mais e o uso do dinheiro nas negociações se tornou mais eficaz do que a troca entre mercadorias. Devido ao aumento da manipulação do dinheiro e de sua popularização, houve a necessidade de que a população, incluindo a classe mais simples, tivesse acesso a alguns conhecimentos matemáticos, a fim de que pudesse realizar cálculos envolvendo as transações comerciais.

Na Figura 13, pintada em 1514, é possível ver um banqueiro/cambista pesando moedas de ouro e uma mulher observando seu trabalho ao invés de seguir sua leitura de temática religiosa. Segundo Pascholati (2018), o cerne da obra é moralista e denuncia a avareza e as vaidades humanas. O artista, quando a obra foi criada, morava em Antuérpia, que era uma importante cidade de comércio na Europa e onde atividade dos banqueiros estava em alta.

Figura 13 - Quadro que aborda o impacto do comércio deste período.



MASTSYS, Quentin. *O Banqueiro e sua Mulher*. 1514. Óleo sobre painel, 70 x 68 cm. Museu do Louvre, Paris

Fonte: Pascholati (2018).

Ao longo do tempo, tanto os cálculos aritméticos quanto a geometria foram adentrando os currículos das escolas. Com isso, a matemática foi ganhando cada vez mais espaço e importância na Europa e isso fez com que as respostas obtidas por meio dela fossem colocadas em contraste com aquelas provenientes da filosofia, que geralmente não oferecia respostas objetivas. Dessa forma, o conhecimento matemático começou a ser explorado a fim de alcançar o entendimento da verdade (Braga; Guerra; Reis, 2008a).

De acordo com os autores supracitados, o século XV foi marcado pelo auge das grandes navegações, que demandavam a superação de uma série de obstáculos com base em conhecimentos científicos e técnicos de diferentes áreas. O crescimento do setor marítimo permitiu o desenvolvimento e o aprimoramento de diversas ferramentas de observação do céu, promovendo, dessa forma, avanços nos saberes astronômicos. Além disso, a metodologia de trabalho adotada pelos navegantes reforçou o ideal da prática e a importância do conhecimento oriundo da experiência.

A expansão comercial também teve sua influência na arte. Os engenheiros, que foram ganhando notoriedade já no final da Idade Média, asseguraram seu espaço no Renascimento. Neste contexto em que a matemática se tornava protagonista na estrutura social, o desenvolvimento das técnicas utilizadas por profissionais da Renascença foi essencial para os projetos da burguesia emergente, uma vez que a mesma investia nas produções destes artistas a fim de realçar o seu poderio. Dessa forma, cresce também o status do trabalho manual (Braga; Guerra; Reis, 2008a).

O nome Renascença faz referência justamente aos resgates artísticos, filosóficos e racionais da cultura antiga da Grécia e de Roma, e também marca a transição da Idade Média para a Idade Moderna. A retomada de tais obras influenciou o processo de construção tanto da arte quanto da ciência na época. Ambos os campos foram, aos poucos, adotando os ideais humanistas e antropocêntricos, porém, considerando, ainda, temáticas religiosas. Embora as simbologias do cristianismo fornecessem inspiração aos artistas renascentistas, os ideais focados no ser humano iam de encontro com o que a igreja medieval pregava, que apoiava a ideia de que o homem dependia de Deus para realizar todo e qualquer objetivo (Benedicto, 2018; Farthing, 2011; Proença, 2007).

Embora na Idade Média os saberes clássicos tenham sido obscurecidos, isso não impediu que certos grupos revivessem seus ideais, como foi o caso de alguns filósofos que retomaram alguns estudos aristotélicos ou o pintor Giotto di Bondone (1267-1337), que começou a introduzir elementos humanistas - característicos do Renascimento - em suas obras já no século XIV (Farthing, 2011; Gombrich, 1999).

O período do Renascimento foi muito complexo e determinante em todos os contextos da sociedade, promovendo diversas inovações de maneira a superar a herança clássica e consolidar sua própria identidade. De acordo com Proença (2002, p. 78), o cerne da Renascença é o humanismo, de uma maneira geral,

[...] esse ideal pode ser entendido como a valorização do homem e da natureza, em oposição ao divino e ao sobrenatural, conceitos que haviam impregnado a cultura da Idade Média. Nas artes, o ideal humanista e a preocupação com o rigor científico podem ser encontrados nas mais diferentes manifestações. Trabalhando ora o espaço, na arquitetura, ora as linhas e cores, na pintura, ou ainda os volumes, na escultura, os artistas do Renascimento sempre expressaram os maiores valores da época: a racionalidade e a dignidade do ser humano.

No campo da arte, pode-se dizer que uma das principais contribuições do Renascimento foi o desenvolvimento da perspectiva e da profundidade, sendo a harmonia, a simetria e o equilíbrio características próprias de suas obras. Além disso, a noção de perspectiva influenciou toda a concepção espacial dos filósofos naturais da época e foi responsável pelas mudanças na forma de encarar a relação de infinitude entre céu e Terra. De acordo com Proença (2007), na arquitetura, diferentemente das construções góticas, que traziam a impressão de serem infinitas, os construtores renascentistas buscavam a compreensão do todo a partir de qualquer ângulo de observação por meio do uso da proporção matemática entre todas as partes. Filippo Brunelleschi (1377-1446) foi um importante artista desse período, exercendo o ofício tanto de pintor quanto de escultor e arquiteto, mas principalmente de engenheiro, tendo realizado importantes trabalhos, como a cúpula da catedral de Florença (Figura 14) e a capela Pazzi, onde é possível perceber a aplicação de regras de geometria, conferindo-lhe maior harmonia e regularidade.

Figura 14 - Cúpula da catedral de Santa Maria del Fiore, em Florença.



Fonte: Banco gratuito de imagens Pixabay.

Além disso, este mesmo artista foi, segundo Farthing (2011), o primeiro a trabalhar com a perspectiva linear. Tal conceito, na arte, diz respeito a uma técnica utilizada que é capaz de evocar a ideia de profundidade tridimensional representada em algo plano. Já na ciência, a ideia de perspectiva refere-se aos estudos de óptica. Segundo Panofsky (1999), em seu livro “A perspectiva como forma simbólica”, a palavra perspectiva tem origem da palavra *Perspicere*, cujo um de seus significados seria ‘ver através de’, que é uma tradução literal da palavra grega *Optiké*.

Os engenheiros do Renascimento não separavam trabalho técnico e artístico, sendo muitas vezes responsáveis por, além de pintar e esculpir as obras, criar os diferentes equipamentos mecânicos necessários para auxiliar suas construções (Braga; Guerra; Reis, 2008a).

A perspectiva pode ser considerada um dos principais marcos do Renascimento, influenciando tanto a arte quanto a ciência. Enquanto nas pinturas medievais os objetos eram desenhados sem uma relação de proporcionalidade partindo do olhar do observador e seu tamanho era determinado pelo grau de importância da figura frente a sociedade, nas obras Renascentistas, após o desenvolvimento da perspectiva, que teve base nos estudos de ótica, nas técnicas de medição angular muito utilizadas pelos cartógrafos e nos estudos árabes sobre a propagação da luz em linha reta, passou-se a adotar a técnica do ponto de fuga, a qual determina um ponto único imaginário para o qual devem se dirigir todas as linhas paralelas do desenho (Figura 15). Ou seja, o tamanho dos objetos representados

estaria, agora, relacionado com a distância do ponto de vista do observador (Figura 16). Essa técnica foi aplicada tanto nos afrescos quanto nos trabalhos técnicos produzidos neste período, influenciando o olhar da sociedade e a compreensão daquilo observado por meio de microscópios e telescópios (Braga; Guerra; Reis, 2008a).

Figura 15 - Representação do ponto de fuga (PF).



Fonte: <https://www.elenaraleitao.com.br/2014/11/ponto-de-fuga-ou-ponto-de-vista.html> Acesso em 04/04/2022.

Figura 16 - Exemplos de pinturas com e sem a técnica da perspectiva.



(A) SIENA, Ugolino da. *Última Ceia*. 1320. Óleo sobre madeira, 43 x 92 cm. Museu de Arte de Denver, Denver.

Exemplo de pintura medieval onde não se fazia uso da perspectiva.



(B) VINCI, Leonardo da. *A Última Ceia*. 1498. Óleo e têmpera sobre gesso, 460 x 880 cm. Convento de Santa Maria delle Grazie, Milão.

Exemplo de pintura com o uso da técnica da perspectiva.



(C) SANTI, Rafael. *O Casamento da Virgem*. 1504. Óleo sobre madeira, 174 x 121 cm. Pinacoteca di Brera, Milão.

Aplicação da técnica do ponto de fuga e a ideia do espaço infinito.

Fonte: Figura A retirada do site do Metropolitan Museum of Art¹², B e C imagens de domínio público.

A partir da aplicação da noção de perspectiva nas pinturas, a matemática e a geometria adentram ainda mais no mundo da arte, auxiliando na maneira de representar cada elemento das obras em escalas proporcionais de acordo com as distâncias entre si (uso do ponto de fuga, por exemplo) (Farthing, 2011; Proença, 2007).

Além da perspectiva, outros aspectos que foram consolidados no Renascimento foram o uso do claro-escuro e o realismo. Seguindo também essa linha mais científica de interpretar o mundo, a técnica do claro-escuro buscava, por meio do jogo de contraste com luzes e sombras nas pinturas, aprimorar a representação de volumes dos elementos presentes na obra, proporcionando, dessa maneira, um caráter mais realista. Outra inovação técnica deste período que pode ser citada é a mudança da pintura à têmpera para a pintura a óleo. Segundo Gombrich (1999), a primeira refere-se a uma técnica de preparo de tintas na qual os artistas extraíam os pigmentos de plantas e minerais por meio de sua pulverização e adicionavam a isso um aglutinante, como, por exemplo, os provenientes do ovo, de maneira a formar uma espécie de pasta que, infelizmente, possuía secagem muito rápida. Já a segunda,

¹² Retirado de: <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/459131> Acesso em 15/03/2022.

possivelmente desenvolvida por Van Eyck (1390?-1441), faz a substituição do material do ovo pelo óleo, de maneira a permitir com que a pintura pudesse ser trabalhada de forma mais lenta e exata, uma vez que prolongava o tempo de secagem da tinta.

Além disso, outra marca do Renascimento foi a possibilidade de cada artista criar o seu estilo próprio. No período discutido anteriormente, grande parte das obras não apresentava identificação devido às regras que os artistas deveriam seguir, estipuladas pelas posições mais altas da hierarquia social. Já na Renascença, por meio de um movimento fundamentado na liberdade e no individualismo, e também pela influência das escolas de pintura, que possuíam características próprias e mestres com estilos únicos que as comandavam, a noção de artista enquanto um criador autônomo, com direito de expressar seus ideais em suas próprias obras, passa a valer na sociedade (Gombrich, 1999; Proença, 2007).

Um fato que pode ser destacado nos países do norte da Europa (setentrionais) é que lá, o Renascimento não se desenvolveu em consonância com a Itália. Houve um momento que, enquanto os artistas italianos já eram considerados artistas modernos, aqueles pertencentes a estes outros países ainda eram considerados medievais.

Porém, uma invenção técnica que teve grande impacto no desenvolvimento da arte e em outros âmbitos foi a imprensa. A técnica de impressão foi inventada na China durante a Dinastia Tang, por volta do século VII. No entanto, a forma mais conhecida de impressão, com tipos móveis de metal, foi desenvolvida na Europa por Johannes Gutenberg na década de 1440, na Alemanha. Gutenberg é amplamente reconhecido por ter criado o primeiro sistema de impressão com tipos móveis metálicos, que revolucionou a produção de livros e outros materiais impressos. As artes de xilogravura e calcogravura logo se espalharam por toda a Europa e se tornaram um excelente instrumento para promover o compartilhamento de ideias entre os artistas. O desenvolvimento da impressão foi fundamental para a Reforma que se sucederia no futuro e também para a disseminação da arte renascentista italiana pelo resto da Europa (Gombrich, 1999).

Além disso, a técnica de impressão foi muito importante para o compartilhamento rápido de ideais voltados para o aprimoramento cultural da mulher (da corte) na sociedade. O livro “O cortesão”, por exemplo, que foi rapidamente espalhado devido à técnica de impressão, defendia que atributos como habilidade em pintura, escrever poesia ou tocar instrumentos, atividades necessárias para homens

da corte, também deveriam ser necessários para as mulheres. Esse livro foi muito influente entre as famílias nobres e permitiu que várias mulheres, como Sofonisba Anguissola, pudessem acessar esse tipo de educação (Cremasco, 2019).

De acordo com a autora supracitada, Sofonisba Anguissola e Lavinia Fontana são exemplos de mulheres que tiveram seus nomes e trabalhos pouco divulgados, mas que desenvolveram atividades artísticas enquanto profissionais no período do renascimento. Lavinia Fontana, inclusive, “[...] foi a primeira mulher profissional a trabalhar na mesma esfera masculina fora de uma corte [...]” (Cremasco, 2019, p. 367). Ambas foram fundamentais para que outras artistas mulheres pudessem desenvolver seus trabalhos e fossem reconhecidas posteriormente.

Ainda, a técnica de impressão mecânica foi fundamental para a difusão da ciência moderna, que, visando construir uma nova forma de encarar o mundo, apontava para a necessidade de que esses novos ideais fossem propagados, superando a tradição na Idade Média de limitar o acesso ao conhecimento científico para apenas uma parcela da sociedade. Sendo assim, com esses novos saberes, que abrangiam tanto descrições técnicas quanto postulações teóricas de grandes pensadores, sendo divulgados para partes da população que não estavam sob domínio da Igreja, uma relação entre os acadêmicos (teóricos) e os engenheiros (práticos) passa a se fortalecer, influenciando o surgimento de novas instituições universitárias com este mesmo caráter híbrido a partir do século XVII (Braga; Guerra; Reis, 2008a).

Conforme os conhecimentos técnicos como, por exemplo, os da anatomia, foram sendo construídos e aprimorados ao longo do tempo, a maneira de pintar retratos, paisagens e temas religiosos também foi sendo aperfeiçoada, de forma que tais obras fossem cada vez mais valorizadas na sociedade. Tal contexto levou ao início do período que ficou conhecido como Alta Renascença (cerca de 1500-1520), do qual podemos destacar grandes artistas como Leonardo da Vinci (1452-1519), Michelangelo (1475-1564) e Rafael (1483-1520). Nesta época, a atenção e importância dadas ao ser humano cresceram em virtude das pesquisas científicas que vinham sendo desenvolvidas, enquanto a Igreja foi perdendo seu controle conforme a Reforma Protestante avançava (Strickland, 2002).

Neste período do século XVI, os artistas passaram a ser cada vez mais prestigiados na sociedade, tendo seu status elevado. Dessa forma, os mesmos se tornam mais empoderados, passando a escolher as obras que tinham interesse em

realizar e a quem destiná-las, diferentemente de como era anteriormente, quando os nobres é que determinavam tais escolhas. Sendo assim, o artista se tornou, de fato, alguém livre (Gombrich, 1999).

Leonardo da Vinci (1452-1519) pode ser considerado um dos principais artistas desse período, sendo um dos exemplos mais evidentes de como tornar possível a aproximação entre arte e ciência, uma vez que o mesmo o fazia de maneira muito natural. Para ele, a natureza despertava sua curiosidade e o desafiava tanto no sentido artístico quanto no científico. Segundo Gombrich (1999, p. 294, tradução livre¹³), Leonardo

[...] explorou os segredos do corpo humano, dissecando mais de trinta cadáveres [...]. Foi um dos primeiros a aprofundar os mistérios do crescimento da criança no ventre materno; investigou as leis das ondas e correntes; passou anos observando e analisando o voo de insetos e pássaros, o que iria ajudá-lo a inventar uma máquina voadora que um dia, ele estava certo disso, se tornaria uma realidade. As formas de pedras e nuvens, o efeito da atmosfera sobre a cor de objetos distantes, as leis que governam o crescimento de árvores e plantas, a harmonia de sons, tudo isso era objeto de sua incessante pesquisa e seria a base de sua arte.

Como é possível perceber por esta citação, Leonardo era um observador da natureza e que exerceu um importante papel tanto na ciência quanto na arte. Poucos de seus escritos ficaram conhecidos. Um dos motivos é que o mesmo optou por não divulgar grande parte deles, e os poucos encontrados eram escritos da direita para a esquerda e de forma especular, isto é, escrita invertida (Polidoro, 2019), possivelmente para esconder algumas de suas ideias que poderiam ser consideradas heréticas. Gombrich (1999) cita o exemplo de uma de suas anotações em que dizia que o Sol não se movia, demonstrando que da Vinci já teria pensado em teorias como a de Copérnico.

Outro motivo que poderia ter levado Leonardo a não publicar seus estudos é a possibilidade de o mesmo não os ter realizado com intuito de ser reconhecido como um grande cientista, mas sim para saciar suas dúvidas internas, a fim de conhecer cada vez mais o mundo visível, o que seria útil para o seu trabalho na arte. Sendo

¹³ “Exploró los secretos del cuerpo humano haciendo la disección de más de treinta cadáveres (ilustración 190). Fue uno de los primeros en sondear los misterios del desarrollo del niño en el seno materno; investigó las leyes del oleaje y de las corrientes marinas; pasó años observando y analizando el vuelo de los insectos y de los pájaros, lo que le ayudó a concebir una máquina voladora que estaba seguro de que un día se convertiría en realidad. Las formas de las peñas y de las nubes, las modificaciones producidas por la atmósfera sobre el color de los objetos distantes, las leyes que gobiernan el crecimiento de los árboles y de las plantas, la armonía de los sonidos, todo eso era objeto de sus incesantes investigaciones, las cuales habrían de constituir los cimientos de su arte.”

assim, para ele, ao realizar uma arte fundamentada na ciência, a mesma poderia se tornar mais nobre.

Michelangelo (1475-1564), que foi, além de pintor, também um excelente escultor, arquiteto, poeta e engenheiro, tornou-se um dos principais artistas a contribuir para o aumento da valorização do trabalho artístico na sociedade. Baseando-se na ideia de que Deus era a fonte da criatividade humana, para ele, a escultura era o que mais se aproximava dos desígnios divinos, uma vez que a vida, segundo as crenças da época, teria sido formulada por Ele a partir do barro. Neste sentido, cabia ao artista tornar livre a imagem aprisionada no interior do mármore. Uma de suas esculturas mais famosas foi a “Pietà” (1498-1499), localizada na Basílica de São Pedro, em Roma. Outro trabalho de grande destaque deste artista foram as pinturas realizadas no teto da Capela Sistina, onde podemos encontrar a obra “A Criação de Adão” (1508-1512) (Figura 17) (Strickland, 2002).

Figura 17 - Obras de Michelangelo no Teto da Capela Sistina.



(A) Teto da Capela Sistina



(B) BUONARROTI, Michelangelo. *A Criação de Adão*. 1512. Afresco, 280 x 570 cm. Capela Sistina, Vaticano.

Fonte: The Collector¹⁴.

De acordo com o autor supracitado, Rafael (1483-1520) pode ser considerado na Alta Renascença como o artista mais popular dentre os demais e aquele que desenvolveu os ideais clássicos de beleza da melhor forma. A partir da influência de elementos da arte de Leonardo, como a composição piramidal e o uso do claro-escuro, e também das obras de Michelangelo, como a ideia de movimento das figuras, a representação do corpo inteiro e a pose contrapposto¹⁵, Rafael foi quem reuniu mais características deste período em suas obras.

Um de seus trabalhos mais expressivos é a pintura “Escola de Atenas” (1510-1511) (representada anteriormente na Figura 9), na qual retratou Platão (inspirado na imagem de da Vinci), Aristóteles e outros pensadores do período medieval, como o matemático Heráclito (cujas aparências foram baseadas em Michelangelo), além de si mesmo (olhando para fora na obra) (Farthing, 2011). Em outras palavras, pode-se dizer que, enquanto Leonardo da Vinci visava integrar o conhecimento científico à beleza artística, Michelangelo foi considerado um gênio que buscava demonstrar a dignidade humana, e Rafael tentava representar da melhor forma possível o equilíbrio e a simetria.

De maneira geral, os artistas e também engenheiros do Renascimento contribuíram muito no processo de construção do conhecimento acerca da óptica e do movimento no campo da mecânica prática. Galileu Galilei (1564-1642), que foi um dos principais intelectuais da ciência moderna, apontava para a relevância das invenções desenvolvidas neste período da Renascença e, neste contexto no qual o trabalho técnico ganhava protagonismo e o conhecimento vindo da experiência era mais valorizado, o mesmo discutia a importância deste ideal pautado na experimentação para o pensamento filosófico.

Galileu, contribuindo para a superação das ideias aristotélicas deste período - movimento este que estava sendo explorado entre intelectuais como Copérnico, Descartes, Francis Bacon e outros - foi responsável por diversas observações astronômicas e experiências que auxiliaram na formulação de novas visões a respeito

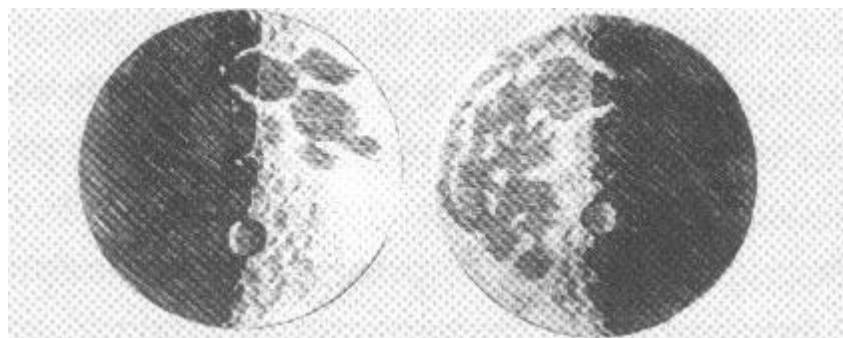
¹⁴ Retirado de: <https://www.thecollector.com/sistine-chapel/> Acesso em 20/04/2022

¹⁵ A pose contrapposto se refere a representação do corpo humano no qual o peso do corpo está sendo sustentado mais por uma perna. Nesse caso uma perna fica mais flexionada do que a outra e os membros como cabeça, ombros e quadris são representados em ângulos/direções diferentes, a fim de distribuir esse peso, tornando a obra mais natural e viva.

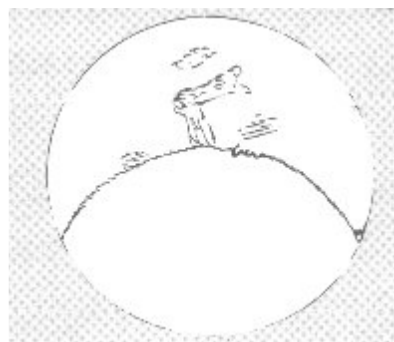
dos fenômenos naturais. Em 1609, ele construiu uma luneta com base em outros instrumentos desenvolvidos por holandeses e, a partir dela, conseguiu observar diversos fenômenos que, até então eram desconhecidos, como manchas na superfície solar, crateras e montanhas na lua, a presença de luas na órbita de Júpiter e de anéis ao redor de Saturno, além de um maior afastamento das estrelas. Tais constatações ameaçaram ainda mais a permanência dos ideais astronômicos de Aristóteles e Ptolomeu, pois caminhavam em linha contrária à noção de mundo celeste perfeito (Braga; Guerra; Reis, 2008a).

No que se refere às crateras e montanhas lunares observadas por Galileu, um fato interessante apresentado por Braga, Guerra e Reis (2008a) é que, neste mesmo período, o astrônomo Thomas Harriot (1560-1621) também tinha construído uma luneta parecida com a dele, e também observou a lua. Entretanto, a visão que cada um teve foi bastante diferente (Figura 18).

Figura 18 - Representações da Lua feitas por Galileu e por Harriot.



(A) Luas de Galileu.



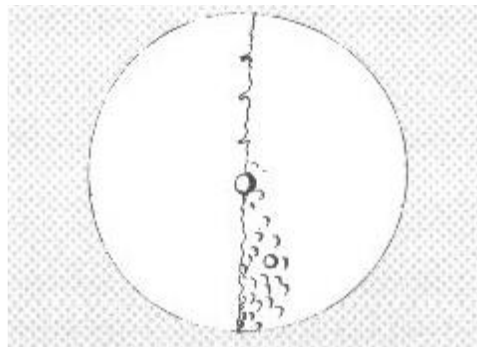
(B) Lua de Harriot.

Fonte: Braga, Guerra e Reis (2008a).

Enquanto Galileu, que havia estudado desenho na Itália e teve contato com pintores renascentistas em sua formação, sabendo, portanto, fazer uso das técnicas de perspectiva e do claro-escuro, conseguiu perceber que aquilo que estava

observando eram, de fato, sombras provenientes de crateras e montanhas, e também representar as imperfeições da superfície da lua, Harriot, que não possuía essa mesma formação, não foi capaz de interpretá-la da mesma forma. Sua primeira representação indica que, para ele, as crateras eram manchas sem maiores significados. Porém, após ter contato com os estudos e desenhos de Galileu, ambos passaram a visualizar a mesma lua, de forma que Harriot apresentou uma nova representação da mesma que, como é possível conferir na Figura 19, se aproximou mais da realidade. Ou seja, isso demonstra que a formação artística de Galileu não só contribuiu para a qualidade das representações de seus estudos, como também para a forma como ele enxergava e interpretava a natureza.

Figura 19 - Nova representação da Lua feita por Harriot.



Fonte: Braga, Guerra e Reis (2008a).

De acordo com Braga, Guerra e Reis (2008a), a ciência moderna teve berço nesta fusão entre filosofia e técnica, estabelecendo novos olhares para as transformações da natureza.

No século XVI, após a morte de Rafael, há um momento em que as pessoas dessa época começam a considerar que a arte havia atingido seu auge de perfeição e que não era mais possível inovar neste cenário, uma vez que todos os desafios relacionados a como representar a realidade já tinham sido superados. Começa a haver, então, um movimento entre os jovens de tentar copiar os grandes mestres, mas sempre havia um sentimento de que estava faltando alguma coisa, pois os mesmos teriam conseguido imitar a técnica, mas não o espírito das obras.

Dessa forma, na busca pela originalidade, tais artistas começaram a inverter alguns elementos marcantes da Alta Renascença, ou seja, passaram a adotar a dissonância, a emoção e a imaginação ao invés da harmonia, da razão e da realidade. Buscando a desordem ao invés do equilíbrio, o realismo baseado na natureza foi

substituído por um ideal de beleza exacerbado. Este período ficou conhecido como Maneirismo (Gombrich, 1999; Strickland, 2002).

O contexto desta época favorecia esse ideal de desordem, uma vez que Roma tinha sido tomada pela Alemanha e Espanha, e a Reforma tinha enfraquecido a autoridade da Igreja. Com isso, enquanto na Alta Renascença o ponto de fuga focava no centro das obras, no Maneirismo as pinturas se tornam oblíquas, indicando que o centro (a fé unificadora), agora vazio, era insuficiente (Strickland, 2002).

Nos países como Alemanha, Holanda e Inglaterra, a Reforma também influenciou no tipo de arte desenvolvida. Enquanto na Itália, por exemplo, a Alta Renascença enfrentava uma crise de inovação, nestes outros países a preocupação era em dar continuidade à pintura ou não, pois estas podiam fazer parte de uma idolatria papista, algo que os protestantes criticavam (Gombrich, 1999).

O século XVII marcou profundas transformações no contexto europeu nos diversos âmbitos da sociedade, como o científico, o político, o religioso e o artístico. De maneira resumida, neste período, os estudos de Newton¹⁶ e Galileu¹⁷ (e outros como Copérnico, Kepler e Giordano Bruno) modificariam toda a história da ciência e a forma pelo qual se deve abordar a natureza (o “como” toma o espaço do “porque”), enquanto Descartes reformularia a noção do espaço ocupado pelo ser humano no mundo. No cenário político, houve o fortalecimento de diversos líderes e governantes autocráticos que buscavam ostentar suas riquezas. Ao que se refere à religião, o principal destaque é para a Reforma Protestante, que passou a questionar o poder da Igreja. Dessa forma, com a Igreja dividida, a porção Católica, a fim de tentar retomar sua supremacia, inicia o desenvolvimento de estratégias de contrarreforma como, por exemplo, o uso da arte como vetor de propagação de seus ideais, de maneira a instigar ainda mais a renovação da fé. É neste contexto que o estilo Barroco emerge (Benedicto, 2018; Farthing, 2011).

No campo da filosofia natural, nos séculos XVI e XVII as desconfianças acerca do conhecimento tradicional ficavam cada vez mais fortes. Aquilo que era produzido culturalmente passou a sofrer mudanças a partir do surgimento da perspectiva e da exploração de novos conhecimentos sobre plantas, animais e anatomia humana, e os

¹⁶ Obra como *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, ou *Principia*. Obra de três volumes escrita por Isaac Newton, publicada em 1687.

¹⁷ Obras como *Diálogo sobre os Dois Principais Sistemas Mundiais*, publicado em 1632; e *Sidereus Nuncius*, ou *O mensageiro das estrelas*, publicado em 1610.

filósofos naturais começam a introduzir tais inovações em seus estudos, a exemplo de Francis Bacon (1561-1626)¹⁸. Ele partia do princípio de que era necessário superar não só autoridades passadas, mas também o método de construção do conhecimento até então utilizados para que fosse possível avançar na compreensão acerca da natureza.

Os trabalhos de Bacon e Descartes fundam o que chamamos de epistemologia da ciência. A questão colocada na época era a seguinte: os trabalhos de Galileu e outros mostram que nossa visão de mundo, que já durava dois mil anos, estava equivocada. Como podemos conhecer o mundo sem cometer novamente esse engano? É preciso buscar um método de investigação que seja seguro e nos conduza à resposta correta do que é o mundo. Surge ali a questão do método.

Neste sentido, Bacon apresentou um método de investigação com base na experiência, experiência esta que não se relacionava com observações e análises empíricas aleatórias, mas sim aquelas realizadas por meio de um método sistemático que a nortearia a fim de gerar um novo conhecimento. Em outras palavras, este método serviria como um tribunal, no qual o filósofo seria o promotor que faria questionamentos à natureza, que ocuparia a posição de réu. Sendo assim, o investigador, tendo como base os fatos concretos obtidos por meio da experiência, seguiria na direção de generalizações mais globais, no intuito de formular leis e estudos sobre a razão dos fenômenos ali investigados. Ainda, para Bacon, a Ciência era construída de maneira coletiva, sendo necessário registrar todas as etapas dos estudos para que outros investigadores pudessem acessar tais informações, contribuindo para o avanço dos mesmos (Braga; Guerra; Reis, 2008a).

Outro pensador que buscou o desenvolvimento de um método para melhor compreender a natureza distanciando-se dos antigos conhecimentos acerca da mesma foi René Descartes (1596-1650), que se baseava em um ideal utilitarista de ciência. Diferentemente de Bacon, que tinha a experimentação como o principal elemento de seu método, Descartes buscou, no pensamento racional abstrato e lógico da matemática, apoio para a construção de um conhecimento sobre a natureza que mais se aproximasse da verdade devido à objetividade presente nas respostas que a mesma oferecia. Sendo assim, para ele, o método a ser seguido deveria iniciar com

¹⁸ Alguns desses pensamentos podem ser lidos no livro *Novum Organum* de Francis Bacon, publicado originalmente em 1620.

pequenas intuições e, por meio de deduções, ir alcançando a compreensão do nível mais simples ao mais complexo. Para Descartes, as mudanças que ocorrem no mundo podem ser entendidas por meio do estudo das pequenas partes que compõem o todo, reforçando ainda mais a ideia de Universo-Máquina¹⁹ (Braga; Guerra; Reis, 2008a).

Esta concepção de Universo-Máquina influenciou todos os contextos sociais e transformou a maneira de compreender o mundo. Na astronomia, uma nova face desse campo do saber começa a surgir já no século XVI, se estendendo até meados dos séculos XVII e XVIII: a ideia de que a Terra estaria em movimento e o Sol estaria em repouso. Até o início deste período, prevalecia o sistema geocêntrico de Ptolomeu, embasado pela física Aristotélica. Nicolau Copérnico (1473-1543) foi o principal propulsor da nova astronomia, tendo suas obras muito repercutidas neste contexto no qual os antigos saberes estavam sendo amplamente questionados. Em seu sistema, o movimento dos astros dependia da distância dos planetas com relação ao Sol, que ocupava, agora, a posição central no universo (heliocentrismo) que antes era da Terra. Além disso, nosso planeta passa a ser o centro de sua própria gravidade, exigindo uma profunda revisão da física desenvolvida por Aristóteles (Braga; Guerra; Reis, 2008a).

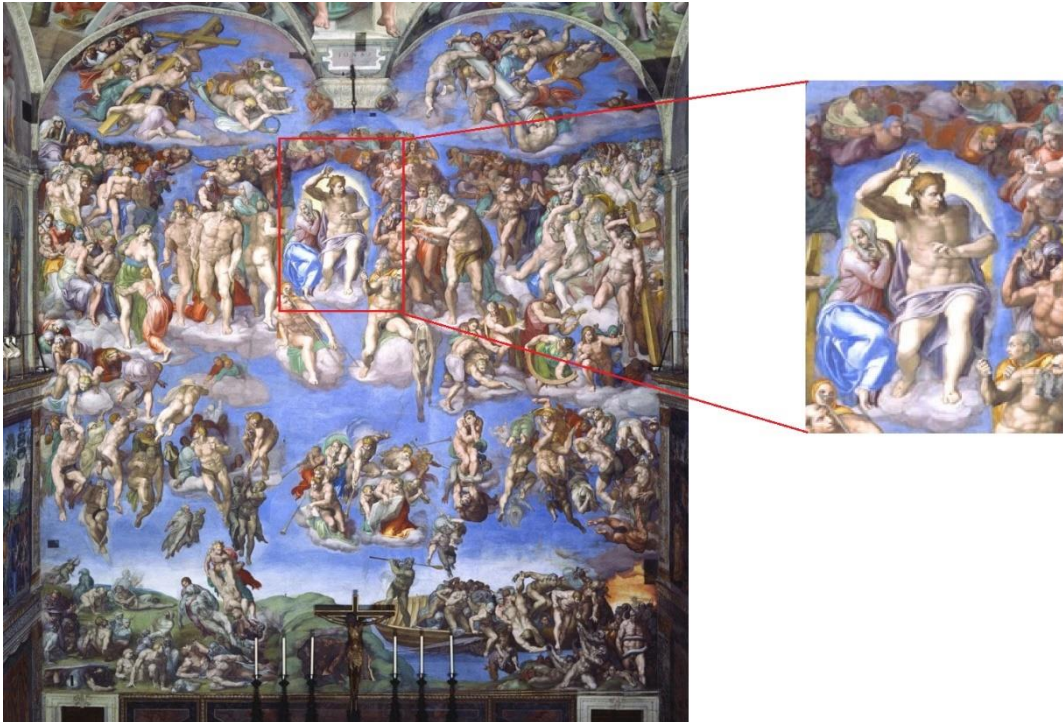
Vale ressaltar, também, o nome de outro importante filósofo e poeta do século XVI, Giordano Bruno (1548-1600), que também teve grande influência na construção e disseminação dessas discussões astronômicas. Ele foi um apoiador da teoria de Copérnico e defendia o pluralismo cósmico, isto é, de que o universo era infinito, que havia outras estrelas e sóis distantes, também cercado por outros planetas e outras Terras (Silveira, 2018).

As novas ideias de Copérnico movimentaram diversos debates na época e foram aceitas por parte de representantes da Igreja no século XVI. Um exemplo disso foram os papas Clemente VII e Paulo III, que incentivaram os estudos copernicanos e permitiram a adoção destes ideais nas representações da Igreja, como por exemplo nas pinturas encomendadas para a Capela Sistina, feitas por Michelangelo, nas quais é possível observar que Jesus está sendo associado ao Sol por meio de cores douradas e amarelas ao seu redor, além de estar no centro da figura, com os demais

¹⁹ Thomas Hobbes (1588-1679), em seu livro *Leviatã*, publicado em 1651, fundamentado em uma filosofia mecanicista e materialista, compara o homem a uma máquina/relógio.

elementos orbitando seu entorno (Figura 20). Os ideais de Copérnico só foram proibidos a partir de 1616 (durante o julgamento de Galileu), e os primeiros opositores foram protestantes como Calvino e Lutero.

Figura 20 - Pintura influenciada pelos debates sobre o heliocentrismo.



BUONARROTI, Michelangelo. *Juízo Final*. 1541. Afresco, 1370 x 1220 cm. Capela Sistina, Vaticano.

Fonte: Adaptado de imagem obtida no site Vatican Museums²⁰.

No século XVII, uma personalidade de grande importância para o desenvolvimento da Ciência e que contribuiu muito para os conhecimentos físicos e astronômicos foi Isaac Newton (1642-1727), que complementou os estudos por ele herdados do século anterior. Ele foi responsável pela formulação de leis que detalhavam o movimento tanto dos corpos celestes e terrestres, quanto suas causas, o que passou a ser adotado na astronomia por ser considerado capaz de explicar diversos fenômenos. Por meio delas, Newton elaborou um conjunto de estudos tão abrangentes quanto os de Aristóteles em sua época, e seus apontamentos sobre os movimentos dos corpos uniram duas dimensões: Terra e céu, uma vez que o mesmo princípio era válido para a explicação de ambos. Sendo assim, “[...] as leis de Newton constituíram a dinâmica que faltava à nova astronomia de Copérnico e Kepler e à

²⁰ Retirado de: <https://www.museivaticani.va/content/museivaticani/en/collezioni/musei/cappella-sistina/giudizio-universale.html> Acesso em 20/03/2022

cinemática terrestre de Galileu [...]” (Braga; Guerra; Reis, 2008a, p. 103). Newton, por meio de seus trabalhos, homogeneiza o universo, isto é, as leis do movimento que valem na Terra, também valem nos céus. É a jogada final para derrubar a ideia de um mundo hierarquizado, no qual o perfeito está nos céus (éter) e o imperfeito na Terra (quatro elementos).

Ainda, outro ponto interessante a ser considerado é que Newton, assim como Giordano Bruno, Kepler e Copérnico, não se limitou apenas a estudos da filosofia natural ou de temáticas hoje consideradas científicas. O mesmo também se aventurou em estudos de base teológica e mística. Ao discorrer sobre Giordano Bruno em uma matéria da BBC, por exemplo, o antropólogo e medievalista português, naturalizado brasileiro, João Eduardo Pinto Basto Lupi, afirma que

“Hoje achamos que cientista é alguém agarrado a instrumentos de observação e análise, com tabelas de matemática do lado. [...] Mas no tempo de Bruno não era assim. Muitos inclusive, como Newton, por exemplo, não deixavam de ser astrólogos, nem de considerar ideias de ciências ocultas. [...] É o que os americanos hoje em dia chamam de ideias seminais, capazes de fertilizar a inteligência [...]. Mas muitas pessoas continuam agarradas a concepções científicas demasiado racionalistas e positivistas, que não têm mais futuro. E nisso o Giordano Bruno foi um grande orientador da ciência, um cientista visionário. Parecia medieval mas era mais contemporâneo do que muitos hoje em dia” (Silveira, 2018, sem página).

Isso demonstra que, na transição entre os séculos XVI-XVII e XVII-XVIII, não era evidente a cisão entre conhecimento científico e mágico, diversas menções ao papel de Deus na natureza são identificadas nos estudos desses intelectuais. Porém, com o tempo, foram sendo mantidos em suas obras apenas os elementos de caráter mais científico.

Como dito anteriormente, influenciada pelo movimento de contrarreforma da Igreja e dentro deste contexto de transformações, a arte presencia o surgimento de um novo estilo: o Barroco. Este estilo teve origem na Itália e não demorou para se expandir para outras partes da Europa e da América (por meio dos colonizadores europeus). Porém, devido aos diferentes contextos, como já explicitado anteriormente, esse estilo se desenvolveu de maneira distinta nos diferentes países. Por exemplo, as obras barrocas produzidas na Itália davam mais ênfase a temáticas sacras, o que as tornavam bem diferentes daquelas produzidas na Holanda Protestante, onde o foco era em retratos, naturezas mortas e paisagens. Apesar disso, existem algumas características comuns ao estilo como um todo, como a aplicação carregada de luz e sombra, configurando um visual mais pesado e complexo, o rompimento com a harmonia entre ciência e arte, razão e emoção, sendo esta última mais predominante

do que a primeira, que era tão valorizada na Renascença (Benedicto, 2018; Proença, 2007).

Entre os séculos XVII e XVIII a França encontrava-se sob um regime centralizador e autoritário, que conferia às artes um caráter mais clássico. Após a morte de Luís XIV, em 1715, a corte francesa teve maior contato com uma parte da população rica e bem sucedida, mas que não possuía o status social aristocrata. Porém, sua riqueza era suficiente para apoiar os artistas, o que fez com que essas pessoas pudessem ser aceitas entre os membros da aristocracia.

É neste contexto francês que surge o estilo Rococó, que adotava um caráter mais decorativo e leve. O mesmo pode ser considerado uma progressão e uma reação ao Barroco e, embora fossem patrocinados pelo mesmo núcleo social e abordassem temas semelhantes, o Rococó era mais sofisticado, não tão extravagante, buscava expressar sentimentos agradáveis e fazia uso de temas teatrais. De uma maneira geral, os nobres da época buscavam por meio do Rococó uma arte prazerosa que os fizessem esquecer seus problemas, algo que, ao fim do século XVIII, acabou recebendo críticas de alguns intelectuais da época, os quais defendiam que a arte deveria ser mais racional e moral. Esse estilo permaneceu popular até a década de 1770 e, ao longo do tempo, foi cedendo sua notoriedade para o neoclassicismo (Benedicto, 2018; Farthing, 2011; Proença, 2007).

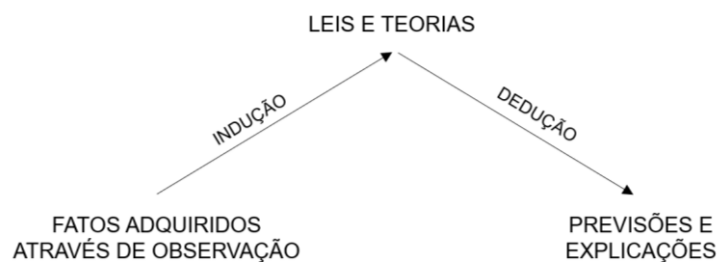
Essa crítica que o Rococó recebeu no século XVIII se dá pelo fato de este período ser conhecido como o século da razão. Com o advento da ciência moderna, dos estudos que vinham sendo realizados e das visões de natureza que começaram a ser estabelecidas, todos os elementos que fugissem da racionalidade, ou seja, que tivessem raízes em doutrinas religiosas e ou em algum tipo de misticismo começaram a ser combatidos em diferentes âmbitos da sociedade.

De acordo com Braga, Guerra e Reis (2005), é neste contexto que se desenvolve o movimento iluminista, que defendia a razão como principal fonte de compreensão do mundo, da natureza e do ser humano, refutando tradições religiosas. Partindo de uma filosofia mecanicista, os iluministas reforçaram ainda mais a ideia de Universo-Máquina que já vinha sendo construída ao longo dos séculos anteriores por meio dos estudos de Newton, Descartes, entre outros. Esse ideal se adentra tanto no mundo da ciência quanto no da arte. Porém, até mesmo a concepção mecanicista sofreu alterações ao longo do século XVIII. Antes, o Universo-Máquina era encarado como um relógio, isto é, era necessário entender como as engrenagens funcionavam

dentro de todo o mecanismo para que esse todo pudesse ser compreendido. Após a Revolução Industrial o modelo a ser seguido é o da máquina térmica, ou seja, o foco era a compreensão dos fluxos e fluidos que compunham a mecânica.

No campo da filosofia, após a consolidação da ciência moderna, duas correntes filosóficas buscavam apresentar a melhor forma de se alcançar a verdade: o Racionalismo, que tinha Descartes como maior referência e defendia a ideia de que, por meio de processos dedutivos, a razão seria a única forma de obtenção de conhecimento, e o Empirismo, que se fundamentava na ideia de que todo o saber se dava por meio da experiência sensível, observada, e que o conhecimento se dá por meio de processos indutivistas (Figura 21).

Figura 21 – Indução e Dedução na Ciência.



Fonte: Adaptado de Chalmers (1993, p. 28).

John Locke (1632-1704) era um empirista que defendia o processo da indução, ou seja, a partir de acontecimentos específicos assimilados por meio dos sentidos seria possível tecer leis mais gerais. Porém, em 1748 isso passa a ser questionado por David Hume (1711-1776), que encarava tais generalizações como resultantes da razão e, portanto, não confiáveis. Nesse sentido, para ele, só o saber imediato fruto da experiência poderia ser verdadeiro. Tais ideais influenciaram aquele que pode ser considerado um dos principais iluministas da época, Immanuel Kant (1724-1804) (Kant, 1980). Este filósofo buscou um equilíbrio entre essas duas correntes filosóficas, considerando o fato de que o conhecimento se dá por meio da experiência sensível, mas também que o processo investigativo dos dados obtidos por meio de tal experiência é influenciado pela razão a priori.

Para Kant existia a realidade que se dá em si (númeno), a qual nunca chegaremos de fato a conhecer, e a realidade que se dá para nós (fenômeno), isto é, a parcela da realidade filtrada pela visão do ser humano e que nos é revelada. Algo como a representação da natureza feita em uma tela pelo artista, que não é a

realidade de fato ou uma cópia, por mais perfeita que possa aparentar, mas sim a interpretação que o mesmo teve daquilo que estava observando. Nesse sentido, as obras de Kant foram de suma importância para a nova Ciência com bases newtonianas que vinha se estabelecendo.

Os novos olhares para a razão foram fundamentais para o surgimento da Revolução Industrial inglesa, que intensificou o desenvolvimento técnico, e, conseqüentemente, evidenciou as potencialidades da união entre teoria e prática. Ainda, além das reformas políticas promovidas pelo Iluminismo, as novas ideias geradas por esse movimento passaram a chamar cada vez mais a atenção e a ser incentivadas pela burguesia e pela nobreza, que se tornaram um dos principais financiadores das investigações destes intelectuais. A partir disso, há uma elevação do status e da importância da Ciência na sociedade (Braga; Guerra; Reis, 2005).

O ideal iluminista elevou a Matemática à condição de linguagem fundamental da Ciência. Na Academia de Ciências de Paris, centro de desenvolvimento de estudos na França, a mesma era utilizada como instrumento para determinar o que era considerado uma pesquisa científica de qualidade ou não. A valorização da Matemática tinha o intuito de afastar a Ciência ao máximo de elementos metafísicos.

Nesse período, alguns cientistas buscavam construir uma base teórica para a Química, a fim de superar os fundamentos metafísicos e místicos oriundos da Alquimia e torná-la reconhecida enquanto uma Ciência geral. Essa busca teve início nos trabalhos de Robert Boyle (1627-1691), ainda no século XVII. Entretanto, Antoine Lavoisier (1743-1794) foi um destes cientistas que contribuiu para isso nesse período, introduzindo, sempre que possível, medidas quantitativas e precisas na realização de suas pesquisas experimentais.

Na maior parte de seus estudos, Lavoisier buscava investigar os elementos e as substâncias a fim de tornar a Química uma ciência mais objetiva, contribuindo, também, junto a outros cientistas, como Claude Bertholet e Antoine Fourcroy, por exemplo, para a reforma das nomenclaturas dos elementos químicos, seguindo uma lógica de acordo com o tipo de substância, reformulando, assim, os nomes alquímicos. Dessa forma, Lavoisier, tendo por base algumas ideias que já vinham sendo criadas

por outros cientistas tanto dessa época quanto das anteriores, foi, aos poucos, consolidando o que hoje é considerada Química Moderna²¹.

Uma mulher muito importante para esse contexto é Marie Anne Pierrette Paulze (1758-1836), uma cientista e ilustradora, esposa de Antoine Lavoisier, que foi fundamental no conjunto de estudos de seu marido e, conseqüentemente, para a Química Moderna. Ela foi assistente de Lavoisier, anotava as observações, traduzia textos, desenhava diagramas e talhava os instrumentos do laboratório. Ao traduzir estudos como o da “Teoria do Flogisto”, de Richard Kirwan, ela também acrescentava seus comentários sobre erros e outras observações ali encontradas, o que ajudava nos estudos de Lavoisier. Ela foi responsável por todas as pinturas, aquarelas e gravuras presentes na famosa obra “Tratado Elementar da Química”, onde 23 elementos eram detalhados. Além disso, após a morte de seu marido durante a Revolução Francesa, onde o mesmo foi acusado de traição, Marie-Anne foi responsável por organizar, concluir e publicar os demais trabalhos que ambos fizeram juntos na obra “Memórias da Química”. Apesar de não ter sido muito reconhecida, ela foi um importante exemplo de cientista artista desse período (Hoffmann, 2002; Marie-Anne, 2013).

Entretanto, como todas as correntes, sejam elas filosóficas, científicas ou artísticas, o ideal iluminista também não foi aceito com unanimidade pela população europeia. Nesse sentido, já na segunda metade deste século (XVIII) começaram a crescer as discordâncias e as controvérsias em relação a este movimento. Na arte, podemos citar o Romantismo, que se inicia neste período, mas que atinge seu auge no início século seguinte; na filosofia, a linha da Naturphilosophie; e na literatura, a obra “Doutor Frankenstein”, de Mary Shelley. Todos esses movimentos criticavam, de certa maneira, essa forma mecanicista de encarar o mundo, esta obra literária, por exemplo, apontava justamente para os perigos de encarar o ser humano como uma máquina (Braga; Guerra; Reis, 2005).

Outro exemplo é o quadro “Um experimento com um pássaro na bomba de ar” (1768), de Joseph Wright de Derby, no qual é possível ver um experimento sendo

²¹ Obras importantes de Lavoisier que foram fundamentais para o processo de construção da Química Moderna: Lavoisier, A. L. **Elements of Chemistry**: In a New Systematic Order, Containing All the Modern discoveries. Dover Publications, New York, 1965.

Lavoisier, A. L. **Elements of Chemistry in a New Systematic Order containing All the Modern Discoveries**. (Paris, 1789).

realizado em um local escuro com diversas pessoas ao redor. Há uma luz no centro da imagem que permite a observação das diferentes expressões nos rostos das pessoas, fazendo uma referência ao Iluminismo e mostrando que a ciência pode gerar curiosidade, mas também terror (Figura 22). Segundo Gorri e Santin Filho (2009), a obra faz dezenas de alegorias sobre a Ciência e o Iluminismo. Derby era amigo de um grupo de estudiosos ingleses de Birmingham que fundaram a mais importante das “Sociedades Lunares” da época, grupos de estudiosos que se reunia nas segundas-feiras de lua cheia (para que a iluminação natural os permitisse voltar pra casa com mais segurança). Nessas reuniões, tudo se discutia, inclusive ciências e demonstrações científicas. Ainda, a obra destaca a importância da ciência e da experimentação na época, mostrando como os avanços científicos estavam sendo explorados e demonstrados publicamente. Além disso, a pintura também reflete a curiosidade e o desejo de compreender a natureza e os fenômenos naturais através da observação e da experimentação.

Figura 22 - Obra "Um experimento com um pássaro na bomba de ar", de Joseph Wright Derby.



DERBY, Joseph Wright. *Um experimento com um pássaro na bomba de ar*. 1768. Óleo sobre tela, 183 x 244 cm. Galeria Nacional, Londres.

Fonte: Site História das Artes²².

Na França, a partir da queda da Bastilha, que deu início à Revolução Francesa, se intensificaram os questionamentos em relação às antigas estruturas científicas do

²² Retirado de: <https://www.historiadasartes.com/sala-dos-professores/experiencia-com-um-passaro-em-uma-bomba-de-ar-joseph-wright/> Acesso em 20/03/2022

país, levando ao fechamento da Academia de Ciências de Paris, até então o polo das pesquisas francesas. É nesse período que Lavoisier é acusado de traição e acaba sendo guilhotinado²³.

Essa revolução colocou fim no absolutismo e instaurou o modelo republicano de governo. Foi um período bastante conturbado, mas teve apoio e contribuição de vários filósofos naturais, matemáticos e físicos, o que permitiu, após seu fim, uma democratização da produção de conhecimento e a criação de várias instituições de pesquisa. Assim como na Inglaterra, após a Revolução Francesa, a Ciência passa a ser encarada como uma forte e necessária aliada do poder e da supremacia nacional. Todo esse período revolucionário na França compreende, também, o início da Idade Contemporânea.

1.5 Idade Contemporânea (fins do século XVIII-atualidade)

A Idade Contemporânea teve seu início a partir da Revolução Francesa, no final do século XVIII, e compreende até os dias atuais. O século XIX foi marcado pela consolidação de diversas áreas do conhecimento, por avanços nos estudos científicos e pela emergência de diversos movimentos artísticos, além de novas maneiras de encarar o mundo.

A industrialização também provocou profundas mudanças no contexto social europeu, reorganizando as dinâmicas de trabalho e fortalecendo a relação entre Ciência e técnica, acelerando suas aplicações dentro da indústria. Um exemplo refere-se à teoria da indução eletromagnética de Michael Faraday (1791-1867) (Dias; Martins, 2004), que levou apenas um ano para ser incorporada na produção de motores elétricos. A união dessas duas esferas resultou no que hoje chamamos de tecnologia.

O desenvolvimento científico neste período esteve intimamente relacionado com os avanços industriais de cada país, ou seja, aqueles cujo processo de industrialização foi mais rápido e intenso se tornaram, também, os pólos das pesquisas científicas. Nesse sentido, os cientistas delineavam cada vez mais seus estudos de acordo com interesses técnicos, como foi o caso de Louis Pasteur (1822-1895) (Geison, 2002), que, com base em problemas relacionados ao processo de fermentação nas indústrias, demanda dos produtores de vinho da França, realizou

²³ Mais informações em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-50861019>. Acesso em 03/05/2024

uma série de experimentos e se adentrou nas discussões sobre a geração espontânea (Braga; Guerra; Reis, 2008b).

Ainda, neste período, de acordo com os autores supracitados, com a área Química se afirmando cada vez mais desde o século anterior e a Biologia se tornando uma área científica que englobava os estudos zoológicos, botânicos, fisiológicos e de história natural, a Ciência começa ficar cada vez mais abrangente e suas discussões se intensificam. A Ciência no século XIX passa a ser encarada como a fonte de todo progresso e também a solução das consequências por ela geradas, podendo este período ser considerado como sua época de ouro.

Alguns modelos da Ciência construídos ao longo dos séculos, como o Universo-Máquina com base no relógio e, posteriormente, na máquina a vapor, foram sendo substituídos conforme novos estudos eram desenvolvidos como, por exemplo, pesquisas acerca do eletromagnetismo no campo da Física, maiores estudos sobre o átomo na Química, reforçando a ideia de universo corpuscular, e a teoria do evolucionismo na Biologia. A primeira trouxe à tona novos conhecimentos que fugiam da concepção de que somente corpos em movimento constituíam a natureza. A segunda, embora se encaixasse na teoria de que todo universo e matéria são compostos por partículas, ainda provocava dúvidas, uma vez que se tratava de uma dimensão invisível ao olhar humano. A última transformou a forma de encarar o ser humano com relação aos demais seres vivos, além de suscitar diversos questionamentos sobre a origem da vida, tanto no meio científico quanto no religioso.

Nesse contexto, com a ascensão do mundo microscópico, o caráter probabilístico passa a ser mais valorizado do que o determinístico, tão importante para o pensamento mecanicista. Sendo assim, a busca pela compreensão da essência dos fenômenos perde espaço para a descrição matemática dos mesmos (Braga; Guerra; Reis, 2008b).

Na filosofia, desde o século anterior já se buscavam caminhos metodológicos para orientar o processo de construção do conhecimento científico que se afastassem de elementos metafísicos. Auguste Comte (1798-1857) foi um dos filósofos do século XIX que propôs uma corrente a ser seguida: o Positivismo. Essa linha de pensamento analisava o desenvolvimento progressivo da humanidade com base em três estados:

- Teológico: diz respeito à atribuição das explicações dadas aos fenômenos com base em divindades, no caso dos politeístas, ou em um único Deus para os monoteístas.
- Metafísico: nesse estado, a essência das respostas sobre os fenômenos passa a ser buscada em forças abstratas da natureza.
- Positivo: a compreensão da realidade só pode ser alcançada por meio dos fatos, ou seja, especulações como as dos estados anteriores deveriam ser evitadas, e a Ciência, por meio da razão, exerce o papel de elaborar leis que relacionem os diversos fenômenos.

Para Comte, a ciência positivista deveria se basear nos frutos da experiência. Esses três estados foram concebidos por ele de forma hierárquica, sendo este último, o positivo, posicionado no topo. Sendo assim, o conhecimento exerce um caráter utilitarista ao possibilitar ao ser humano agir sobre a natureza (Benedicto, 2018; Braga; Guerra; Reis, 2008b).

Comte ainda propôs dois métodos de abordar as ciências: histórico, considerando as conquistas que se deram ao longo de sua evolução; e dogmático, cujo enfoque recai nos conteúdos organizados dentro de uma lógica didática, desconsiderando os caminhos históricos. Este segundo modelo foi o mais adotado, de maneira que, até os dias atuais ainda se encontra presente no contexto escolar. De acordo com Braga, Guerra e Reis (2008b, p. 31),

[...] Mesmo hoje, um estudante de qualquer nível de ensino aprende os fundamentos das ciências naturais em livros didáticos organizados a partir de uma lógica estritamente dogmática, segundo aquela imaginada por Comte. Contrariamente aos estudantes de outras áreas, um jovem aprendiz poderá adquirir todos os fundamentos de sua ciência sem nunca ter lido uma palavra escrita pelos seus fundadores. O medo da contaminação metafísica na formação dos jovens cientistas fez com que, em sua formação, se jogasse fora toda a história do pensamento científico, em nome de uma educação mais instrumental das teorias científicas.

Entretanto, embora o desenvolvimento técnico e científico tenha se tornado extremamente intenso e tenha sido encarado como a solução dos problemas da sociedade, diversas consequências negativas foram ocasionadas por este processo, como a superpopulação das cidades, as precárias condições de trabalho às quais o proletariado era submetido, o aumento das desigualdades sociais, entre outras. Esse contexto fortaleceu alguns ideais difundidos após a Revolução Francesa que visavam

uma maior igualdade nas relações sociais e melhores condições de trabalho, impulsionando o aparecimento de diversos movimentos socialistas na Europa.

Nesse sentido, a Ciência era encarada tanto como motivo de tais problemáticas quanto o meio para solucioná-las, pois “[...] só com a compreensão científica dos mecanismos que levaram às condições de exploração se poderiam libertar homens e mulheres do jugo da opressão (Braga; Guerra; Reis, 2008b, p. 24). É neste cenário que Karl Marx (1818-1883) desenvolve seus estudos sobre o sistema comunista, que visava a superação desse tipo de sociedade capitalista.

Não só na Ciência houve a valorização da racionalidade, de seus frutos e também movimentos contrários a isso. No contexto da arte, como dito anteriormente, no final do século XVIII e início do século XIX, após a Revolução Francesa, em um contexto no qual a burguesia se fortalecia, houve um movimento de exigências na direção de uma arte com caráter mais racional e moral por parte dos intelectuais da época, como Diderot (1713-1784) (Diderot, 1979) e Voltaire (1694-1778) (Voltaire, 1984), de maneira a romper com a futilidade e a busca pelo prazer, presentes no Rococó. Neste sentido, um novo estilo que visava retornar às raízes da arte clássica começa a surgir: o Neoclassicismo.

Este movimento buscava adaptar os valores modernos à essência dos povos gregos e romanos por meio do uso de técnicas e ideais desenvolvidos dentro das Academias, como a mimesis, configurando um caráter academicista a este estilo de arte (Benedicto, 2018; Farthing, 2011; Proença, 2007).

Neste movimento, as narrativas literárias e históricas serviam como principais elementos inspiradores. Indo contra as fantasias sensuais, as festas e o prazer representados nas obras do Rococó, os neoclassicistas buscavam retratar personagens históricos, cenas da história antiga e da mitologia e também transmitir uma mensagem moral de patriotismo (Farthing, 2011; Strickland, 2002).

O neoclassicismo teve grande influência no Brasil, chegando aqui em meados de 1816 por meio da Missão Artística Francesa, que visava a criação de uma escola de artes e ofício no Rio de Janeiro. Essa delegação composta por artistas, arquitetos e artesãos tinha como propósito estabelecer um sistema oficial de artes que unificasse, normalizasse e direcionasse a produção conforme os padrões acadêmicos

franceses, fundamentados nos ideais do neoclassicismo. Isso foi fundamental para o processo de institucionalização do ensino de artes no Brasil²⁴.

Com ideias contrárias a este movimento, o Romantismo entra em ascensão no início do século XIX na tentativa de romper com os ideais clássicos defendidos pelo neoclassicismo de maneira a valorizar a imaginação, o sentimentalismo e a individualidade do artista (Figura 23).

Figura 23 - Obras representativas dos movimentos Neoclassicismo e Romantismo.



(A) Obra Neoclássica

DAVID, Jacques-Louis. *A Morte de Sócrates*. 1787. Óleo sobre tela, 129,5 x 196,2 cm. Museu Metropolitano de Arte, Nova York.



(B) Obra Romântica

DELACROIX, Eugène. *Liberdade Guiando o Povo*. 1830. Óleo sobre tela, 260 x 325 cm. Museu do Louvre, Paris.

Fonte: Imagem A retirada do site da Universidade de Lisboa²⁵, e B de domínio público.

²⁴ Informação retirada do site: <https://arteref.com/opiniao/instituto-tomie-ohtake/a-participacao-das-mulheres-na-historia-da-arte/> Acesso em 22/04/2024

²⁵ Retirado de: http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/hfe/protagoras2/links/morte_de_socrates.htm Acesso em 24/03/2022

Segundo Farthing (2011), os primeiros passos do Romantismo já foram sendo construídos desde meados do século XVIII no sentido contrário ao racionalismo promovido pelo Iluminismo e também como forma de criticar as crises sociais consequentes da Revolução Industrial. Em outras palavras,

Os pensadores do iluminismo haviam buscado uma ordem racional que substituísse as superstições e os ideais religiosos pelo mundo do pensamento inteligente. A desilusão com a racionalidade decorrente da não concretização desse mundo melhor e da persistência do caos e das guerras ajudou a fomentar o romantismo (Farthing, 2011, p. 267).

Nesse sentido, o Romantismo dava preferência à natureza e à emoção em comparação ao racionalismo e a mecanização da sociedade. Ainda, o individualismo do artista era a essência deste movimento, e foi moldado por filósofos alemães como Immanuel Kant (1724-1804), Karl Schlegel (1772-1829) e Georg Hegel (1770-1831) (Farthing, 2011).

Os estudos de Kant permitiram associar a ideia de belo e arte à ideia de gosto, ou seja, para ele, o gosto (vinculado à dimensão individual e emocional desenvolvida na relação objeto-sujeito) também pode servir de parâmetro para julgar o belo, que antes era determinado de maneira lógica e racional (Benedicto, 2018).

No século XIX, após as diversas transformações que ocorreram tanto no cenário político quanto cultural, ocasionadas pelas revoluções a partir do século anterior, o Romantismo ganha força enquanto reação ao Neoclassicismo. Neste sentido, esses artistas buscaram se livrar das regras acadêmicas visando enaltecer a liberdade e a imaginação do artista. A valorização da natureza e do nacionalismo também são característicos deste movimento (Proença, 2007).

Ainda, outro acontecimento do início do século XIX que viria a ser um marco na história da arte é o nascimento da fotografia. Segundo Strickland (2002), os estudos científicos tanto na área da ótica quanto da química tornaram-na possível, sendo considerada hoje a oitava arte do mundo. A criação da fotografia teve um impacto muito profundo na pintura. Alguns artistas acreditavam que a pintura teria um fim, uma vez que as fotos apresentavam uma cópia mais perfeita da realidade, outros fizeram uso da mesma para aprimorar suas obras. Antes, as pessoas tinham que ficar posando para os artistas por muito tempo, mas, com o advento da fotografia, eles podiam congelar determinados momentos e posições e, a partir da foto, poderiam aprimorar suas representações. Além disso, os fotógrafos começaram a reivindicar maior reconhecimento por seu trabalho enquanto arte, uma vez que alegavam que a

fotografia não era apenas a atividade mecânica de tirar a foto, mas exigia toda uma sensibilidade estética por trás. Com o tempo eles começaram a retocar suas fotos e a fazer uso de outras técnicas para realçá-las e melhorá-las.

Para Gombrich (1999), a fotografia pode ser considerada uma das principais aliadas ao movimento Impressionista que será discutido a seguir. Segundo o autor, com o advento dessa nova arte, os artistas se sentiam cada vez mais inspirados a explorar os campos da representação que a fotografia não pudesse oferecer. Além disso, o mesmo afirma que, provavelmente, a Arte Moderna não teria se desenvolvido da mesma forma se não fosse o grande impacto dessa criação.

Além dos dois movimentos discutidos anteriormente, outros três também fizeram parte deste período: Realismo, Impressionismo e Pós-Impressionismo. O primeiro foi um movimento que se estabeleceu na segunda metade do século XIX, ganhando forças principalmente após o início da Segunda Revolução Industrial. O aumento da industrialização e da desigualdade social ocasionaram diversas transformações em diversos contextos, inclusive na arte.

Os artistas realistas, em um movimento contra o Romantismo, fizeram uso de suas obras para criticar as injustiças que estavam acontecendo e a idealização do belo. Neste sentido, o Realismo buscava representar as cenas do cotidiano, denunciando as transformações políticas e sociais que estavam acontecendo, e as pessoas de maneira realista e objetiva, ignorando temáticas bíblicas e mitológicas, uma vez que estas faziam parte de uma realidade imaginada, e não concreta (Figura 24). Na arquitetura buscou-se não mais a construção de grandes palácios, uma vez que já não eram mais necessários, mas sim de fábricas, lojas, hospitais, entre outros. Em outras palavras, os artistas buscavam em suas representações tratar a realidade fazendo uso da mesma objetividade com que um cientista estudava a natureza (Farthing, 2011; Proença, 2007).

Figura 24 – Exemplo de pintura realista.

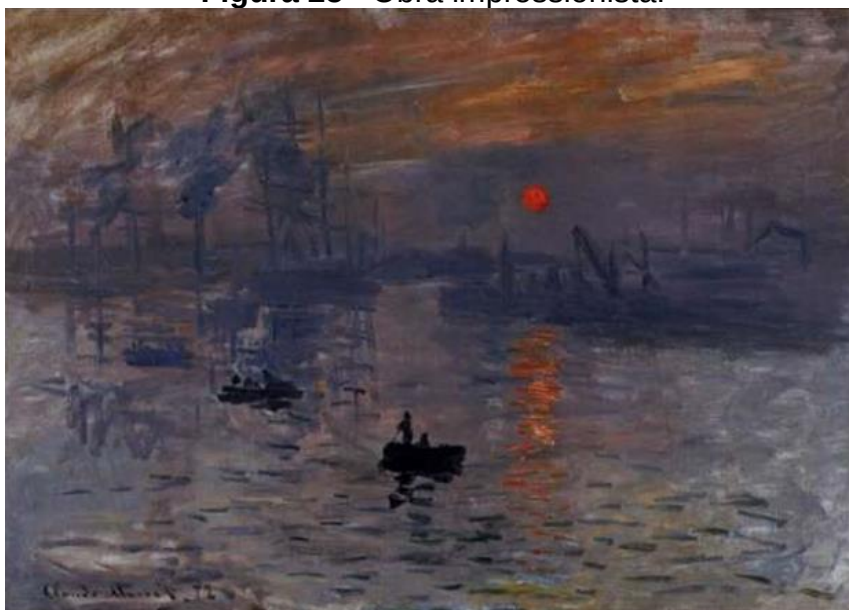


KASATKIN, Nikolai. *Pobres recolhendo carvão de uma mina exaurida*. 1894. Óleo sobre tela, 151 x 180 cm. Museu Russo, São Petersburgo.

Fonte: Farthing (2011).

Já o Impressionismo foi um movimento que surgiu como reação à arte acadêmica na segunda metade do século XIX. No início, o nome “impressionismo” foi usado como tentativa de insultar as características presentes na obra “Impressão, sol nascente”, de Claude Monet (1840-1926), porém, após a popularização do estilo, este termo foi adotado para representar todo o movimento que se seguiu. Os artistas impressionistas, se diferenciando da técnica de imitação utilizada na Academia, buscavam representar as diferentes formas com que a luz do Sol incidia sobre os objetos, além de retratar as figuras com contornos indefinidos e fazer uso de cores fortes (Figura 25) (Benedicto, 2018).

Figura 25 - Obra impressionista.



MONET, Claude. *Impressão, Sol Nascente*. 1872. Óleo sobre tela, 48 x 63 cm. Museu Marmottan Monet, Paris.

Fonte: Farthing (2011).

Proença (2007) resume as principais características que os artistas impressionistas seguiam ao longo de suas criações: nas pinturas os objetos eram representados de acordo com as tonalidades percebidas ao refletirem a luz do Sol no momento em que estavam sendo observados, uma vez que a incidência solar nas diferentes horas do dia provocada efeitos distintos; os contornos das imagens eram indefinidos, já que o olho humano não enxerga, de fato, tais linhas, estas são apenas um convenção ilustrativa; se aproximando da observação real, as sombras eram representadas de maneira mais colorida e luminosa; os contrastes de luz e sombra não seguiam mais a técnica do claro-escuro, mas sim a das cores complementares; as misturas das cores não aconteciam antes de irem para o quadro, as mesmas eram aplicadas de maneira pura e espalhadas ao longo das pinceladas, fazendo uso de grossas massas de tinta espalhadas na tela diretamente a partir do tubo²⁶, cabendo ao observador combiná-las.

Em relação à arte brasileira, podemos destacar Georgina Moura Andrade de Albuquerque, pioneira na pintura histórica nacional, considerada uma das primeiras

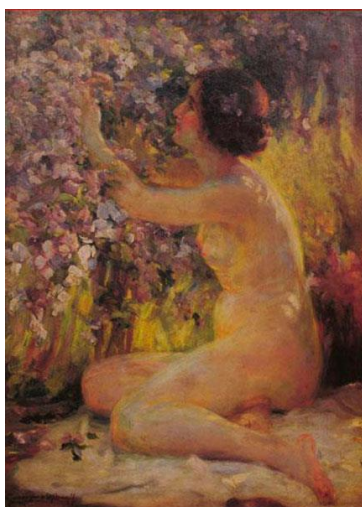
²⁶ Essa técnica foi possível graças a John Goffe Rand, um pintor e inventor americano, que criou o primeiro tubo flexível de estanho, que permitia acondicionamento de tintas a óleo. Sua invenção data de 1841. Os tubos podiam permanecer em ambiente aberto e a tinta não usada reaproveitada posteriormente sem ressecamento, permitindo ao artista trabalhar ao ar livre pelo tempo que quisesse.

mulheres brasileiras a conquistar carreira nacional enquanto artista e professora da Escola Nacional de Belas Artes do Rio de Janeiro. Georgina apresentava em seus trabalhos diversas influências impressionistas por meio de técnicas desenvolvidas e aprendidas ao longo de seus estudos na Europa²⁷. Em 1922, Georgina fez sua versão sobre a proclamação da independência do Brasil na obra “Sessão do Conselho de Estado”. Além de ser uma pintura história e um dos seus principais trabalhos, esse trabalho se destaca por dar foco a uma figura feminina, a Imperatriz Maria Leopoldina, ao invés de representar como um momento heroico, como usualmente acontecia. Neste mesmo ano acontecia no Brasil o primeiro Congresso Feminista e o surgimento da federação Brasileira para o Progresso Feminino, isso destaca a importância do teor feminista das obras de Georgina. Algumas de suas obras podem ser conferidas na Figura 26.

Figura 26 - Obras de Georgina de Albuquerque



(A) ALBUQUERQUE, Georgina de. *Sessão do Conselho de Estado*. 1922. Óleo sobre tela, 187 x 265 cm. Museu Nacional de Belas Artes, Rio de Janeiro.



²⁷ Informações retiradas do site: <https://arteref.com/nao-categorizado/georgina-de-albuquerque-biografia-e-principais-obras/> Acesso em 22/04/2024.

(B) ALBUQUERQUE, Georgina de. *Manacá*. 1922. Óleo sobre tela, 81 x 65 cm. Museu Nacional de Belas Artes, Rio de Janeiro.

Fonte: ArteRef²⁸

De acordo com Farthing (2011), no Impressionismo eram retratadas cenas do cotidiano que os artistas observavam ao seu redor. Os mesmos revolucionaram a arte com a sua ousadia e os movimentos que se sucederam podem ser considerados tanto como um desenvolvimento deste movimento quanto como forma de solucionar suas limitações. De uma maneira geral, a Arte Moderna teve raízes nos ideais Impressionistas.

Conforme o autor supracitado, o período que sucedeu o Impressionismo pode ser chamado de Pós-Impressionismo, e é representado, principalmente, pelas obras dos artistas Paul Cézanne (1839-1906), Georges-Pierre Seurat (1859-1891), Vincent van Gogh (1853-1890) e Paul Gauguin (1848-1903), que tiveram em sua formação influência do movimento anterior. Esse grupo não compartilhava de um mesmo estilo ou objetivo em suas pinturas, fazendo com que cada um tivesse características próprias marcantes, de tal forma que o Pós-Impressionismo nem seja considerado um movimento, mas sim um termo para descrever as obras destes artistas.

Os estilos particulares de cada um desses artistas tiveram base nas rupturas promovidas pelo Impressionismo. Porém, os mesmos desejavam superar alguns pontos deste outro movimento, buscando não apenas representar um momento pontual, mas sim tornar a arte mais substancial. Isso fez com que cada artista buscasse em outros estilos, ora o neoclássico, ora o romântico, alguns elementos para incluir em suas obras (Strickland, 2002). De acordo com Farthing (2011, p. 328), Cézanne “[...] se concentrou na estrutura pictórica; Seurat estava interessado no caráter científico da cor; as pinceladas fortes de Van Gogh refletem sua intensidade emocional; e Gauguin fez experimentos com o uso simbólico da cor e do traço” (Farthing, 2011, p. 328).

A Matemática foi um campo que também inovou neste período e que influenciou muito estes movimentos artísticos. A partir do quinto postulado (postulado das paralelas), que foi objeto de estudo dos matemáticos durante séculos, uma nova geometria é desenvolvida, a geometria não-euclidiana. Tal postulado permitiu que a representação do espaço pudesse ser pensada de novas maneiras geométricas, o

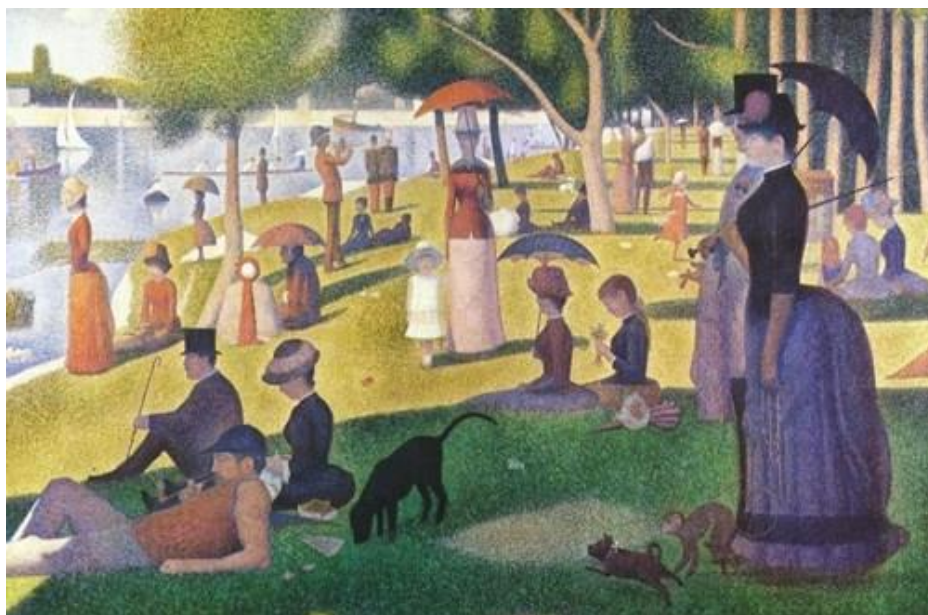
²⁸ Retirado de: <https://arteref.com/nao-categorizado/georgina-de-albuquerque-biografia-e-principais-obras/>
Acesso em 24/08/2024

que dificultava sua percepção, uma vez que a forma euclidiana de encarar o espaço, reforçada ainda pelo Renascimento, já fazia parte da tradição de percepção. Neste sentido, a arte no século XIX imprime um importante papel para a compreensão dessas novas disposições espaciais. Os movimentos impressionista e pós-impressionista são exemplos disso (Braga; Guerra; Reis, 2008b).

Esse movimento de apresentar uma nova representação espacial ao público esteve presente tanto nesses movimentos artísticos quanto na Ciência, que passou a fazer uso de analogias e modelos para facilitar a compreensão de suas teorias, como no caso dos conceitos de energia ou das ligações químicas. Dessa forma, segundo Braga, Guerra e Reis (2008b), há uma complexa relação entre Ciência, Matemática e arte neste período. Isso pôde ser notado por meio do contato que os pintores impressionistas tiveram com os estudos científicos acerca da cor e também na introdução de certas teorias da Ciência em suas obras. Um exemplo disso é a concepção de átomo que foi se construindo por meio de estudos sobre os elementos químicos, modelos atômicos e razão entre carga e massa dos elétrons, e que foi introduzida em algumas obras pós-impressionistas.

O artista Seurat (1859-1891), fazendo referência a essa noção de natureza composta por átomos, por meio da técnica Pontilhismo - que consistia em compor uma imagem por meio da disposição de diversos pontos não interligados um do lado do outro dando a impressão de uma pincelada contínua - buscou retratar a descontinuidade microscópica que forma toda a matéria (Figura 27).

Figura 27 - Obra pontilhista.



SEURAT, Georges. *Tarde de domingo na ilha de Grand Jatte*. 1884-1886. Óleo sobre tela, 207,6 x 308 cm. Art Institute of Chicago, Chicago.

Fonte: Site História das Artes²⁹.

Além disso, nas obras de artistas como Claude Monet (1840-1926) e Paul Cézanne é perceptível essas novas formas de representar o espaço, que passa a ser relacionado com o tempo e a matéria. Monet, por exemplo, ao retratar diversas vezes o mesmo objeto observado em épocas diferentes, demonstrava que a mudança no tempo também mudava a compreensão que se tinha do espaço. Essa concepção se evidencia ainda mais no século seguinte com os estudos de Einstein sobre a relação entre tempo e espaço (Braga; Guerra; Reis, 2008b).

De acordo com Gombrich (1999), a vontade de superar alguns pontos do movimento Impressionista e os caminhos encontrados para isso por cada um desses artistas pós-impressionistas foram fundamentais para os movimentos que se consolidariam como a Arte Moderna. As soluções apresentadas por Cézanne inspiraram o Cubismo, as de Van Gogh resultaram no Expressionismo e as de Gauguin fundamentaram diversas vertentes do Primitivismo.

Sendo assim, a ousadia presente nas obras impressionistas e pós-impressionistas foi a base para o início da considerada Arte Moderna, que, no início do século XX, se desenvolve nos movimentos de vanguarda: Expressionismo, Fauvismo, Cubismo, Futurismo, Dadaísmo e Surrealismo. Tais movimentos, de uma forma geral, valorizavam mais o conceito em detrimento da técnica, inovando o cenário artístico (Benedicto, 2018).

Enfim, a matemática, com sua nova geometria, e a arte, com seus novos movimentos, permitiram que tanto cientistas quanto artistas explorassem novos caminhos a serem percorridos no século XX.

De uma maneira geral, o século XIX foi marcado por diversas controvérsias e movimentos que se opuseram e se complementaram tanto na arte (como o Neoclassicismo, o Romantismo e o Impressionismo) quanto na filosofia (a exemplo do mecanicismo e da Naturphilosophie) e na Ciência (a ascensão de conhecimentos como o eletromagnetismo, eletroquímica, termodinâmica, a tabela periódica, novos elementos químicos, estudos microscópicos, a teoria celular, conservação de energia

²⁹ Retirado de: <https://www.historiadasartes.com/sala-dos-professores/tarde-de-domingo-na-ilha-de-grand-jatte-george-seurat/> Acesso em 24/03/2022

e estudos sobre a luz), o que permitiu que tantos novos conhecimentos emergissem e fossem explorados no século seguinte.

O século XX foi marcado principalmente pelas duas grandes guerras mundiais e evidenciou a dualidade existente na Ciência no que diz respeito aos impactos positivos e negativos que a mesma pode causar dentro da sociedade. O nacionalismo que se instalou na Europa após as guerras napoleônicas no século anterior estimulou os processos que conduziram ao início da Primeira Guerra Mundial (1914-1918).

Após a Grande Guerra, com o firmamento de acordos que reformularam limites nacionais que favoreciam alguns países e desfavoreciam outros (Tratado de Versalhes, 1919), as tensões que acompanharam o período correspondente à depressão econômica global (Crise de 29) e o surgimento e o domínio de ideologias políticas, como o fascismo e o comunismo, culminaram na Segunda Guerra Mundial (1939-1945), que abrangeu todo o mundo. Tais acontecimentos foram decisivos na repolarização das posições de poder mundial, que, por muito tempo, estavam sob domínio da Europa e passam, então, a ser dos Estados Unidos e de outras nações (Goucher; Walton, 2011).

Cenários bélicos geralmente favorecem o aumento dos poderes do Estado relacionados com a mobilização da população e dos recursos. Por exemplo, quanto mais armas foram sendo produzidas, maior era a necessidade de soldados alistados e treinados para utilizá-las e fazer sua manutenção. O momento pós-guerras também exigiu que os recursos remanescentes fossem racionados, mas também houve maiores investimentos nos serviços de saúde a fim de proporcionar aos trabalhadores maior suporte para conseguirem acompanhar os acelerados ritmos de produção (Goucher; Walton, 2011).

Com relação à Ciência, a mesma exerceu um papel fundamental principalmente na Segunda Guerra Mundial, fazendo com que os cientistas fossem muito requisitados quando os líderes compreenderam que as armas e outras tecnologias que ela podia proporcionar eram capazes de desequilibrar toda a guerra. Cientes de sua importância, os cientistas refugiados em países como a Inglaterra e os Estados Unidos convenceram estes governos a investirem em suas pesquisas, permitindo o desenvolvimento de novos conhecimentos na Ciência e impulsionando seus avanços com relação à produção de novas tecnologias, como foi o caso da bomba atômica (Goucher; Walton, 2011).

Nesse sentido, a Ciência, além de outros âmbitos da sociedade, como a arte, muito utilizada na propagação de ideais nacionalistas - como a criação do personagem Capitão América nos quadrinhos da Marvel que foi muito usado para fazer críticas às nações inimigas e para reforçar o sentimento patriota nos norte-americanos, incentivando seus envolvimento na guerra -, foram usados para servir aos interesses da pátria.

Goucher e Walton (2011) definem este momento do século XX como um período de grandes incertezas tanto no que se refere à visão de mundo dos próprios cientistas conforme suas pesquisas eram realizadas, quanto à forma como a sociedade encarava a Ciência.

A Revolução Científica e o Iluminismo que se deram entre os séculos XVI e XVIII na Europa intensificaram as crenças nos ideais da Ciência e da razão, o que foi crucial para as revoluções industriais que aconteceram no século XIX, nas quais a Ciência era encarada como fonte do progresso. A partir do século XX, dentro do contexto aqui citado, a Ciência não é mais vista simplesmente como um avanço, mas sim como uma área complexa que pode ocasionar também consequências negativas e remediá-las.

No que se refere às incertezas presentes no campo interno da Ciência podemos citar os estudos de Albert Einstein (1879-1955), que ressignificou conceitos de estabilidade relativos à matéria, ao tempo e ao movimento. Por meio de sua teoria da relatividade, propõe que tempo, espaço e movimento não são conceitos absolutos, mas que existe relativismo entre os mesmos e entre tais elementos e o observador tomado como referência³⁰. Colocando o tempo em condição de relatividade, Einstein provoca uma das bases de nossas crenças tradicionais (Chassot, 1994; Goucher; Walton, 2011).

Gouchen e Walton (2011, p. 362) ainda citam as contribuições de Werner Heisenberg (1901-1976), como o Princípio da Incerteza (Bohm, 2015; Heisenberg, 1995), que trata sobre a ideia de que é improvável que a Ciência seja de fato capaz de conhecer um mundo previsível e ordenado. Em outras palavras, seu princípio

³⁰ A Teoria da Relatividade abrange duas teorias: Relatividade restrita, descreve a física do movimento na ausência de campos gravitacionais. Os fenômenos físicos ocorrem de forma diferente para observadores que se movem com velocidades relativas constantes e que a velocidade da luz é a mesma para todos esses observadores; Relatividade geral, gravidade como uma propriedade geométrica do espaço e do tempo, curvatura do espaço-tempo.

discute que “[...] o que os cientistas podem observar não é a própria natureza, mas, em vez disso, a natureza exposta ao nosso método de compreensão humana”. Os estudos quânticos, por exemplo, evidenciaram que a localização e a velocidade não determinam o movimento, uma vez que, ao se calcular cada um deles, sempre haverá um grau de incerteza. Ou seja, as teorias quânticas (Planck, 2010) do século XX se fundamentam na aleatoriedade e na imprevisibilidade, o que foge do grau de certezas construído no universo mecânico de Newton.

Nesse sentido, tudo isso acabou colocando em xeque a existência da objetividade, que passa a não ser mais possível. As teorias sobre o mundo funcionariam como roupas que o vestem, servindo mais ou menos dependendo do momento, e, sendo elas feitas por homens, as mesmas não representam a dimensão real de fato, ou seja, correspondem apenas às observações subjetivas feitas sobre o mundo, o que lhes confere caráter de incerteza.

Joseph Thompson (1856-1940), Hendrick Lorentz (1853-1928), Ernest Rutherford (1871-1937) e Niels Bohr (1885-1962) também contribuíram para o princípio da incerteza por meio de seus estudos sobre os átomos, que questionaram os ideais anteriores a respeito da natureza da matéria. Os estudos dos dois primeiros apontaram para a existência de pequenas partículas (elétrons) que compunham os átomos e, conseqüentemente, toda a matéria. Bohr (Bohr, 1979), em seus trabalhos com Rutherford, comparou a estrutura do átomo ao sistema solar, o qual possui o Sol (fazendo referência ao núcleo), os planetas (representando os elétrons que orbitam o núcleo) e o espaço, presente em ambos. Tais partículas eram feitas de energia, com cargas positivas e negativas.

Rutherford ainda atribuiu ao processo de divisão dos núcleos atômicos alguns tipos de radioatividade, o que permitiu que, por volta de 1930, outros físicos explorassem maneiras de liberar a energia contida em seus interiores, gerando as primeiras armas nucleares.

Essas pesquisas trouxeram à luz informações sobre o mundo microscópico e subatômico, o que permitiu que tecnologias como circuitos integrados, supercondutores, chips, transistores e conhecimentos sobre o poder nuclear pudessem ser desenvolvidos (DK, 2016; Goucher; Walton, 2011).

No campo da arte, no período que compreende o fim do século XIX até a primeira metade do século XX, se desenvolve a conhecida Arte Moderna. Assim como na Ciência, o contexto na qual ela se constrói foi marcado por diversas conquistas

técnicas, avanços industriais e, conseqüentemente, pelo aumento das desigualdades sociais. De acordo com Farthing (2011), neste período os artistas começaram a se ver como personagens importantes na luta contra o mundo moderno materialista. Para isso, uns evitavam temas modernos (retornando a temáticas medievais) e outros retratavam cenas da vida na cidade, mas de forma irônica.

Conforme eles começaram a ser dependentes do sistema capitalista, ou seja, da venda de suas obras, entram em cena os comerciantes e críticos de arte, que passam a definir aqueles que seriam considerados talentosos e a possibilitar o contato entre os artistas e os especialistas. Com isso, se inicia uma contradição, pois era esperado que o artista pudesse expressar fortemente sua genialidade, seus ideais e críticas, mas ao mesmo tempo, tinha que produzir obras que fossem passíveis de serem comercializadas. Ou seja, seus trabalhos eram vendidos justamente por representarem críticas ao comércio ao qual estavam submetidos.

É neste contexto que surgem as vanguardas, que buscavam promover um radicalismo estético e conceitual, fugindo dos padrões comumente aceitos. Tais movimentos permitiram que, aos poucos, essas novas visões fossem sendo aceitas no mundo da arte.

As diversas transformações tecnológicas e sociais que foram se dando neste período tiveram implicações no trabalho dos artistas, como, por exemplo: a fabricação em massa de tintas, que permitiu que as pinturas pudessem ser feitas além do interior dos estúdios; o início da globalização, que promoveu o contato com outras culturas, como as asiáticas e africanas, que influenciaram fortemente a arte neste período; o desenvolvimento de estudos no campo da óptica, que permitiram experimentações com as cores, interferindo nas técnicas utilizadas pelos artistas; entre outras. Além disso, a ascensão de novas tecnologias como o cinema, meios de transporte (carro e avião) e a eletricidade também exerceram um papel fundamental na arte, por vezes de maneira bastante explícita, como no Futurismo (Farthing, 2011).

Após a Grande Guerra (1914-1918), se instalou uma crise cultural. Na arte, enquanto alguns artistas começaram a traçar novos objetivos ou retomar os ideais do classicismo, outros voltaram-se contra ao que era irracional e considerado tabu. Com o surgimento das ditaduras, como o comunismo na União Soviética, o fascismo na Itália e o nazismo na Alemanha, diversos estilos e movimentos artísticos que estavam em voga entraram em conflito, uma vez que essa nova configuração política e social era contra a arte burguesa e exigia uma arte que valorizasse o Estado. Entretanto,

isso impulsionou a adoção da Arte Moderna como símbolo da democracia liberal capitalista, de forma que, após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), com a ascensão da supremacia norte-americana no setor econômico, a capital internacional da arte passa ser considerada Nova York, e não mais Paris (Farthing, 2011).

Durante esse período, a partir da década de 1960, observou-se o surgimento de movimentos feministas nos Estados Unidos, América Latina e Europa, os quais promoveram reivindicações por igualdade de oportunidades em diversas esferas, incluindo o mercado de trabalho, a política, o ensino superior e as esferas artística e cultural. A partir disso, as mulheres passaram a ter maior protagonismo e serem mais reconhecidas tanto no âmbito das Artes quanto das Ciências Naturais.

Após a última guerra mundial, presenciaram-se avanços nos estudos sobre o uso da energia nuclear e acerca do espaço, com o desenvolvimento da computação e dos satélites, aprimorando também a comunicação a longa distância, questões éticas envolvendo a vida humana começam a se intensificar e todo esse contexto contribuiu para o aumento das diferenças sociais (Proença, 2007). Esses e outros acontecimentos que ocorreram em um relativo curto período de tempo foram a base dos movimentos artísticos que serão discutidos a seguir:

- Fauvismo: este movimento pode ser considerado um dos mais breves da vanguarda que teve início em 1905. Sua identidade foi cunhada pelo crítico Louis Vauxcelles, que se referiu a algumas obras expostas no Salão de Outono neste mesmo ano como “fauves”, ou, em português, “feras”, fazendo referência à intensidade das cores puras que eles utilizavam (eles não as misturavam e nem as suavizavam) e pelas pinceladas mais robustas. Dessa forma, as cores das pinturas representantes desse movimento não condiziam com as da realidade, uma vez que os artistas não faziam uso da gradação de tons. Essas obras, de início, não foram bem aceitas, porém, foram responsáveis por estimular a apreciação do uso de cores cruas, traçando também os caminhos que levaram ao Cubismo e o Expressionismo (Figura 28) (Farthing, 2011; Proença, 2007).

Figura 28 - Obra fauvista.

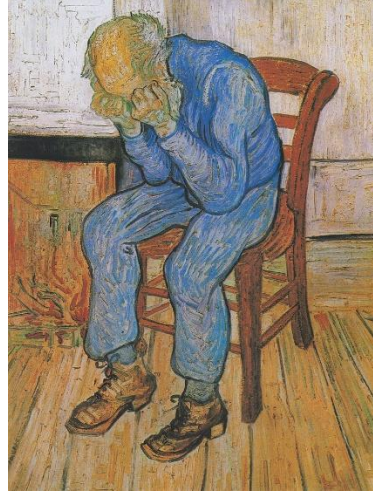


MATISSE, Henri. *A Dança*. 1910. Óleo sobre tela, 260 x 391 cm. Museu Hermitage, São Petersburgo.

Fonte: Farthing (2011).

- Expressionismo: este movimento teve início na Alemanha entre os anos de 1904 e 1905, e surgiu como uma resposta ao Impressionismo, buscando, de forma contrária a este, confrontar o espectador por meio das representações das emoções humanas e dos sentimentos provocados pelos problemas da sociedade moderna. Para isso, fazia uso de técnicas como a distorção das linhas e o uso de cores fortes, além de um detalhamento mais simples das figuras, apresentando uma nova noção de belo na arte. Como dito anteriormente, essa proposta de representar as emoções profundas do ser humano por meio de linhas deformadas e cores já tinha sido apresentada por Van Gogh na tentativa de demonstrar a complexidade interior dos seres. De uma maneira geral, os artistas expressionistas fugiam dos ideais de equilíbrio, regularidade e harmonia propositalmente, a fim de evidenciar sua desesperança sobre o mundo (Figura 29) (Farthing, 2011; Proença, 2007).

Figura 29 - Obra expressionista.



VAN GOGH, Vincent. *Homem velho com a cabeça em suas mãos*. 1890. Óleo sobre tela, 50 x 65 cm. Museu Van Gogh, Amsterdã.

Fonte: Imagem retirada do site Wikipedia³¹.

- **Cubismo**: este movimento teve por base as obras de Cézanne, que visava retratar as formas cônicas e esféricas da natureza, porém, os cubistas foram além dessa proposição. Eles buscavam representar todos os ângulos de visão de um objeto como se estivessem no mesmo plano, ou seja, representavam simultaneamente as partes dos objetos que não podiam ser vistas ao mesmo tempo, gerando uma imagem que demonstrava que a totalidade da percepção não se limitava a apenas uma soma de todas as partes. Para eles, a arte era um paralelo da natureza, e não uma cópia da mesma. Dessa forma, os artistas deste movimento não se importavam com a representação real das coisas, e se afastavam dos renascentistas, fugindo do ideal de perspectiva e da tridimensionalidade dos seres. Duas vertentes se desenvolveram dentro deste estilo: o Cubismo Analítico e o Cubismo Sintético. O primeiro, desenvolvido por Pablo Picasso (1881-1973) e Georges Braque (1882-1963) entre os anos de 1908 e 1911, fazia uso de uma limitada paleta de cores e se importava com a apresentação de todos os lados de um mesmo objeto ao mesmo tempo. Isso fez com que a imagem fosse tão fragmentada ao ponto de ficar irreconhecível. Já o segundo buscou tornar as imagens reconhecíveis novamente, mantendo, porém, a característica central do movimento de trazer todas as dimensões dos objetos. O Cubismo Sintético, na tentativa de criar novos efeitos plásticos,

³¹ Retirado de: https://en.wikipedia.org/wiki/At_Eternity's_Gate#cite_note-2 . Acesso em 04/04/2024.

possibilitando sensações táteis por parte do observador, também começou a introduzir a colagem de outros materiais como vidro, madeira, metais, palavras, entre outros, em suas pinturas (Figura 30) (Farthing, 2011; Proença, 2007; Reis; Guerra; Braga, 2006).

Figura 30 - Exemplos de obras cubistas.



(A) BRAQUE, Georges. *Violino e Cântaro*. 1910. Óleo sobre tela, 117 x 73 cm. Museu Nacional de Arte Moderna, Paris.



(B) PICASSO, Pablo. *Les Femmes d'Alger*. 1906-1907. Óleo sobre tela, 243,9 x 233,7 cm. Museu de Arte Moderna, Nova York.

Fonte: Proença (2007).

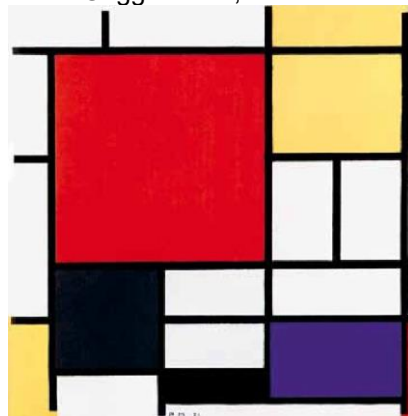
- Abstracionismo: Wassily Kandinsky (1866-1944) pode ser apontado como o precursor da pintura abstrata, sendo sua tela “Batalha”, de 1910, considerada a primeira deste movimento. Esse estilo ficou caracterizado pela falta de “[...]”

relação imediata entre suas formas e cores e as formas e cores de um ser” (Proença, 2007, p. 159). Por isso, um quadro abstrato não representa nada daquilo que vemos no mundo real, tampouco conta alguma história por meio de suas imagens. Duas tendências foram mais marcantes neste estilo: o Abstracionismo Informal, que enfatizava os sentimentos e as emoções, e o Abstracionismo Geométrico, no qual as formas e as cores eram organizadas a fim de expressar uma ideia geométrica. Este movimento tornou-se mais diversificado após o desenvolvimento de pesquisas sobre novas formas de representação plástica realizadas por artistas russos (Figura 31).

Figura 31 - Exemplos de obras abstracionistas.



(A) KANDINSKY, Wassily. *Batalha*. 1910. Aquarela sobre papel, 49,6 x 64,8 cm. Museu Solomon R. Guggenheim, Nova York.



(B) MONDRIAN, Piet. *Composição*. 1921. Óleo sobre tela, 100 x 100 cm. Tate Modern, Londres.

Fonte: Proença (2007).

- Futurismo: com o desenvolvimento tecnológico modificando as noções de distância e tempo que se deram no contexto anterior à Primeira Guerra Mundial, diversos movimentos artísticos começaram a refletir sobre como a tecnologia estava se desenvolvendo rapidamente e no que isso poderia implicar, e é com base nesses questionamentos que surge o movimento

futurista. Seu início foi influenciado pela publicação do Manifesto Futurista no ano de 1909, escrito pelo poeta e escritor Filippo Tommaso Marinetti, o qual exaltava as novas tecnologias em detrimento dos valores tradicionais. Esse ideal de glorificação do futuro e da velocidade promovido pela mecanização e complexidade da sociedade esteve presente tanto nas pinturas quanto na literatura (Figura 32) (Farthing, 2011; Proença, 2007).

Figura 32 - Obra futurista.



BALLA, Giacomo. Velocidade abstrata - O carro passou. 1913. Óleo sobre tela, 96,4 x 143,4 cm. Museu de Arte Moderna, Nova York.

Fonte: Proença (2007).

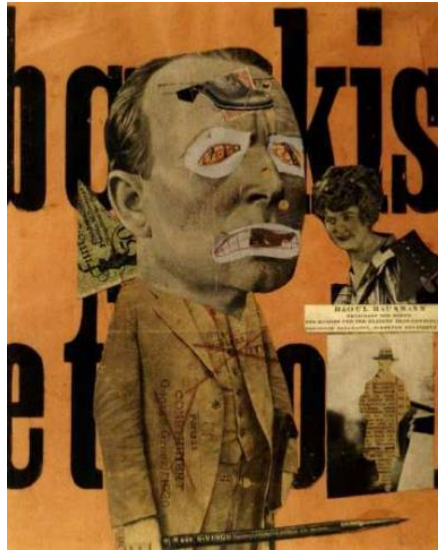
- Dadaísmo e Surrealismo: estes dois movimentos foram desenvolvidos no intuito de criticar a falta de sentido da civilização contemporânea, fazendo uso da fantasia para representar a realidade. Esses estilos foram influenciados por um contexto politicamente conturbado e permeado pelos estudos psicanalíticos de Freud, o que facilitava o desenvolvimento de uma arte crítica à cultura e sociedade europeia da época.

O Dadaísmo surgiu, inicialmente, como um movimento literário, e se desenvolveu ao longo da Primeira Guerra Mundial. Artistas e outros pensadores de diversas nacionalidades se reuniram neste movimento para tecer críticas à Ciência, à Religião e à Filosofia dessa época por acreditarem que estas não foram capazes de impedir a violência e as catástrofes envolvendo a Europa naquele momento. Além disso, para esses artistas, a arte, em certo momento, estava sendo feita e utilizada de maneira a contribuir para esses acontecimentos e, conseqüentemente, indo contra a humanidade. É por isso que eles adotaram uma postura antiartística, conferindo um caráter mais

dinâmico a este movimento. Nesse sentido, baseando-se na ideia de automatismo psíquico de Freud, o Dadaísmo apoiava expressões artísticas que fugissem das limitações provocadas pelo pensamento racionalista, defendendo uma arte baseada em escolhas e combinações aleatórias. Na pintura, este estilo se dá por meio da colagem no intuito de fazer sátiras aos valores tradicionais. Um exemplo desse movimento é o conceito “ready-made”, introduzido pelo dadaísta Marcel Duchamp (1887-1968), que expôs objetos industrializados presentes no cotidiano em um evento promovido pela Sociedade de Artistas Independentes em Nova York. Na Europa, o Dadaísmo refletia acerca do propósito e do valor cultural da arte, já Duchamp questionava o que podia ser considerado arte dentro de uma sociedade materialista, reflexão esta que fundamentaria outros movimentos na Arte Contemporânea. O Dadaísmo e seus ideais abriram caminho para o surgimento do Surrealismo na França em 1924.

O movimento surrealista teve início a partir do manifesto feito pelo escritor André Breton (1896-1966), no qual estabelece uma relação direta entre a produção artística e comportamento automático do psicológico humano. Então, para os surrealistas, uma interessante criação artística não se relaciona nem à razão, nem à moral ou mesmo aos ideais estéticos, mas sim ao subconsciente e aos pensamentos desprovidos de uma lógica racional, como os sonhos, por exemplo (Figura 33) (Farthing, 2011; Proença, 2007). Nesse movimento tivemos grandes nomes como Salvador Dalí e René Magritte, mas também merecem destaque importantes artistas mulheres como, por exemplo, Gertrude Abercrombie, Remedios Varo e Leonora Carrington.

Figura 33 - Exemplos de obras dadaístas e surrealistas, respectivamente.



(A) HAUSMANN, Raoul. *O Crítico de Arte*. 1919. Colagem, 28 x 20 cm. Museu de Arte Moderna, Nova York.



(B) CARRINGTON, Leonora. *E Então Vimos a Filha do Minotauro*. 1953. Óleo sobre tela, 60 x 70 cm. Museu de Arte Moderna, Nova York.

Fonte: Imagem A retirada de Farthing (2011) e B do site MoMA³².

Reis, Guerra e Braga (2006) apontam que todos esses movimentos estiveram relacionados de alguma forma com as novas visões de mundo que a Ciência vinha proporcionando por meio de seus estudos. O Cubismo buscou conectar Ciência (com as novas concepções de espaço e tempo), Matemática (com as geometrias não euclidianas), Tecnologia e Arte, e essa aproximação influenciou outros movimentos a buscarem essa relação. O Surrealismo procurou superar a dualidade entre imaginar e pôr em prática.

³² Disponível em: <https://www.moma.org/artists/993> Acesso em 27/08/2024.

Neste movimento, a consciência é negada e há a busca por uma criatividade livre da racionalidade. Os autores apontam para uma aproximação entre essa tentativa de negar a consciência do Surrealismo com a negação da consciência do mundo que se acreditava conhecer proporcionado pela Física moderna. Em outras palavras, as novas pesquisas no campo científico promoveram rupturas com os estudos mais clássicos e apresentou uma reinterpretação da natureza.

Nesse sentido, assim como o mundo quântico pode ser incompreensível ao ser humano por ser estranho a ele, exigindo outros níveis de entendimento, abstração e racionalidade, “[...] a pintura surrealista também é, por vezes, incompreensível a partir de uma racionalidade clássica, ou melhor, de uma consciência realista. É necessário buscar uma supra-realidade” (Reis; Guerra; Braga, 2006, p. 79).

Tanto a Física quanto a pintura deste período buscaram compreender a natureza além de sua percepção externa, uma vez que aquilo que observamos diretamente não se refere à realidade, de fato. Os estudos científicos do século XX caminhavam nesta direção de que há muito mais para se compreender do que aquilo que se acredita ou se pode saber, e, na arte, se firmava a ideia de que a essência dos objetos pode ultrapassar a aparência visual.

Um exemplo que podemos citar é o quadro “A traição das imagens” (1928-1929), do pintor surrealista René Magritte (1898-1967), o qual traz um cachimbo com a legenda dizendo que aquilo não era um cachimbo. Seu objetivo era explicitar a diferença do que é real e do que é representação, ou seja, a imagem é a interpretação do artista sobre um objeto, mas não significa que ela seja a única forma de compreendê-la, portanto não é real. Algo como o que a Ciência tentava mostrar, de que o que ela discute não é sobre o real, mas sim sobre as representações e interpretações que o próprio ser humano faz daquilo que a natureza lhe oferece - que não é o todo.

De uma maneira geral, a Arte Contemporânea assumiu elementos dos conceitos de indeterminação e descontinuidade presentes nos estudos físicos e químicos como forma de encarar a realidade. Nesse sentido, as obras deixam de ser previsíveis e abrem espaço para as diversas possibilidades de interpretações (Reis; Guerra; Braga, 2006).

No que diz respeito à arquitetura e à escultura modernas, de maneira geral, suas novas conformações tornaram-se possíveis a partir da produção de novos materiais industrializados, como, por exemplo, o cimento, o alumínio, o vidro e o ferro.

Na escultura, as principais características foram seus formatos abstratos e a possibilidade de unir tanto espaço quanto movimento, luz e som graças às inovações eletrônicas. Os ideais presentes nos movimentos modernos discutidos também estiveram presentes nas criações arquitetônicas e esculturas, tendo influenciado na reformulação das noções práticas destes artistas. Em outras palavras, tanto os escultores quanto os engenheiros passaram por esses processos de reflexão sobre a própria arte, reavaliando suas noções de espaço, volume e representação até chegarem aos tipos de materiais agora disponíveis e às novas técnicas de construção (Farthing, 2011; Proença, 2007).

No cenário brasileiro, o início do século XX foi marcado por um período de progresso técnico oriundo da industrialização, pelo aumento no número de imigrantes, pelo crescimento econômico e pelas transformações sociais ocasionadas principalmente pelo intercâmbio cultural em solo nacional. Esses novos tempos exigiam também uma nova arte, que começa a ser idealizada por Oswald de Andrade (1890-1954) e outros artistas deste período. O mesmo, enquanto comentava as discussões que se davam no contexto europeu, como o Manifesto Futurista, chamava atenção para a valorização das raízes nacionais nessas novas visões de arte. O reforço da valorização da cultura brasileira na arte foi impulsionado a partir do Manifesto Antropofágico de Oswald, que foi elaborado a partir do contato com a obra “Abaporu” (1928), de Tarsila do Amaral. Ainda, este autor iniciou movimentos e começou a expor suas ideias renovadoras nos jornais, criando grupos de artistas que defendiam essa nova proposição estética (Proença, 2007).

Ao longo dos anos, houve um grande embate entre os defensores de uma estética mais conservadora e fiel ao real e aqueles que defendiam uma arte renovada, pautada na liberdade criadora do artista. Essa dicotomia tem seu auge na Semana de Arte Moderna, realizada em fevereiro de 1922, na cidade de São Paulo. Esse evento pode ser considerado um marco da nova forma de compreender a arte no Brasil. Após a Semana de 22, novos artistas plásticos, dentre eles Cândido Portinari (1903-1962), começaram a expor suas obras valorizando a cultura brasileira e fugindo, também, dos princípios academicistas, porém, ainda se preocupavam em dominar os aspectos técnicos da elaboração de uma obra de arte.

Retomando o cenário internacional, a segunda metade do século XX foi marcada pela Guerra Fria entre Estados Unidos e União Soviética, que teve início após o fim da Segunda Guerra Mundial e se estendeu até a década de 1990. Este

conflito foi caracterizado por grandes investimentos no desenvolvimento tecnológico visando a supremacia de uma nação sobre a outra no que se refere aos avanços da Ciência, como a corrida espacial (lançamento de satélites, expedições até a Lua, voos ao redor da órbita terrestre incluindo tripulantes), desenvolvimento de armamentos militares e a exploração da capacidade nuclear. Esse marco promoveu um dos maiores períodos de investimento em educação e pesquisa em um curto período de tempo (Gouchen, Walton, 2011).

Além disso, outros estudos realizados neste período que podem ser citados são o advento da inteligência artificial a partir dos primeiros computadores criados na década de 1940, os primeiros vislumbres dos átomos por meio de microscópios mais potentes, o conhecimento de novos planetas a partir do aprimoramento dos telescópios, a identificação da estrutura molecular do DNA (o que permitiria, anos depois, o mapeamento do genoma humano e os primeiros experimentos de clonagem de células), o despertar das preocupações com relação ao meio ambiente, estudos sobre buracos negros, entre outros (DK, 2016).

Como é possível perceber ao longo da história, os questionamentos feitos pela Ciência e as visões sobre a mesma foram se modificando. Benedicto (2018), em sua tese, faz um resumo desse processo, apontando que, inicialmente, os filósofos da Antiguidade, como Platão e Aristóteles, se questionavam: “Será a ciência possível?”. Anos mais tarde, por meio de trabalhos como os de Copérnico, Francis Bacon, Galileu e Newton, entre outros, que evidenciaram a possibilidade da construção de um conhecimento lógico e universal, a Ciência passa a ser questionada da seguinte maneira: “Como a ciência é possível?”. Os estudos de Kant, no século XVIII, passam a oferecer uma resposta mais concreta para isso ao considerar o sujeito como o princípio do conhecimento, e não mais o objeto, fazendo com que as reflexões se dessem a partir do que já havia sido realizado pela Ciência. Isso trouxe um impacto para a maneira de pensar a Ciência, de forma que, muito tempo depois, um novo questionamento a ser explorado emergisse: “De que forma a ciência progride?”. Na época, as ideias mais aceitas para responder essa pergunta são as provenientes do Positivismo de Comte.

No século XX, quando o campo da filosofia da ciência passa a existir, o novo questionamento que surge é: “Quais as condições de validade do enunciado científico?”, em outras palavras, o que pode ou não ser considerado Ciência? Para responder a essa pergunta, os grupos neopositivistas e os formalistas ofereceram

diferentes caminhos. O primeiro se baseava no princípio da verificabilidade, no qual, para algo ser considerado científico era necessário verificado empiricamente. O segundo apoia a ideia de que, para algo ser científico, deve ser coerente a outros conjuntos de proposições que podem gerar resultados. Além disso, Karl Popper (1902-1994) ainda propõe uma terceira explicação, a de que a cientificidade de um enunciado não depende de sua comprovação, mas sim de sua possibilidade de ser contestado, ou seja, quanto mais uma teoria resiste a tentativas de ser refutada, mais sólida ela se torna (Benedicto, 2018).

Ainda, neste mesmo século, filósofos como Bachelard, Feyraband (2010), Lakatos (1980) e Kuhn contribuíram muito para a compreensão da Ciência. Thomas Kuhn (1922-1996), por exemplo, introduziu a noção de paradigma no sentido de modelos consensualmente aceitos dentro da comunidade científica e que são usados para explicar o mundo e orientar os caminhos a serem seguidos pela atividade científica. Para ele, enquanto a Ciência se desenvolve dentro do paradigma vigente a mesma é considerada uma ciência normal, e os pesquisadores tentam resolver os problemas com base nela. Porém, no momento em que esse paradigma não está sendo suficiente para responder às novas problemáticas e o mesmo passa a ser questionado, uma revolução científica se inicia, que é quando há a busca da construção de um novo paradigma que possa solucionar esses novos impasses.

Enquanto na Arte é possível a coexistência de inúmeros movimentos contrários, na Ciência Moderna temos momentos de ruptura entre paradigmas que são incomensuráveis. Segundo Ostermann (1996), paradigmas científicos diferentes são essencialmente incomensuráveis, o que significa que não é possível compará-los diretamente por conta das diferenças fundamentais em suas estruturas conceituais, linguagem e critérios de avaliação. Isso implica que não há uma linguagem comum ou critérios objetivos para determinar qual paradigma é "melhor" ou mais próximo da verdade. Os proponentes de paradigmas concorrentes funcionam em "mundos diferentes", o que dificulta a comunicação e a compreensão mútua entre eles. Essa ideia desafia a visão tradicional da ciência como um processo cumulativo e objetivo, destacando a natureza complexa e contextual do desenvolvimento científico.

De acordo com Ostermann (1996, p. 191),

[...] A ideia de incomensurabilidade está relacionada ao fato de que padrões científicos e definições são diferentes para cada paradigma (Kuhn, 1978). Para sustentar a tese de que as diferenças entre paradigmas sucessivos são ao mesmo tempo necessárias e irreconciliáveis, Kuhn dá como exemplo a revolução científica que substitui o paradigma newtoniano pelo relativístico.

Esta transição ilustra, segundo ele, com particular clareza a revolução científica como sendo um deslocamento da rede conceitual através da qual os cientistas vêem o mundo. Para o autor, devemos superar a concepção de que a dinâmica newtoniana pode ser derivada (como um caso particular) da dinâmica relativista (comumente esta é a abordagem dos livros e das aulas nos cursos universitários de Física). Kuhn argumenta, entre outras coisas, que os referentes físicos dos conceitos einsteinianos não são de modo algum idênticos àqueles conceitos newtonianos que levam o mesmo nome: a massa newtoniana é conservada; a einsteiniana é conversível com a energia.

A última reformulação a respeito da forma de se compreender a Ciência se deu com o fim da Segunda Guerra Mundial, após as explosões das bombas atômicas, e foi: “Quais as implicações extrínsecas da ciência?”. Com as consequências geradas pelo pós-guerra, o papel da Ciência começa a ser questionado, pois, como dito anteriormente, a mesma foi capaz de produzir resultados catastróficos, não só aos seres humanos como também para o meio ambiente, bem como de solucionar diversos deles e aprimorar a qualidade de vida do ser humano. Ou seja, passa a ficar clara a não neutralidade e a mutabilidade da Ciência, além de sua capacidade não só de compreender o mundo, mas também de transformá-lo (Benedicto, 2018).

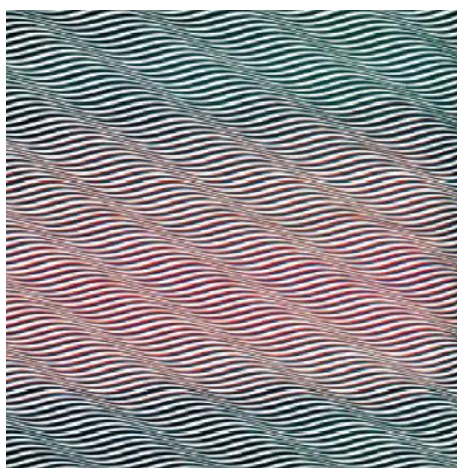
Dessa maneira, ao se pensar sobre o que é Ciência, as investigações não devem se limitar apenas aos aspectos internos a ela, mas devem considerar também toda a complexidade que a envolve externamente. A partir da consideração dos elementos sociais dentro do processo científico começa a se questionar a acessibilidade da mesma e a importância de sua difusão para além dos limites da própria comunidade científica. Daí começam a ser impulsionadas as preocupações acerca da divulgação científica, tão exploradas hoje no nosso século (Benedicto, 2018).

No campo da arte, a partir da segunda metade do século XX, surgem os movimentos considerados Arte Contemporânea. Esses novos estilos são influenciados por todo o contexto pós guerras, pela intensa industrialização, a produção de novas tecnologias e o aumento do consumo em massa. As obras contemporâneas buscam articular linguagens variadas, dificultando suas classificações e tornando mais complexa tanto a definição de arte quanto o sentido de suas representações. De acordo com Benedicto (2018, p. 98),

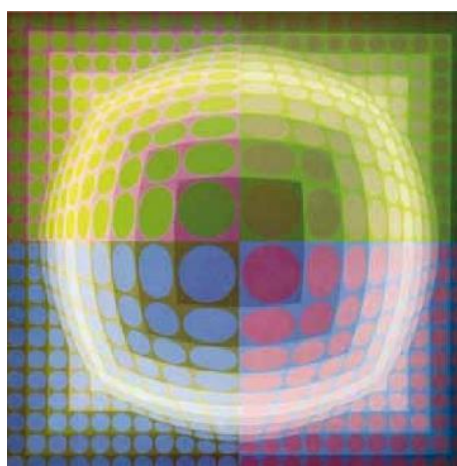
Na contemporaneidade, as artes tornam-se provocativas e intensificam sua subjetividade, colocando em questão os conceitos de arte e beleza, assim como as práticas do consumismo e o capitalismo. A ideia é virar notícia e conquistar atenção. Por outro lado, a própria arte se tornou comercial, tanto a favor da publicidade como em prol da sobrevivência do próprio artista.

É no contexto do aumento das produções industriais, da retomada da economia norte americana e da recuperação do prejuízo gerado pela Segunda Guerra Mundial que se popularizam dois movimentos artísticos: o Op-art e o Pop-art. O primeiro, relacionado com a arte óptica, buscava representar as transformações contínuas na vida do ser humano por meio de figuras geométricas dispostas de forma a incitar a ideia de movimento. Já o segundo, relacionado com a ideia de arte popular, visava apresentar elementos da cultura urbana promovida pela era industrial, incluindo imagens e objetos do cotidiano e assemelhando-se ao estilo adotado pelos meios de comunicação em massa (Figura 34) (Proença, 2007).

Figura 34 - Duas obras do Op-Art e duas do Pop-Art, respectivamente.



(A) RILEY, Bridget. *Catarata 3*. 1967. Acrílico sobre tela, 226 x 226 cm. Museu de Arte Moderna, Nova York.



(B) VASARELY, Victor. *Pal-Ket*. 1973-1974. Acrílico sobre tela, 199,5 x 199,5 cm. Coleção particular.



(C) HAMILTON, Richard. *O que é que torna os lares de hoje tão diferentes, tão atraentes?* 1956. Colagem, 26 x 24,8 cm. Museu de Arte Moderna, Nova York.



(D) WARHOL, Andy. *Marilyn Monroe*. 1967. Serigrafia sobre tela, 91,4 x 91,4 cm. Museu de Arte Moderna, Nova York.

Fonte: Imagens A, B e D retiradas de Proença (2007), e C de Farthing (2011).

Os grandes movimentos que antes duravam anos e que agregavam diversos artistas, como todos os discutidos ao longo deste capítulo, nesta segunda metade do século XX, começam a dar lugar para uma multiplicidade de concepções artísticas simultâneas, fundamentadas em diferentes ideais, tornando difícil a caracterização dessas novas tendências, como o Happening, a Arte Conceitual, a Arte por Computador, o Minimalismo, a Arte Performática e a Body Art, por exemplo (Proença, 2007).

De uma maneira geral, as inovações geradas ao longo da Idade Moderna provocaram certas desconfiâncias por parte de alguns intelectuais mais conservadores que duvidavam do caráter artístico de obras que fugiam dos elementos considerados clássicos. Entretanto, foi justamente essa tentativa de superar os conceitos

tradicionais da arte que possibilitou aos novos artistas pensar em formas de inová-la, gerando os diversos movimentos aqui citados.

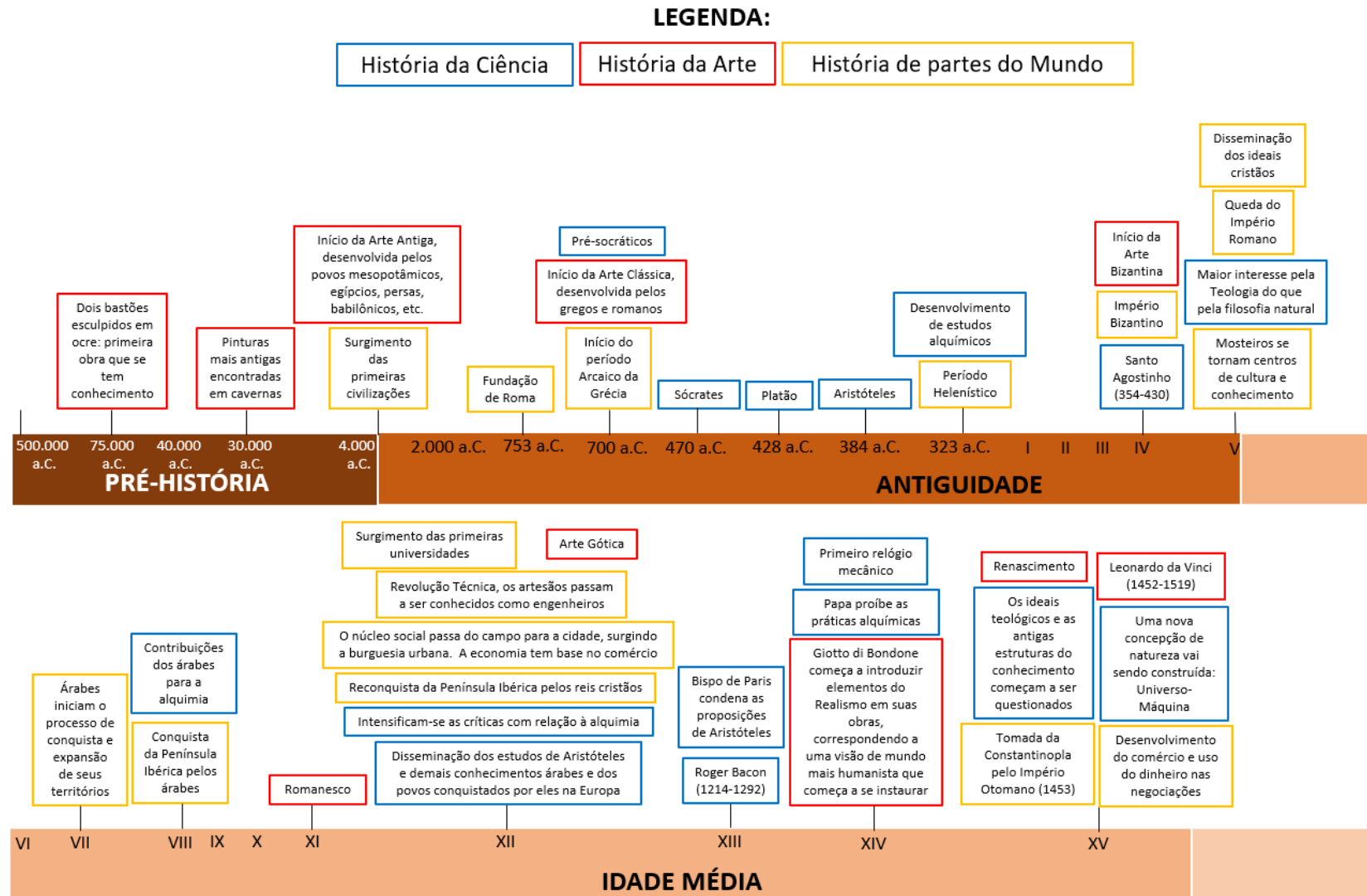
Com o advento das novas tecnologias, da fabricação e do descobrimento de novos materiais e do desenvolvimento de novas técnicas, a arte contemporânea passa a incorporar cada vez mais elementos científicos em suas criações. Além disso, hoje, na era da informação, a arte está sendo cada vez mais explorada com o intuito de veicular mensagens e estimular a habilidade do observador de interpretá-la, seja por meio de pinturas, esculturas, cinema, histórias em quadrinhos, videoarte, memes, entre outros, auxiliando, ainda, na maneira de enxergar e compreender o mundo no qual está inserido.

Em suma, este capítulo buscou evidenciar os enlaces entre a História da Arte e a História da Ciência, ao longo do desenvolvido histórico da sociedade em algumas partes do mundo. Em outras palavras, ao nos aprofundarmos na história dos processos de desenvolvimento tanto do campo da Arte quanto da Ciência e da Filosofia, foi possível observar os diversos momentos em que os contextos sociais, políticos, econômicos e culturais interferiram em ambas as áreas e como cada uma esteve presente e influenciou a outra até os dias atuais. Isso nos mostra como o conhecimento culturalmente produzido pelo ser humano ao longo da sua existência, independentemente de sua natureza, é complexo e como a Arte e a Ciência não podem ser encaradas como campos do saber comunicáveis, imutáveis e que se constroem de maneira interna a eles mesmos.

Para melhor esclarecer essas questões, no próximo capítulo discutiremos as convergências e as divergências entre Arte e Ciência, refletiremos sobre as possibilidades dessa relação e as vantagens de tal aproximação no Ensino de Ciências, mais especificamente ao que se refere à formação inicial de professores.

Antes de partir para o próximo capítulo, a seguir é apresentada uma linha do tempo contendo os principais fatos discutidos ao longo deste capítulo que envolvem a história da arte, da ciência e partes do mundo (Figura 35). Optou-se por representar os eventos de maneira agrupada a fim de ressaltar o fato de que, na história, as coisas não ocorrem de maneira linear, continuísta e isolada.

Figura 35 - Linha do tempo das histórias da Arte, da Ciência e partes do mundo.

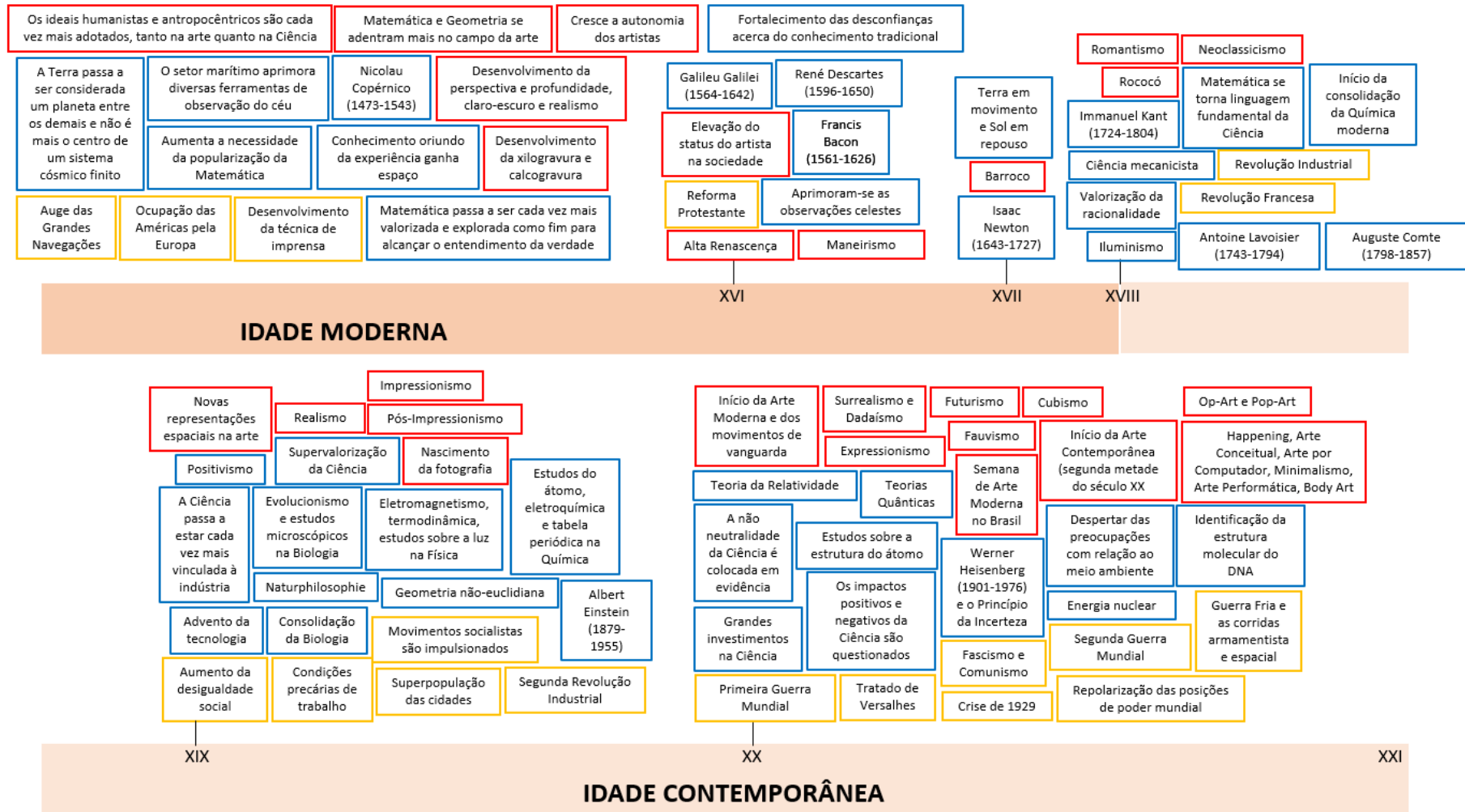


LEGENDA:

História da Ciência

História da Arte

História de partes do Mundo



Fonte: Elaborado pela autora.

2 OS PARALELOS ENTRE ARTE E CIÊNCIA

Arte e Ciência são áreas do conhecimento que se constroem a partir de aspectos característicos e próprios de cada uma, o que as diferem em vários pontos. Entretanto, pelo fato de ambas serem atividades humanas, Arte e Ciência também compartilham diversas semelhanças, entre elas a criatividade. Buscando desenvolver uma compreensão da complementariedade entre os diferentes saberes, como defendido por Bachelard (1974), no intuito de alcançar uma visão da complexidade do ser humano, da natureza e seu conhecimento, é necessário, principalmente dentro de uma abordagem interdisciplinar, refletir sobre os paralelos que há entre Arte e Ciência.

Além disso, como essa pesquisa se pauta no ensino para a criatividade, é importante refletirmos como se dá o processo criativo em ambas as áreas, além dos aspectos considerados essenciais para o seu desenvolvimento no ambiente educativo, partindo da visão contextual da criatividade.

2.1 Divergências entre Arte e Ciência

Diversas são as discussões e as noções acerca do que seria a Arte e a Ciência. As mesmas podem ser compreendidas como duas culturas (Snow, 2015), duas disciplinas, formas de conhecimento, áreas produtoras de saberes, mas, definitivamente, todas as linhas convergem para o fato de que ambas são atividades humanas.

Além dessa semelhança, outra que pode ser citada é o fato de que tanto a Ciência quanto a Arte se constroem por meio da teoria e da prática, o que será discutido no próximo tópico. Entretanto, há uma noção de senso comum de que ambas as áreas sejam completamente opostas, isentas de qualquer tipo de relação entre si, o que é reforçado ainda mais por uma confusão semântica que atribui à Ciência a dimensão teórica, racional e objetiva do conhecimento e à Arte as esferas prática, emocional e subjetiva (Benedicto, 2018).

Existem, sim, diferenças entre elas, porém, não são essas comumente expostas que autores da área, como Kuhn (1982) e Snow (2015), discorrem sobre e discutem em suas obras. Sendo assim, neste tópico, a partir destes dois autores, principalmente, serão apresentados os elementos que distinguem Arte e Ciência.

Thomas Kuhn, em seu livro *“La tensión esencial: estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia”* (1982), discute, em seu último capítulo,

a relação entre Ciência e Arte. O mesmo, na tentativa de esclarecer a distinção entre essas duas esferas e de superar as dicotomias clássicas já citadas anteriormente, concentra-se em três pontos principais: os produtos dos cientistas e dos artistas; as atividades das quais estes resultam; e a resposta do público a eles.

Em relação aos produtos, Kuhn (1982) discute a diferença que existe entre as ilustrações científicas e artísticas. Para ele, as pinturas, mesmo podendo conter imperfeições ou serem consideradas atípicas, acabam sendo o produto final da atividade artística, ou seja, elas configuram aquilo que o pintor tende a produzir e sua notoriedade depende da atratividade que possuem. Já na Ciência, as ilustrações são, na melhor das hipóteses, um subproduto da atividade científica e, geralmente, podem ser feitas e analisadas por técnicos antes mesmo do próprio cientista. Além disso, após serem publicadas, as ilustrações científicas originais podem ser descartadas, algo que não acontece com as artísticas. Sendo assim, reforçando a reflexão de Hafner, Kuhn aponta que um produto final da Arte é justaposto a um instrumento da Ciência.

Reforçando essa ideia, um paralelo apresentado por Kuhn diz respeito ao uso de conceitos matemáticos em ambas as áreas. Segundo o mesmo, a simetria, a sensibilidade e a elegância, não só nas expressões simbólicas, mas também em outras formas da estética matemática, são essenciais tanto na Ciência quanto na Arte. Entretanto, enquanto na Ciência a estética se configura, no máximo, em um instrumento, ou seja, um critério de escolha entre teorias ou uma forma de orientar a imaginação na busca de soluções para problemas técnicos, na Arte ela é, em si mesma, o objetivo do trabalho.

Apesar dessa diferença, Kuhn discute que tanto os artistas quanto os cientistas enfrentam diversos problemas técnicos que devem ser resolvidos ao longo de seus trabalhos. Além disso, ambos são orientados por noções estéticas e formas de percepção já estabelecidas. Entretanto, o objetivo de cada um é diferente. O artista visa a produção de objetos estéticos e, para isso, o mesmo deve superar tais problemas. Já para o cientista, o objetivo é solucionar a problemática e a estética se apresenta como um instrumento para tal. Sendo assim, tanto no que se refere aos produtos da Arte e da Ciência quanto às atividades que os resultam, o que é fim para o artista é meio para o cientista, assim como o contrário.

Esse contexto leva a uma outra diferenciação que diz respeito à forma como a Ciência e a Arte lidam com o público e o privado. A comunidade científica compartilha

e divulga tanto internamente quanto externamente diversas soluções de problemas, porém, a maneira como os mesmos investigam e suas respostas estéticas são variadas e privadas. Já na Arte, o autor afirma que não é capaz de generalizar sua ideia, porém, questiona se os membros de uma mesma escola artística não compartilham de um mesmo estilo e estética já determinados antes da resolução dos problemas, de maneira a torná-los um grupo coeso e com uma identidade bem definida para o público.

Outra diferença discutida por Kuhn se refere à reação do público. Para o autor, uma característica em comum entre Ciência e Arte, que é também uma resposta contemporânea, é o distanciamento do público. Geralmente, a rejeição à Ciência corresponde a sua atividade como um todo, enquanto que na Arte, é a negação de um movimento em detrimento de outro que atenda a percepções e concepções mais individuais, por exemplo, a opinião de que Arte Moderna não é arte, mas sim a Renascentista, pois representaria mais o real.

Independente disso, ambas se apoiam em um público, seja de maneira direta ou por intermédio de certas instituições, que consome tanto a arte quanto os produtos tecnológicos da Ciência. Entretanto, somente para a Arte há um público externo, isto é, os próprios cientistas é que constituem o público da Ciência, e quanto maior a especificidade da área, menor é este grupo. Neste sentido, somente eles é que podem examinar criticamente seus trabalhos e apenas seus julgamentos afetam o desenvolvimento posterior de sua carreira, o que não acontece na Arte.

Os artistas também julgam uns aos outros e, frequentemente, pequenos grupos apoiam trabalhos inovadores mesmo quando há muitas críticas tanto do público externo quanto dos próprios artistas (na Ciência, quando a comunidade científica é contra alguma ideia a mesma é descartada para todos até o surgimento de uma nova que satisfaça todo o grupo). Apesar disso, o julgamento não se limita apenas internamente. Muitos são os expoentes de avaliação do trabalho dos artistas, como galerias, museus e críticos de arte (que muitas vezes não produzem arte). De uma maneira geral, a Arte é intrinsecamente uma atividade conduzida por outros em formas e em graus que a Ciência não é.

Outra diferença é a forma como o público lida com a noção de moderno. Enquanto na Ciência, a modernidade se configura como algo mais desejado pelo público por representar o que há de mais atual no mercado, na Arte a mesma se refere a um estilo artístico caracterizado por fugir às normas clássicas e permitir maior

liberdade de ousadia em sua criação, o que não se encaixa no gosto de uma boa parte do público. Isso exemplifica de maneira mais clara a forma como o julgamento do público é mais forte em relação à Arte do que à Ciência, pois o não entendimento dos produtos da segunda é mais bem aceito do que da primeira (Benedicto, 2018).

Essas principais diferenças acabam implicando e se relacionando com outras divergências entre Arte e Ciência que Kuhn (1982) também discute, como o valor atribuído aos produtos do passado, a identidade de fins e meios, e a existência de um público. A elas também se relacionam outras diferenças como a forma como Arte e Ciência lidam com suas tradições, história e inovação, que também serão discutidas.

De acordo com o autor supracitado, a Arte pode sustentar ao mesmo tempo muitas tradições ou escolas incompatíveis, pois o triunfo de uma tradição artística não anula outra. O fato de sustentar diferentes linhas ao mesmo tempo faz com que as suas controvérsias sejam resolvidas de maneira mais lenta. Além disso, na Arte, o fim da controvérsia muitas vezes significa não mais do que a aceitação da nova tradição, mas não necessariamente a morte da antiga. Diferentemente da Ciência, que é paradigmática, suas controvérsias são solucionadas mais rapidamente. Kuhn aponta, ainda, que a diferença de tempo que leva o processo de superação de controvérsias entre essas duas áreas também implica no fato de haver na Arte reconhecimentos póstumos com mais regularidade do que na Ciência, pois geralmente, por acontecer de maneira mais rápida, os cientistas ainda estão vivos quando suas contribuições são reconhecidas.

Isso explica o fato de a Arte valorizar mais seus produtos do passado se compararmos à Ciência. Na Arte, os mesmos são valorizados e seguem presentes no cenário artístico, sendo essenciais tanto na formação do gosto do público quanto na iniciação de novos artistas. Na Ciência predomina-se uma visão anacrônica e uma tradição de valorizar o presente em detrimento do passado, sendo geralmente apenas os historiadores aqueles que leem as obras científicas antigas, além do fato de os novos avanços da Ciência serem responsáveis pela substituição dos antigos materiais de estudo - o que está relacionado com a forma como cada área lida com os seus paradigmas e tradições discutidos anteriormente. Kuhn afirma que, de uma maneira geral, ao contrário da Arte, a Ciência destrói seu passado, e esse é um dos principais contrastes entre elas.

Essa pesquisa defende justamente a importância da História no aprimoramento da Ciência como um todo, mas principalmente da sua compreensão mais holística,

humana e crítica (daí a proposta de nos voltarmos para as Artes e aprendermos, dentre outras coisas, como enriquecer essa relação com o passado). Entretanto, não tem como negar o fato de que a forma como a Ciência é apresentada para a sociedade e até mesmo desenvolvida dentro dos cursos de formação tem um caráter utilitarista, é difícil de se encontrar um fazer ciência pela ciência, diferente da Arte, que explora esse fim em si mesma. Portanto, resgatar algo do passado pode ser uma arte renovada, enquanto que, na Ciência, algo do passado não tem finalidade, pois a contribuição daquele conhecimento não é tão óbvia (exige outras preocupações, indagações e compreensão crítica da Ciência), uma vez que somos formados a pensar de uma maneira mecânica, de aplicação, antropocêntrica, no sentido de contribuição material para o homem.

Benedicto (2018, p. 161) aponta que essa diferença fica ainda mais clara ao voltarmos nosso olhar para a forma como os cursos superiores da área de Ciências e Artes são estruturados. De acordo com o mesmo, os primeiros disponibilizam “[...] de 30 a 60 horas de sua carga horária total a disciplinas de história da ciência (isso quando há a disciplina, que em alguns casos é optativa), ao passo que em cursos artísticos encontra-se o triplo ou mais de tempo dedicado à história das artes”. Essa diferença também aumenta quando nos voltamos para os números de museus de Ciência e de Artes espalhados no Brasil, cerca de 200³³ e 2098³⁴ respectivamente.

A diferença na forma como Arte e Ciência lidam com suas tradições, paradigmas e questões históricas também reflete na maneira como cada área se desenvolve. Como a Ciência se constrói por meio da superação de ideias, desvalorizando certos conhecimentos desenvolvidos no passado, é possível afirmar que cientistas e matemáticos de hoje possuem mais conhecimentos na área do que os antigos. Já no que se refere à Arte, por ressaltar a importância dos artistas do passado e seus respectivos produtos ainda no presente, e ainda pelo fato de suportar diferentes escolas ao mesmo tempo, a mesma não permite afirmar que os artistas de hoje saibam mais de arte do que os anteriores (Benedicto, 2018).

Tais fatores implicam também na comunicação entre essas áreas e o público. Como dito anteriormente, a Arte possui um público externo e a comunicação entre o

³³ Disponível em <https://www.museudavida.fiocruz.br/index.php/confira-guia-com-centros-e-museus-de-ciencia-de-todo-brasil#.ZjQB8XbMJPY> Acesso em 02/05/2024.

³⁴ Disponível em <https://www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/existe-pelo-menos-um-museu-em-1172-munic%C3%ADpios-conforme-pesquisa> Acesso em 02/05/2024.

mesmo e os artistas é mediada por produtos de tradições passadas, e não por inovações contemporâneas, uma vez que essa é a função dos museus e instituições semelhantes que geralmente apresentam produtos de uma ou mais gerações anteriores, o que reforça uma resistência à inovação por parte desse público - isso demonstra, mais uma vez, a relação próxima que a Arte tem com a História, ao contrário da Ciência (Kuhn, 1982).

No caso da Ciência, um dos motivos pelos quais não exista ou que seja difícil a criação de tal público a ela é que instituições mediadoras como museus não exercem influência na vida profissional do cientista. Além disso, os produtos pelos quais ela se comunica, mesmo que sejam apenas de uma geração atrás, são considerados mortos.

É importante ressaltar que esses argumentos pautados em Kuhn discorrem sobre a maneira como a área científica encara e se desenvolve de uma maneira geral nos moldes modernos. Justamente pelo fato de a Ciência não valorizar a História, as potencialidades dos espaços não formais como museus e centros de Ciência (Gaspar, 1993), desprezar o caráter humano que a mesma possui e demais elementos que dificultam essa compreensão mais holística, que esta pesquisa defende a abordagem histórica e relações interdisciplinares no Ensino de Ciências, assim como ressalta tais características das Artes, a fim de refletirmos sobre as possibilidades de apreendermos com elas tais aspectos e, dessa forma, aprimorar-nos.

Em seguida, o autor questiona por que os museus, tão importantes para os artistas, não tem função para os cientistas, e o mesmo sugere que isso pode estar relacionado com as diferenças de metas de cada área. Kuhn ainda reflete sobre o que o artista diz para si mesmo ao observar uma obra de arte original que o satisfaça esteticamente, mas reconhecendo que pintar exatamente da mesma maneira seria uma violação dos conceitos básicos de suas crenças artísticas. Ele também afirma não entender por que uma obra de uma grande artista como Rembrandt é considerada uma arte viva, mas uma cópia que só pode ser diferenciada com provas científicas é rejeitada.

Kuhn segue sua reflexão afirmando que esse problema de falsificação e cópia não existe na Ciência (com exceção dos plágios de escrita), uma vez que as semelhanças entre trabalhos científicos são plausíveis e necessárias, o que leva o autor a se questionar o que é considerado certo e errado nessa ideologia que considera a tradição morta, mas seus produtos vivos.

A respeito dessa dúvida do autor sobre como uma cópia praticamente perfeita de uma obra de arte (e aqui devemos lembrar que estamos focando nas artes visuais) não ser considerada arte e também a comparação que o mesmo faz com a Ciência, pode-se dizer que isso esteja relacionado com alguns fundamentos de cada uma dessas áreas. Segundo Benedicto (2018), enquanto a Ciência trabalha com a ideia de universalidade, ou seja, de que outros cientistas em diferentes contextos possam alcançar resultados parecidos, a Arte se debruça principalmente no aspecto de originalidade, valorizando mais a individualidade do artista.

Nesse sentido, as produções científicas seguem dois princípios que as orientam e as qualificam: o da reprodutibilidade e o da repetitividade. Isso significa que para um estudo ser aceito, o mesmo deve ser passível de ser reproduzido diversas vezes obtendo resultados semelhantes. Já na Arte, quanto mais únicas as obras forem, mais estimadas elas se tornam, por isso que as ideias primárias, ou seja, seu caráter original, se sobressai em relação à capacidade técnica de conseguir fazer algo visualmente igual.

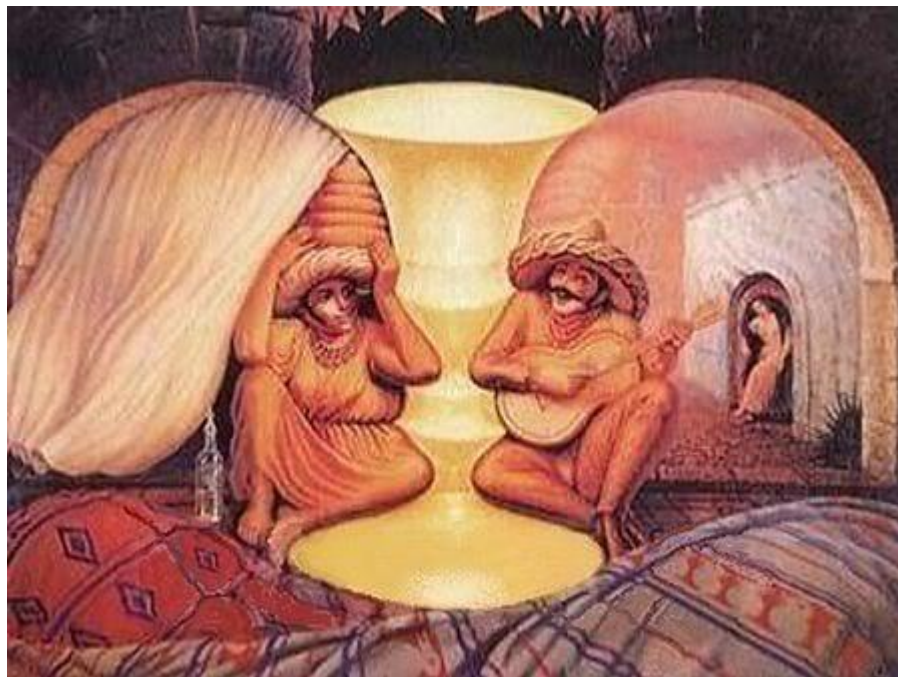
Isso implica também na importância que é dada à autoria dos produtos de cada uma dessas áreas. Muitas vezes, para a compreensão de uma obra artística, como um poema ou quadro, é necessário conhecer o nome e a história do artista por trás dela. Já no que se refere aos conceitos científicos, desconhecer seu autor pode dificultar o entendimento do processo que levou ao produto final, mas não impede a sua compreensão.

Além disso, Benedicto (2018) aponta também que essa questão da universalidade da Ciência implica no aspecto de sua inteligibilidade e, conseqüentemente, de sua linguagem. Como a mesma busca uma compreensão mais ampla, acaba fazendo uso de certas convenções linguísticas, como o uso de símbolos e abreviações conhecidas mundialmente. Um exemplo disso são os símbolos que representam os elementos químicos da tabela periódica.

A linguagem interfere na maneira como cientistas e artistas se comunicam com seu público. Os primeiros buscam um discurso objetivo, de forma que o mesmo possa ser compreendido o mais claramente possível, evitando ao máximo ambiguidades em sua leitura a fim de respeitar o aspecto da universalidade. Isso é válido tanto no que diz respeito às ciências exatas quanto às sociais, que, por meio de detalhadas descrições de como os estudos foram realizados, permite que as subjetividades ali contidas possam ser compreendidas e debatidas. Já em relação à Arte, a

subjetividade é protagonista, e sua capacidade de promover diferentes interpretações em seus espectadores e sua ambiguidade são elementos centrais de sua natureza. Por exemplo, o que você consegue ver na Figura 36? Na Arte, o diálogo entre o olhar do artista, do público e o mundo em si está sempre em aberto (Benedicto, 2018).

Figura 36 - Quadro “Casal ou Músico” (1930), de Salvador Dalí.



DALÍ, Salvador. *Casal ou Músico*. 1930. Óleo sobre tela, 54 x 65 cm. Coleção particular.

Fonte: <https://www.flickr.com/photos/praladedali/15109519616>

Retomando Kuhn, outro ponto discutido pelo autor é a forma como cientistas e artistas lidam com a solução de problemas, o que também se relaciona com os fatores apresentados até agora. Os primeiros costumam apresentar suas soluções como as únicas possíveis ou as melhores disponíveis e o seu objetivo é justamente resolver o problema em questão. Neste momento, todas as tentativas anteriores perdem sua relevância para a investigação, e com isso são desconsiderados todos os fatores privados, idiossincráticos, os meramente históricos e estéticos, enfim, todos aqueles os quais permitiram que o cientista chegasse à solução. Diferentemente na Arte, os rascunhos dos artistas ocupam um lugar relevante e permitem uma apreciação mais completa por parte do espectador. Em outras palavras, é por esse motivo que na Ciência não há lugar para museus, pois o que poderia ser mostrado ali não ajudaria na sua busca pela solução dos problemas (Kuhn, 1982). Embora hoje, como a pesquisa defende, se discuta as possibilidades de contribuição que as tentativas e erros dos cientistas podem proporcionar à compreensão do fazer científico no Ensino

de Ciências (vide a ciência particular de Louis Pasteur), desmistificando a Ciência como um todo e tornando-a mais humana.

Já os artistas também solucionam problemas, sejam eles relacionados à perspectiva, cores, composição, técnicas de pintura, entre outros, porém, este não é o seu objetivo final, que é estético, mas apenas um meio para alcançá-lo. Sendo assim, duas obras de arte sobre uma mesma temática podem ser encontradas em um museu, ou seja, podem ser apresentadas duas soluções para o mesmo problema, enquanto que na Ciência isso acaba sendo difícil de ocorrer (Kuhn, 1982), mas não impossível, vide a Mecânica Quântica.

No que se refere a formação de cientistas e artistas, Benedicto (2018) tece algumas diferenças. Segundo o autor, as melhores oportunidades que se tem para fazer ciência estão relacionadas a ambientes de ensino, principalmente instituições de ensino superior. Embora haja outras opções, é ao longo da carreira acadêmica que os sujeitos terão maior contato com o fazer científico. Nesse sentido, a formação superior é necessária para que a pessoa seja reconhecida como um cientista, até mesmo porque os locais onde irá trabalhar requerem uma titulação. Em contrapartida, na Arte, quando alguém se forma em um curso superior, isso não significa que ele seja um artista. A sua formação possibilita que habilidades sejam desenvolvidas e que conhecimentos sejam construídos, porém, para que o mesmo seja considerado um artista, esse título é irrelevante, sendo necessário apenas criar arte e que a mesma seja reconhecida como uma.

Kuhn (1982), ao discorrer sobre o desenvolvimento das carreiras de artistas e cientistas, aponta que o primeiro grupo pode mudar de estilo, às vezes até radicalmente, ao longo da vida, uma vez que iniciam suas carreiras seguindo o estilo de seus mestres e, com o tempo, começam a desenvolver sua própria identidade. Tais mudanças também podem ocorrer na carreira dos cientistas, porém, de forma involuntária, sendo impostas de forma hierárquica e provocadas, por exemplo, por dificuldades internas de uma tradição que o cientista já vinha trabalhando desde o início. Ainda, tais mudanças são aceitas com relutância, uma vez que essa ação pode imprimir a ideia de que o que foi desenvolvido até então pelo grupo de certa forma estaria errado.

Kuhn discorre, em seguida, sobre as diferenças entre as crises internas na Arte e na Ciência, e afirma que a primeira não experiencia as crises que uma tradição científica encontra quando os problemas que ela tem que resolver deixam de

responder como deveriam. Isso está diretamente relacionado com o objetivo de cada uma, uma vez que o da Ciência é justamente solucionar problemas. Nesse sentido, o autor aproxima o desenvolvimento da Matemática ao da Arte, cujas crises também são raras no que se refere ao campo como um todo.

A função das crises na Ciência é apontar para a necessidade de inovação, orientar os cientistas na busca da mesma no sentido de encontrar melhores formas de resolver os problemas. Na Ciência, a inovação não tem que ser algo primordial, ou seja, a ideia de inovação com fim em si mesma é condenada. Sendo assim, no desenvolvimento científico, a inovação deve conservar-se como uma reação muitas vezes relutante a desafios particulares provocados por problemas específicos.

Já em relação à inovação na Arte, tanto individualmente quanto em grupos os artistas buscam novas coisas para expressar e também novas maneiras de expressá-las, fazem da inovação um valor primordial e o fazem assim antes mesmo da vanguarda dar a esse valor uma expressão institucional. Pelo menos desde o Renascimento, este componente inovador da ideologia do artista tem feito pelo desenvolvimento da Arte o mesmo que as crises internas têm feito para fomentar as revoluções na Ciência.

Por fim, o autor conclui em seu capítulo que é incontestável que tanto a Ciência quanto a Arte são produtos da conduta humana, entretanto, não é por isso que não possuam diferenças importantes.

Além dessa obra de Kuhn (1982), outro livro que será discutido, porém mais brevemente, é “As Duas Culturas e uma Segunda Leitura”, de Snow (2015), que também abordará algumas diferenças entre Arte e Ciência. Este livro, embora tenha dividido a opinião de diversos intelectuais, foi responsável por promover grandes debates no século XX sobre os distanciamentos entre artistas e cientistas.

Nesta obra, o autor defende que há uma polarização entre a cultura científica, mais especificamente os físicos, e a artística, voltando-se mais para os literários. Ou seja, a principal diferença postulada por ele é o fato de constituírem diferentes culturas. O mesmo refere-se ao termo cultura no sentido antropológico, isto é, cada grupo possui características que os definem e os diferem de outros dentro de uma mesma sociedade. Os membros de uma mesma cultura não precisam se compreender totalmente, porém, há certos padrões, pressupostos e atitudes em comum entre todos aqueles do mesmo grupo.

Snow foi um cientista de formação e um escritor por vocação. Devido a isso, teve contato com estes dois grupos, sendo suas reflexões baseadas nessa experiência. A partir de sua vivência, o autor afirma que os dois grupos eram semelhantes em questões sociais, financeiras, raciais e de inteligência, entretanto, ambos perderam em grande parte o interesse de manterem uma relação de comunicação, além de apresentarem profundas divergências nas esferas intelectual, moral e psicológica. É nesse sentido que o autor, discorrendo sobre o contexto inglês do século XX, afirma que a sociedade ocidental se encontra polarizada entre intelectuais da literatura e cientistas.

Essa falta de comunicação resultou em uma profunda incompreensão entre ambas as culturas, e até mesmo em uma certa aversão para com a outra área, principalmente entre os jovens, acarretando em uma visão distorcida sobre Arte e Ciência dos membros de cada grupo que pode ser perigosa e que leva a um sentimento de total contrariedade em relação ao outro. Tal realidade, segundo Snow, faz com que cada polo saiba muito pouco, ou quase nada, sobre o outro, fazendo com que diversas oportunidades, no que se refere ao campo do pensamento e da criação, sejam desperdiçadas e perdidas, ambos os polos se auto empobrecem.

Snow discute que essa divisão cultural é reforçada por dois motivos: a educação especializada, que, de acordo com o mesmo, é muito mais profunda na Inglaterra do que qualquer outro país; e a tendência em consolidar as divisões sociais estabelecidas ao invés de flexibilizá-las (lembrando que o autor discorre no contexto do século XX). Segundo o autor, ao comparar o sistema educacional britânico com o norte-americano e o russo, o mesmo tece críticas ao modelo especializado de seu país e afirma que isso faz com que o jovem saiba mais sobre ciência do que os estudantes de outros países, porém, menos sobre qualquer outro conhecimento.

Nesse sentido, por fim, a maneira de superar tal problemática e alcançar maiores níveis de criatividade e intelectualidade, segundo Snow, seria repensar a educação no sentido de permitir uma maior comunicação entre as duas culturas, pois é necessário que haja um equilíbrio entre o pensar da vida intelectual e o da vida social.

Uma das grandes polêmicas desta obra foi o fato de o autor apresentar Arte e Ciência como duas culturas. O objetivo aqui não é discutir tal problemática, mas sim ressaltar o fato de que existem, sim, diferenças entre esses dois campos, e que a falta de comunicação entre eles prejudica a visão que se tem sobre a Arte e Ciência como

um todo e enquanto relação, gerando consequências negativas dentro do ensino de Ciências, como, por exemplo, o não desenvolvimento da capacidade criativa nos futuros professores e cientistas.

São nesses ideais que esta pesquisa se fundamenta, o de promover uma aproximação e comunicação entre Ciência e Arte, ou químicos e artistas, a fim de superar a especialização e mecanização do ensino de Química e contribuir para o desenvolvimento da criatividade dos mesmos. Nesse sentido, no próximo tópico serão discutidas as semelhanças e aproximações entre essas duas áreas.

2.2 Intersecção entre Arte e Ciência

Apesar de apresentarem diferenças, Arte e Ciência, possuem diversas semelhanças entre si, que, conforme a proposta desta pesquisa, ao serem consideradas enquanto complementares são capazes de aprimorar o ensino de Ciências e a compreensão da natureza.

A semelhança fundamental entre as duas é que ambas são frutos da atividade humana, o que implica diversos outros fatores que as aproximam. Kneller, em seu livro “Ciência como atividade humana”, destaca a influência de aspectos sociais, culturais e históricos no desenvolvimento da Ciência. O mesmo desafia a visão tradicional de que ela é algo puramente objetivo e neutro. Nesse sentido, Kneller também discorre sobre o aspecto humano que envolve o processo científico, como as perspectivas e ideologias dos cientistas que, apesar de ignorados e/ou mascarados, muitas vezes, determinam resultados alcançados. Nessa obra, o autor destaca como o processo científico é dinâmico e não linear e traz para a reflexão como a humanidade e a sociedade ditam o desenvolvimento da ciência quando consideramos os fatores éticos, políticos e filosóficos relacionados à prática científica (Kneller, 1980). Todos esses elementos também se fazem presentes na Arte. A diferença é que a mesma tem consciência disso e considera tais fatores no Ensino e em suas produções, diferente no Ensino de Ciências, que ignora essas reflexões, implicando em visões equivocadas e limitantes sobre a Ciência.

Outros três elementos principais compõem esta intersecção: a imaginação, a criatividade e a intuição. A partir de tais aspectos é possível traçar outras convergências, que serão discutidas ao longo deste tópico. Para isso, faremos uso de referenciais que discutem a respeito da mente humana de uma forma geral (Vigotski,

2003; 2009) e outros que ressaltam aspectos relativos às áreas de Arte e Ciência (Bachelard, 1974; Bronowski, 1977a; 1979; 1983; Zamboni, 2006).

Uma característica que diferencia o ser humano do restante dos animais é a sua capacidade de previsão, ou seja, de se colocar em situações imaginárias e por meio disso planejar e alterar suas ações antes de colocá-las em prática. Dessa forma, a imaginação possibilita que o ser humano crie símbolos para representar ideias e também considere diferentes possibilidades e pondere sobre as mesmas a fim de melhor alcançar o que planeja (Bronowski, 1977a; 1983).

De acordo com Vigotski (2003), tanto a imaginação quanto a criatividade e a fantasia não são opostas à realidade como muitos pensam, pelo contrário, todas se constroem a partir da experiência real do ser humano. Até mesmo os elementos fantásticos que pensamos (unicórnios, fadas e sereias, por exemplo) são junções de características conhecidas por nós. Este autor afirma que, diferentemente da memória, que busca organizar em partes na mente aquilo que já foi vivido, a função da imaginação seria a de organizar comportamentos ainda não experienciados. Porém, de uma forma geral, todas essas dimensões, seja na Ciência ou na Arte, trabalham com o real de duas maneiras: com o material que as formam e com as emoções ligadas a elas.

Ressaltando o caráter plástico da mente, o autor desenvolve sua ideia de imaginação e criatividade enquanto atividades humanas que influenciam e são influenciadas pelas construções culturais, intelectuais e materiais que se desenvolvem ao longo do tempo. Daí a importância na área educacional de o professor tentar buscar na experiência pessoal do aluno os aspectos necessários para o entendimento de uma determinada temática, pois as áreas de conhecimento com as quais temos contato (História, Ciência, Arte, entre outras) constituem saberes que estão presentes no conjunto da experiência social coletiva da humanidade construída historicamente, mas que, de maneira geral, não ocorreu em nossa experiência direta. Isso faz com que seja necessário, portanto, o uso da imaginação, e, nesse caso, o professor deve guiá-la com base na vivência do aluno para que o mesmo possa melhor alcançar a compreensão desses conhecimentos (Vigotski, 2003).

Análogo a isso, Bronowski (1983) define a imaginação como a capacidade humana de construir imagens no espírito e de reelaborá-las, uma vez que consegue armazenar imagens de coisas ausentes, que não se apresentam aos sentidos, permitindo, assim, que o ser humano ultrapasse os limites da experiência imediata.

Ainda, isso lhe proporciona um grau de liberdade do qual os outros animais não usufruem. Essa liberdade consiste no prazer sentido ao explorar situações imaginárias e em conferir caráter pessoal a símbolos e palavras ao manipulá-los, fazendo com que cada indivíduo possua uma linguagem própria que o diferencie de todos os outros.

De acordo com este autor, as imagens que mais estão presentes na mente são as palavras, sendo uma das principais ferramentas da imaginação. Elas e os demais símbolos criados pelo ser humano possuem a mesma função de representar algo não presente aos nossos sentidos, de forma que o pensamento e a imaginação possam formular uma determinada ideia. Sendo assim, fazemos uso da linguagem não só para nos comunicarmos, mas também para construirmos, reelaborarmos e refletirmos sobre nossas próprias ideias.

Nesse sentido, a imaginação pode ser considerada uma capacidade dinâmica que permite, simultaneamente, manipular imagens nas nossas mentes e, por meio da comunicação, seja a partir do contato com uma obra de arte ou um teorema, recriá-las nas mentes dos outros. Em outras palavras, seja na Arte ou na Ciência, a atividade humana produz situações imaginárias que podem ser reelaboradas por outras pessoas.

Para Bronowski (1983), essa é uma das principais semelhanças entre Ciência e Arte, uma vez que ambas constroem imagens e desenvolvem experiências em contextos imaginários. O mesmo considera separar raciocínio de imaginação uma noção equivocada. Para ele, quando a criança começa a reter imagens na sua mente e a manipulá-las, a mesma já superou o limiar da imaginação e do raciocínio.

Portanto, seja por meio de símbolos de equações ou palavras como “saúde” e “amor” em um poema, o raciocínio vai trabalhar com essas imagens de coisas ausentes. Nesse sentido, no que se refere ao contexto educacional, o autor afirma ser prejudicial aos processos de ensino e de aprendizagem, principalmente no que diz respeito às crianças, separar o raciocínio da imaginação, pois esta última vai além da fantasia, é elemento chave da manipulação das ideias. Em outras palavras, “[...] quase tudo o que fazemos, que merece ser feito, faz-se em primeiro lugar com os olhos da mente” (Bronowski, 1977a, p. 25).

Ainda sobre isso, Bronowski (1977a; 1983) discute que o fato de os seres humanos desenvolverem experiências imaginárias por mais tempo que os outros animais contribuíram com o avanço do processo evolutivo de nossa espécie. Geralmente, as demais espécies de animais possuem uma memória prática, e seu

comportamento está relacionado com algum tipo de hábito ou condicionamento criado que gera respostas mais automáticas. Portanto, suas ações, diferentemente do ser humano, não estão atreladas a criação de imagens de coisas ausentes no espírito.

Segundo o autor supracitado, essa capacidade está relacionada, entre outros fatores, com o fato de o ser humano possuir uma infância mais longa, e por isso desenvolver brincadeiras e experimentos por mais tempo. Além disso, a maior parte de nossas vivências educacionais, sejam elas formais ou informais, busca estimular a exploração de situações imaginárias. Dessa forma,

A criança que brinca a fingir que faz isto ou aquilo está a experimentar e aumentar os seus músculos intelectuais. E esta actividade imaginativa dá à criança confiança e liberdade no seu ambiente futuro. A palavra <experiência> é a descrição exacta daquilo que a criança está a fazer. E esta palavra básica da ciência é também a descrição exacta do que o adulto faz quando efectua algo absolutamente original. Um físico faz experiências com situações materiais cujas propriedades não conhece totalmente e um poeta tenta encontrar o seu caminho através de situações humanas que não compreende integralmente. Ambos estão a aprender através da experiência. E ambos estão a fazer experiências com situações que têm de imaginar antes de as poderem criar (Bronowski, 1983, p. 35).

Bronowski (1977a) afirma que neste momento, por meio das brincadeiras nas quais um objeto passa a representar alguma outra coisa, a criança une imaginação e razão, que, por meio de processos dedutivos e indutivos, permite associações e especulações no intuito de alcançar relações de sentido entre as coisas. Entretanto, não se pode concretizar qualquer especulação puramente imaginativa sem confrontá-la com uma experiência real, seja ela humana ou com base nos pressupostos científicos, uma vez que isso poderia tornar a investigação superficial, que é desprezada tanto no caso da Ciência quanto no da Arte, pois, no caso da primeira, isso poderia falsificar a natureza em sua totalidade, e, na segunda, distorcer a natureza humana.

Ainda sobre este tópico, para o filósofo Gaston Bachelard, tanto a criação científica quanto a artística se dão por meio da imaginação criadora. Em suas obras, imaginação e criação podem ter o mesmo sentido, uma vez que, para ele, a primeira é sempre criadora em seu sentido originário. Este autor discorre sobre a complementaridade entre o ser diurno - racional, que tem consciência clara, relacionado à cultura do recomeço, isto é, que busca as contínuas reelaborações - e o noturno - que se relaciona com as origens, o começo, e que busca, por meio dos devaneios, criações originárias livres de um passado -, que constituem o mesmo ser (Bachelard, 1974; Barbosa; Bulcão, 2004; Carvalho, 2011; Paiva, 2005).

É nesse sentido, caminhando para a superação das dicotomias, que Bachelard apresenta essa ideia de complementaridade também entre razão e imaginação, pois ambas são criadoras e dinâmicas. Ao devaneiar, a imaginação cria imagens sem relação com a realidade concreta, mas neste movimento que o ser humano faz entre o seu ser noturno e diurno, o mesmo passa a relacioná-las com o meio e reelaborá-las por meio da racionalidade, criando uma ideia. Entretanto, é possível dizer que qualquer atividade que passe pelo crivo da razão não possui uma liberdade total, pois a mesma é limitada pelo contexto no qual o ser humano se insere. Por isso que é no devaneio que temos acesso à completa liberdade de criação (Paiva, 2005).

Em outras palavras, Carvalho (2011, p. 15), ao discorrer sobre as ideias sobre a imaginação criadora presentes nas obras de Bachelard, afirma que

[...] A arte sem a imaginação estaria fadada a ser meramente uma técnica de figuração, não seria criação. De outra parte, a ciência sem a imaginação não avançaria para além da observação e constatação dedutiva. Pelo devaneio o cientista e o artista se aproximam, pelo devaneio se criam a surrealidade e a surracionalidade, as quais manifestam a íntima constituição libertária do ser humano.

Dentro dessa perspectiva de complementaridade entre as dimensões racional e imaginativa, talvez seja possível afirmar que não somente a razão é o elemento chave que nos diferencia do restante dos animais, mas também a imaginação, isto é, somos seres racionais e imaginadores, visionários.

Essa noção de complementaridade é uma ideia introduzida não só pela Filosofia, mas também pela Ciência. O princípio da complementaridade foi enunciado por Niels Bohr em 1928. A natureza da matéria e radiação é dual e os aspectos ondulatório e corpuscular não são contraditórios, mas complementares (onda e partícula). A noção de complementariedade nos permite compreender outras dimensões e possibilita o desenvolvimento de novos conhecimentos (Bohr, 1961).

Além disso, outro aspecto que caracteriza o ser humano e, consequentemente, as áreas da Arte e da Ciência, é sua alta capacidade de criação. Desde os primórdios, a imaginação e a criatividade têm movido o ser humano na direção de sua liberdade e sobrevivência. Liberdade essa relacionada com a exploração da natureza, e não a sua negação. Tais capacidades permitiram que o mesmo retivesse em sua mente a imagem do animal mesmo quando este não estava presente e se acostumasse com a ideia e o comportamento do mesmo, de maneira a tomar atitudes além das instintivas. Nesse sentido, tanto a lança quanto as pinturas rupestres criadas são

exemplos de atividades que demonstram que o ser humano supera os impulsos mecânicos da natureza (Bronowski, 1983).

De acordo com a Psicologia Histórico-Cultural, diferentemente dos outros animais, o ser humano se desenvolveu em uma sociedade organizada com base no trabalho, e isso foi mudando a sua natureza. Dessa forma, esse processo foi e ainda é influenciado por um caráter sócio-histórico. Todo conhecimento e aptidões que o ser humano constrói se consolidam na forma de um produto, seja ele material, intelectual ou ideal. Nesse sentido, o aprimoramento de um instrumento do trabalho corresponde a um novo nível de aperfeiçoamento das aptidões motoras do ser humano e a complexidade da sua natureza. Portanto, aquilo que o ser humano cria e desenvolve contém toda uma história desse processo de construção sócio-humano, ou seja, as novas gerações que se iniciam se encontram em um mundo de objetos e fenômenos criados pelas gerações passadas, e, para se apropriar desses elementos, é preciso estabelecer uma relação que reproduza a essência acumulada no objeto (Leontiev, 1978). Isso corresponde à ideia de criatividade e imaginação apontada tanto por Bronowski (1983) quanto por Vigotski (2003; 2009) de que as mesmas se dão com base na experiência humana e que realizam constantes processos de apropriações e reelaborações.

Bronowski (1983) afirma que produzir artefatos é algo em comum em todas as culturas humanas e que isso é identificado desde o início da evolução humana. De acordo com o mesmo, há um padrão no que se refere a criação de um artefato que é identificado desde os mais rústicos e antigos até os mais elaborados e modernos, que é o fato de o ser humano, por meio da exploração da natureza do material e da sua própria invenção, conseguir transformar algo em outra coisa com uma nova função (a pedra virou faca, as rochas viraram templos). É nesse sentido que o autor afirma que o nosso espírito é criativo, e é o fruto dessa atividade que foi tornando fértil o caminho para a construção do que temos conhecimento até hoje, tanto na Ciência quanto na Arte.

As atividades científicas e artísticas, por meio da imaginação e da criatividade, buscam encontrar e, de certa forma, criar uma ordem/unidade na variedade dos aspectos da natureza a nós apresentados. Tais atividades exploram semelhanças ocultas, tentam fundi-las e é aí que reside o ato criativo. É a partir deste movimento que se desenvolve um pensamento ou criações originais, que não se finalizam aí, vão para um público que as recria para si. O produto da criatividade existe em dois

momentos: no ato de fazê-lo e no momento de apreciação. No segundo, temos a oportunidade de vivenciarmos e recriarmos para nós, tornar significativo, o momento em que o criador encontrou a semelhança oculta (Bronowski, 1979).

Entretanto, vale ressaltar que há uma diferença entre Arte e Ciência nesse momento de apreciação, que se refere a “[...] natureza do ajustamento entre a obra criada e o ato de recriação” (Bronowski, 1977a, p. 19). Para este autor, embora o processo de recriar englobe o fato de tornar a criação significativa para nós, na Ciência, que busca uma única interpretação, a experiência intelectual do criador pode ser reproduzida integralmente pelo espectador. Já na Arte isso não acontece, a experiência do artista não se ajusta à nossa, nós recriamos a obra, mas não a sua essência.

É nesse sentido que o autor supracitado afirma ser equivocada a ideia de que Arte e Ciência copiam a natureza, isto é, se os artistas fizessem cópias, os críticos se limitariam a avaliar se aquela obra condiz ou não com a realidade, e se a Ciência fosse uma cópia da natureza, então suas teorias seriam definitivas, julgadas como certas ou erradas de maneira absoluta. Para ele, Arte e Ciência recriam a natureza, a refazem por meio do ato criativo na busca da semelhança na variedade e com base na experiência do criador e do espectador.

Para Bachelard, Ciência e Arte também criam realidades. A primeira não consiste em uma descrição da realidade, mas sim uma construção fundamentada na dialética entre teoria e prática, na probabilidade e nas aproximações. Já a segunda, por meio do devaneio criador, nos apresenta/cria a realidade experienciada do artista, sua visão. Essa noção se aproxima dos ideais artísticos e científicos do século XX - contexto que influenciou os pensamentos deste filósofo -, que passam a discutir a natureza e o real com base nos princípios da relatividade, incerteza, conhecimento aproximado, surrealismo e supra-realidade (Bachelard, 1974; Carvalho, 2011; Reis; Guerra; Braga, 2006).

Para Vigotski (2009), a atividade criadora corresponde à criação de algo novo. Há dois tipos de atividades humanas para este autor: a reprodutiva, que está relacionada com a memória e busca reconstituir experiências passadas; e a criadora, que está mais profundamente relacionada com a imaginação e, a partir disso, projeta experiências ainda não vividas, o que a torna uma atividade que permite ao ser humano se voltar para o futuro. Nesse sentido, pode-se dizer que a imaginação é a base da criatividade. Em suas próprias palavras,

[...] a imaginação, base de toda atividade criadora, manifesta-se, sem dúvida, em todos os campos da vida cultural, tornando também possível a criação artística, científica e a técnica. Nesse sentido, necessariamente, tudo o que nos cerca e foi feito pelas mãos do homem, todo o mundo da cultura, diferentemente do mundo da natureza, tudo isso é produto da imaginação e da criação humana que nela se baseia (Vigotski, 2009, p. 14).

De acordo com o autor supracitado, o processo se dá da seguinte maneira: primeiro se colhem os elementos da experiência humana; depois acontece a dissociação dos mesmos; então há a modificação desses elementos, que se dá por meio da rejeição de alguns traços e o realce/exagero de outros, em uma constante reelaboração; posteriormente, ocorre a associação dessas diferentes partes em um sistema organizado; por fim, o processo se finaliza na cristalização dessa associação em imagens externas.

Esse processo criativo, segundo Vigotski (2009), acontece de forma gradual, do mais simples para o mais complexo. Para cada etapa do desenvolvimento humano, essa atividade possui uma característica específica, e a mesma não se dá de maneira isolada, está intrinsecamente relacionada com o conjunto de vivências de cada indivíduo. Para ficar mais claro, o autor resume a relação entre realidade e imaginação em quatro leis:

- A primeira se refere ao fruto da imaginação fundamentado por aspectos retirados da realidade ou de experiências anteriores. Nesse caso, quanto mais rica a experiência, mais rica a imaginação;
- A segunda diz respeito a imaginar com base na experiência do outro, exigindo, assim, um maior acúmulo de vivências próprias para que possamos reelaborar essa outra para nós mesmos. Isso ressalta o potencial da imaginação em ampliar a nossa experiência, pois a mesma nos permite vivenciar algo que não nos ocorreu de fato;
- A terceira inclui o envolvimento da dimensão emocional. As emoções se expressam interna e externamente, e estão associadas a diversas imagens que nos remetem a certos sentimentos. Elas podem determinar, muitas vezes, as combinações feitas pela imaginação, o que frequentemente leva a agrupamentos não previstos, ampliando quase que infinitamente as possibilidades imaginativas. Enquanto nesse caso o sentimento influencia a imaginação, ou seja, dependendo de como estamos nos sentindo criamos imagens diferentes, outra possível relação com a imaginação é quando esta nos desperta sentimentos, quando assistimos um filme ou ouvimos uma música

e ficamos emocionados, por exemplo. Independentemente do caso, sendo uma imaginação baseada na nossa vivência ou na de outros, a emoção sempre será real;

- A quarta lei se refere à consolidação da imaginação na realidade, ou seja, quando o fruto da atividade criadora é materializado em algum objeto, teorema ou obra de arte, passando a existir, de fato, no nosso mundo.

De acordo com essas leis propostas é possível afirmar que o ato de criação exige tanto fatores intelectuais quanto emocionais. Além disso, fica clara a influência da realidade sobre as capacidades imaginativas e criativas. Segundo Vigotski (2009, p. 42), os criadores são frutos de seu próprio tempo e meio, portanto,

[...] sua criação surge de necessidades que foram criadas antes dele, e, igualmente, apoia-se em possibilidades que existem além dele [...] nenhuma invenção ou descoberta científica pode emergir antes que aconteçam as condições materiais e psicológicas necessárias para seu surgimento. A criação é um processo de herança histórica em que cada forma que sucede é determinada pelas anteriores.

Retomando a terceira lei discutida por Vigotski, assim como na imaginação, toda atividade criativa, seja ela científica ou artística, promove divertimento/prazer. Isso está relacionado com o ato de explorar sua própria atividade. Por vezes as pessoas podem não sentir prazer em ler ou conhecer um determinado assunto científico, mas isso tem raiz no fato de não compreenderem o processo pelo qual o mesmo foi construído, ficam presas apenas ao aspecto externo da experiência, tendo uma atitude passiva em relação a isso. De acordo com Bronowski (1983), para que um trabalho criativo exista, de fato, para nós, é necessário que o recriemos, ou seja, o mesmo movimento que fazemos para compreender um poema ou obras da literatura com os quais relacionamos à nossa experiência em um sentido ativo de participação também é preciso para a compreensão de um teorema científico.

O autor supracitado redireciona essa reflexão para a questão educacional. O mesmo traz o questionamento de que se essa atitude passiva não estaria relacionada com a linguagem técnica utilizada pela Ciência, que dificulta a compreensão de seu processo imaginativo e discorre que todo professor de Ciências pode apontar casos de alunos que ficam presos apenas a essa linguagem técnica, não recriando tais saberes para si mesmo, de maneira a recorrer a mecanismos de memorização, mas não de entendimento. Isso faz com que, com o passar do tempo, sejam formados “[...] os assalariados da Ciência, competentes na rotina, mas completamente desprovidos de imaginação” (Bronowski, 1983, p. 37).

Entretanto, o autor aponta que essa problemática também pode estar além da linguagem técnica, pois a linguagem pode ser apreendida, mas quando a ideia científica referente a ela não encontra relações com pensamentos habituais ou com a nossa vivência, isso se torna um obstáculo para a imaginação recriar tal conhecimento para nós mesmos e torná-lo significativo. Por isso a importância de o professor fazer referência a vivência do aluno ao trabalhar determinados conteúdos, pois, como aponta Vigotski (2003), isso é essencial para que algo seja imaginado e compreendido de maneira mais adequada.

Sendo assim, de uma maneira geral, a imaginação e a criação, que são profundamente inter-relacionadas, como foi possível perceber até aqui, se desenvolvem com base na experiência humana, seja na Ciência ou na Arte, por isso acompanham, influenciam e são influenciadas pelo desenvolvimento histórico dos contextos sociais. Isso faz com que as mesmas compartilhem o mesmo sentido de verdade, uma não é mais verdadeira do que a outra. Em outras palavras,

[...] Todas as obras criadas, em ciência e em arte, são extensões da nossa experiência em novos reinos. Têm todos de estar em conformidade com a experiência universal da humanidade e com as experiências particulares de cada homem. A obra científica ou artística toca-nos profundamente, no espírito e nas emoções, quando condiz com a nossa experiência e, ao mesmo tempo, aponta para além dela. É este o sentido de verdade que arte e ciência partilham; e é mais importante do que as diferenças de conteúdo factual que as separam (Bronowski, 1983, p. 45).

Sob a ótica de uma corrente psicanalítica neofreudiana, Zamboni (2006) discute o tópico criatividade relacionando-o com a intuição. De acordo com o mesmo, para compreender a mente humana é necessário considerar seus atributos, como a imaginação, a criatividade, a intuição e a racionalidade, como formas complementares de funcionamento. Nesse sentido, não se pode afirmar que em suas atividades criadoras a pessoa cientista ou artista faça uso apenas da razão ou da intuição, ambos funcionam como o yin yang (Capra, 1982). O que vai determinar a predominância de uma ou de outra são os paradigmas que fundamentam cada atividade.

Portanto, diferentemente do que se acredita por senso comum, a intuição está presente não apenas na Arte, mas também no desenvolvimento da Ciência, até mesmo porque a mesma está na base da criatividade, que, como já discutimos anteriormente, é um elemento essencial de ambas as áreas. Tanto uma como a outra lidam em certo momento com ideias que são mais sentidas do que compreendidas. O conhecimento intuitivo, de uma maneira geral, está relacionado com o inconsciente e

não se constrói por meio do intelecto, mas sim com base em uma experiência direta percebida pelo consciente, o que dificulta a compreensão de como o mesmo se processa de fato (Capra, 1982; Kneller, 1978; Ostrower, 1987; Zamboni, 2006).

De acordo com Ostrower (1987), os processos intuitivos se caracterizam pela maneira como a intuição se relaciona com a percepção, ambas formas de conhecimento que visam estruturar e dar significado aos dados. É nessa relação que algumas informações são captadas de forma não consciente, associadas e reformuladas de modo a se tornarem significativas. É nesse momento que às vezes, de maneira “misteriosa”, enxergamos uma conexão até então não percebida que passa a se encaixar na situação que estamos vivenciando.

Segundo Zamboni (2006), quando agimos de maneira consciente fazemos uso da memória pertencente a esta dimensão. Entretanto, existe a memória do inconsciente, que concentra informações do passado que não conseguimos acessar a qualquer instante e quando queremos de forma consciente. Nesse sentido, diversas experiências, mesmo aquelas menos marcantes e que são esquecidas pela memória consciente, seguem armazenadas nesta outra memória, e é isso que gera os momentos de intuição, que consistem em uma resposta/visão instantânea das relações entre diferentes objetos que se dá na ausência de uma explicação lógica racional. Em suas próprias palavras, “[...] a intuição ocorre sempre que faltarem meios empíricos e racionais para processar o contato com o mundo. É um salto, um pulo que racionalmente não se sabe como se deu [...]” (p. 31).

A intuição está presente nas atividades de artistas e cientistas. A Arte, em sua grande maioria, é desenvolvida e apreciada com base em impulsos intuitivos, daí a dificuldade em explicá-la de maneira verbal ou lógica, o que é importante para o campo artístico, pois isso iria contra sua natureza. Isso não significa que a racionalidade não esteja presente no processo de construção da Arte ou que a mesma não possa ter partes suas explicadas por críticos ou outros artistas, porém, há um lado da obra que só é feito e assimilado de maneira não verbal. Já na Ciência, quando os cientistas se deparam com situações em que não há informações lógicas e objetivas disponíveis, é nesse momento que, muitas vezes, a intuição exerce influência sobre as escolhas e atitudes tomadas ao longo do processo científico. Entretanto, enquanto artistas não precisam justificar seus movimentos, cientistas necessitam encontrar uma explicação formal para a resposta ou visão intuitiva que tiveram (Zamboni, 2006).

Ostrower (1987) afirma que o ser humano intui no trabalho, e que, ao longo do processo criativo, a matéria que vai sendo alterada nos fornece desafios a serem superados, ou seja, sempre o criador terá que fazer escolhas sobre qual caminho seguir. Essas escolhas são feitas por meio de noções intelectuais, com base na experiência ou a partir do nosso senso de ordenação interior, da sensibilidade, da intuição.

De acordo com Zamboni (2006), diferentemente da intuição, a criatividade seria fruto do pré-consciente, que atua quando relaxamos o lado racional. Seguindo essa perspectiva, o processo criativo, no intuito de encontrar soluções interiores, realiza diversas trocas rápidas entre o intuitivo e o racional. As primeiras ideias surgem no pré-consciente e, nesse momento, elas não são muito claras, mas vão ganhando forma conforme vão sendo submetidas a uma forma de linguagem, a fim de que se tornem compreensíveis pela dimensão racional.

Sendo assim, a formação de uma ideia se dá por meio da busca de uma solução e de um *insight* promovido pelo intuitivo, que gera elementos que são ordenados pelo intelecto. Posteriormente surge outro problema e o processo se repete. Nesse sentido, o autor supracitado afirma que a criação é uma organização e integralização de elementos que não apresentavam relações a priori, algo como a busca da semelhança oculta discutida por Bronowski (1983).

Ainda, Zamboni (2006) ressalta a presença de um caráter pessoal e subjetivo no processo criativo em que se desenvolve tanto o trabalho artístico quanto o científico. Dessa forma, ambos irão espelhar em suas criações a sua visão pessoal, portanto, Ciência e Arte não se diferem no ato criativo, mas sim no que se refere aos conteúdos, aos paradigmas e conhecimentos acumulados que fundamentam a obra.

De uma maneira geral, este autor resume sua ideia afirmando que

[...] a criatividade está intimamente ligada à sensação de descoberta. É algo novo, é um caminho encontrado para solucionar alguma coisa, e só depois de encontrado se percebe qual foi esse caminho. É descobrir algo que estava escondido, é pressentir de forma insólita a coerência de elementos arranjados dentro de uma forma nova. Enquanto descoberta, enquanto solução, não se pode fazer nenhuma distinção fundamental entre criação artística e científica (Zamboni, 2006, p. 35).

A partir dessas três dimensões - imaginação, criatividade e intuição – que também são movidas pelo empenho e dedicação do ser humano, seja ele artista ou cientista –, é possível compreender os demais pontos em que Arte e Ciência convergem. No capítulo 1 foi possível notar as aproximações e os distanciamentos

entre essas duas áreas ao longo da história. Houve momentos em que Ciência, Arte e Filosofia caminhavam sempre juntas, como na Idade Média, e outros em que houve uma cisão profunda entre elas, como na Idade Moderna. Apesar disso, Bronowski (1977a; 1977b) e Caruso (2021) afirmam que os grandes momentos da história, de mudanças na forma de compreender o mundo, se deram quando Ciência e Arte avançavam lado a lado, ou seja, embora cada área lide de maneira diferente com seus paradigmas, as profundas transformações que ocorreram nesse âmbito na Ciência acompanharam as da Arte, influenciando e sendo influenciadas pelos contextos histórico-sociais.

Essa é outra semelhança que pode ser citada. Como ambas são atividades humanas que constituem conhecimentos produzidos historicamente pelo ser humano, os diferentes âmbitos que constituem a sociedade, sejam eles políticos, econômicos, culturais, históricos, religiosos ou sociais, determinam diversos caminhos a serem tomados tanto dentro da Arte quanto da Ciência, e vice-versa. Essa relação é tão profunda que os paradigmas desenvolvidos pela Ciência podem influenciar fortemente a construção de movimentos artísticos, de maneira que, se o contexto fosse outro, seria praticamente impossível de acontecer. Em outras palavras, “[...] dificilmente um mundo atômico e descontínuo poderia ser representado nos preceitos aceitos pelas artes clássicas” (Benedicto, 2018, p. 163).

Isso fica claro, por exemplo, ao olharmos para a Idade Contemporânea, mais especificamente o início do século XX, período cuja relação entre Física, Biologia, Matemática, Química e as Artes Visuais fica ainda mais evidente, principalmente a partir de Picasso e Braque. Neste período há a presença de determinantes revoluções científicas e artísticas fundamentadas em uma nova forma de compreender a natureza, que buscava uma percepção dos objetos além de suas faces externas (Reis; Guerra; Braga, 2006).

Teorias como a da relatividade de Einstein, a Quântica, os estudos de Thompson, Lorentz e Rutherford sobre os átomos e o Princípio da Incerteza de Heisenberg, colocaram em xeque diversos princípios racionalistas e mecanicistas que orientavam o pensamento científico. Em outras palavras, Capra (1982, p. 72) descreve esse momento da seguinte maneira:

Em contraste com a concepção mecanicista cartesiana, a visão de mundo que está surgindo a partir da física moderna pode caracterizar-se por palavras como orgânica, holística e ecológica. [...] O universo deixa de ser visto como uma máquina, composta de uma infinidade de objetos, para ser descrito como

um todo dinâmico, indivisível, cujas partes estão essencialmente inter-relacionadas e só podem ser entendidas como modelos de um processo cósmico.

Surge assim uma nova Ciência, com base no conhecimento aproximado e nas probabilidades ao invés das certezas, o que exige, como aponta Bachelard (1974), um novo espírito científico fundamentado na noção de complementaridade e na ruptura das dicotomias e dos absolutismos, em um movimento que reconhece a construção do conhecimento científico enquanto um processo que é dinâmico e que abre espaço para uma dialética entre sujeito, objeto, teoria, prática, entre outros (Carvalho, 2011).

Neste mesmo período (século XX), na Arte, novas noções estéticas e princípios ideológicos e filosóficos passaram a ser desenvolvidos, e o Modernismo surge como uma nova forma de pensar para se contrapor aos ideais do Classicismo. Como explicado no capítulo anterior, os movimentos decorrentes desta época passam a rejeitar os padrões estéticos até então adotados pelas artes, acompanhando as ideias científicas que estavam borbulhando naquele momento.

De uma maneira geral, os novos conhecimentos científicos deste período influenciaram movimentos como o Cubismo, o Abstracionismo e o Surrealismo, que partiram dessa noção da desmaterialização e de que a essência dos objetos não se limita às características visuais. De acordo com Reis, Guerra e Braga (2006), não é coincidência o fato de a Ciência e a Arte construídas ao longo do século XX serem as de mais difícil compreensão pelo público, pois apresentaram noções da realidade além das básicas já internalizadas pela sociedade, exigindo cada vez mais o movimento da abstração.

Nesse sentido, os novos princípios que fundamentam o fazer científico contemporâneo, como os de “[...] impermanência, imprecisão, relatividade e indeterminismo resultam na criação de uma ambiência propícia à consideração da imaginação criadora constitutiva da construção do conhecimento científico” (Carvalho, 2011, p. 81). Ou seja, ressaltam a importância do papel da imaginação na Ciência, algo que sempre foi muito valorizado na Arte e que por muito tempo teve sua função mascarada e rejeitada dentro do desenvolvimento científico. Dessa forma, corroboramos a ideia de Bachelard de que querer se prender nas dicotomias hoje é uma perda de tempo. As mesmas devem ser superadas, uma vez que é na

complexidade e na complementaridade das duas áreas que reside uma melhor compreensão do ser humano e da natureza.

Referente a isso, podemos destacar como a noção de perspectiva e a nova Ciência que foram construídas ao longo da revolução científica, ao serem pensadas de maneira complementar, proporcionou diversas contribuições positivas tanto para o campo da Arte quanto o da Ciência, a exemplo de Galileu, que, por meio de seus conhecimentos artísticos, foi capaz de compreender e representar as características reais da Lua em seus desenhos, possibilitando-o até mesmo a determinar a altura das montanhas lunares (Reis; Guerra; Braga, 2006).

Essa íntima conexão entre Arte, Ciência e sociedade implica em uma outra semelhança, que é a sua relação com o público. Embora ambas lidem de maneira diferente com o mesmo, como já explicado no tópico anterior, tanto a Arte quanto a Ciência desenvolvem produtos que devem ser divulgados e validados por seus públicos específicos. Em outras palavras, o processo de validação de cada uma constitui uma diferença, entretanto, ambas necessitam passar por este crivo, pois tanto para a Arte quanto para a Ciência estarem presentes na sociedade, é necessário que as mesmas sejam reconhecidas e aceitas por seus públicos (Benedicto, 2018).

Nesse sentido, essa convergência que considera o caráter social e cultural presentes nos campos da Arte e da Ciência está relacionada, de certa maneira, com a forma como os processos imaginativos e criativos se dão, isto é, com base na experiência, exigindo constantes reelaborações tanto do criador quanto do público e representando o conjunto de conhecimentos humanos construídos historicamente. Refletir sobre isso é de extrema importância para o ensino de Ciências, pois enfatiza o caráter humano de ambas as áreas e a complexidade que constitui o processo de construção do conhecimento das mesmas.

Isso recai em uma das principais semelhanças entre essas áreas, que é o fato de ambas serem atividades humanas que constituem formas de conhecimento por meio de processos que buscam compreender, se relacionar e refletir sobre o mundo no qual está inserido. Embora tais processos se desenvolvam por meios e objetivos diferentes, tanto o artístico quanto o científico caminham no sentido de se alcançar algum tipo de entendimento, e ambos possuem a necessidade de explorar (Benedicto, 2018; Bronowski, 1977a, 1979; Kneller, 1980).

A busca pelo conhecimento é movida pela curiosidade, dedicação e empenho que guiam artistas e cientistas a buscarem uma compreensão mais abrangente, ou

seja, que vai além do óbvio e imediato. Nesse sentido, pode-se afirmar que ambos se interessam pelo novo e desconhecido e, a fim de alcançar tal entendimento, realizam processos que incluem formular hipóteses, imaginar e planejar situações, fazer registros das ideias e manifestar percepções sobre algo. Tais processos são criativos e trazem as especificidades e a universalidade do ser humano (Bronowski, 1983; Rangel; Rojas, 2014).

A construção de ambos os conhecimentos é possível graças às capacidades humanas de pensar, imaginar, criar e intuir que, como dito anteriormente, representam os principais elementos da intersecção entre Arte e Ciência. Nesse sentido, partimos da noção de que tais saberes não se limitam a sua materialização enquanto produtos. Há no imaginário do senso comum a ideia equivocada de associar essas duas áreas do conhecimento apenas aos seus produtos, desconsiderando ou simplificando todo o processo criativo para chegar até eles, o que dificulta muitas vezes a compreensão desses saberes produzidos. Em outras palavras, Arte e Ciência se desenvolvem por meio de processos complexos, que englobam diversos aspectos da vida humana, seja social, a partir dos diversos contextos que os influenciam, ou fisiológico, no que se refere ao cérebro humano que, independentemente da atividade que estejamos exercendo, faz uso de seus dois hemisférios, o lógico e o criativo (Benedicto, 2018; Vigotski, 2003; Zamboni, 2006).

Em outras palavras, Rangel e Rojas (2014, p. 81), fazendo referência às ideias de Moles, afirmam que

A imaginação é um processo criativo, que permite antecipar, antever, formular hipóteses, rever ou superar conceitos. Com o exercício do pensar imaginativo é possível encontrar soluções inovadoras e ousadas, que aproximam o campo da ciência do campo da arte. Na arte, na ciência e na atividade cotidiana, a imaginação pode conduzir à percepção de algo original, ou a um encadeamento de ideias que remetem a uma nova situação ou a um novo conceito. Da mesma forma, a criatividade, em suas diversas expressões, pode estar associada a processos e resultados comuns da criação artística e da produção científica. Nesse sentido, Moles (1981) observa a integralidade do espírito humano e dos processos de criação, que empregam, concomitante e complementarmente, o pensamento racional e a forma estética.

Ainda, além do fato de Arte e Ciência serem consideradas formas de conhecimento, as mesmas também permitem um movimento comunicativo entre o mundo e os sujeitos envolvidos com tais saberes, sejam aqueles que os produziram ou aqueles aos quais foram apresentados. Nesse sentido, a educação surge como

elemento chave na realização desta interação e da democratização de tais saberes (Benedicto, 2018; Kneller, 1978; Vigotski, 2009).

Outra convergência entre Ciência e Arte é que ambas buscam a universalidade daquilo que o ser humano tem conhecimento. No caso da Arte, sejam as visuais, literárias, musicais, entre outras, isso ocorre por meio da representação de casos particulares com o máximo de detalhamento possível, de forma que o sujeito tenha contato imediato com a realidade intencionada pelo artista, levando a uma compreensão de sua totalidade. Já na Ciência, é por meio da aproximação entre estudos de casos específicos que os cientistas desenvolvem suas leis e teorias que possuem caráter generalizável. Nesse sentido, tanto uma quanto a outra buscam encontrar uma unidade em meio à variedade de experiências que temos com a natureza, ou seja, buscar uma lógica, um padrão ou uma explicação para as diversas informações disponíveis sobre algo (Bronowski, 1979, 1983; Pietrocola, 2004). Em outras palavras, “[...] o que encontramos é sempre individual, mas o que aprendemos com isso é sempre geral” (Bronowski, 1983, p. 17).

Em relação ao detalhamento, segundo Bronowski (1977a), Leonardo da Vinci foi responsável por contribuir de maneira muito significativa para a Ciência de sua época. De acordo com o autor, ao olhar para a natureza com sua perspectiva de artista, Leonardo foi capaz de perceber que Ciência e Arte buscavam o sentido da natureza nos seus pormenores. Localizado em um período no qual a Ciência apresentava explicações mais amplas, este cientista-artista evidenciou a importância dos detalhes na compreensão da natureza.

Isso recai em outra semelhança: o fato de ambas fazerem uso da imaginação e da criatividade faz com que seja possível encontrar beleza e sentir prazer nas duas atividades. De acordo com Bronowski (1979), o espírito criador está na Arte e na Ciência, e o ato da criação reside na descoberta de uma semelhança oculta. Nesse momento, há prazer ao lidar com representações de situações do imaginário e há beleza no ato de encontrar a unidade na variedade, como na transposição da ideia para uma linguagem codificada de palavras e signos, formulando leis e teorias, no caso da Ciência, ou pinturas, poemas e música, no caso da Arte.

Bronowski (1983) ainda afirma que pensar que a Arte é divertida e a Ciência é entediante é uma ideia equivocada, pois toda atividade imaginativa, como dito anteriormente, ao ser recriada na imaginação do sujeito, deixa de ser monótona. Nesse sentido, quando artistas e cientistas trabalham, eles criam e imaginam novas

situações que lhes proporcionam prazer e divertimento. Daí a importância em se trabalhar no ensino de Ciências os processos sob os quais a mesma é construída, pois, dessa maneira, os alunos têm a oportunidade de recriar para si tais processos e ir além de um contato passivo com o aspecto externo da experiência.

Segundo Pietrocola (2004, p. 7), este movimento de encontrar a semelhança na variedade faz com que seja necessário “[...] o transcender da realidade imediata construída a partir de experiências pessoais”. Dessa forma, tanto os artistas quanto os cientistas buscam ir além das características externas ou dos sentidos diretos e literais, os mesmos almejam a essência. Isso pode explicar a dificuldade de compreender essas áreas do conhecimento, pois, para isso, é preciso abrir mão do saber imediato e considerar a nova realidade proposta pelo cientista ou pelo artista.

Transcender a realidade imediata e buscar a unidade na variedade são processos que visam o entendimento de algo. Isso é possível dentro da Arte e da Ciência, dentre outros motivos, devido à capacidade de representação e comunicação que ambas possuem e ao fato de fornecerem um conhecimento. Embora essas duas dimensões se deem de maneira diferente em cada uma dessas áreas - a explicação, por exemplo, é um dos objetivos da Ciência, e é por isso que a mesma sempre busca uma interpretação universal dos fenômenos; já a Arte, por não ter como um de seus objetivos o alcance de uma compreensão geral, a mesma não exige uma mediação direta da razão e está aberta a diversas interpretações - ambas são capazes de gerar um entendimento sobre diversos aspectos da natureza (Bronowski, 1983).

Nesse sentido, partindo do princípio de que Arte e Ciência são formas de conhecimento que buscam uma compreensão além do imediato faz com que elas sejam consideradas meios que possibilitam ao ser humano se expressar e criar de maneira a contribuir, ambas significativamente, no aprimoramento de perspectivas e ideias.

Partindo da noção de que o conhecimento produzido pelo ser humano é complexo, reconhecemos que Arte e Ciência devem ser compreendidas como campos complementares. Nesse sentido, a especificação das áreas do conhecimento não pode ser feita de forma que comprometa uma compreensão da totalidade dos saberes.

Como já discutido, imaginar, criar, intuir e sentir são capacidades do ser humano que caracterizam as principais semelhanças entre Arte e Ciência. Dessa forma, seria equivocado dividir o ser humano em aquele que pensa na Ciência e

aquele que sente na Arte. Assim como o conhecimento por ele produzido, o ser humano é um sujeito integral, e não fragmentado.

No senso comum é normal encontrarmos associações equivocadas sobre como são desenvolvidas essas duas atividades, como a ideia de que somente a Ciência se desenvolve por meio da experimentação, embora todo tipo de arte também se dê a partir de um processo empirista, como os diversos experimentos realizados por artistas impressionistas na busca por novas cores e técnicas de pintura. Ou também o fato de que a Ciência lida apenas com a razão e a Arte com a emoção. Apesar de cada área utilizar mais uma dimensão do que a outra, dependendo de seus objetivos, esses dois códigos estão presentes em ambas as atividades, que são pensadas e planejadas. Nesse sentido, cabe afirmar que tanto a Arte quanto a Ciência se desenvolvem por meio da teoria e da prática, assim como da razão e emoção (Benedicto, 2018).

A indústria e a tecnologia, que é um produto da criatividade presente na intersecção entre Ciência e Arte, é um exemplo de que a união dos complexos elementos que compõem esses dois campos contribui para os avanços científicos no sentido de torná-los cada vez mais abrangentes. Dessa forma, partindo dessa noção de integralização dos saberes, caminha-se no sentido de repensar certos pressupostos da Ciência de maneira mais crítica, humanista e global (Rangel; Rojas, 2014).

Essa perspectiva segue a ideia do pensamento complexo desenvolvido por Morin (2007), que é aquele constituído pelo todo, ou seja, não fragmentado, constituído de conexões entre os diferentes saberes, sendo, portanto, um pensamento dinâmico, que transita entre as áreas do conhecimento. Nesse sentido, no intuito de alcançar uma compreensão mais holística da realidade, o pensamento complexo parte da noção de complementaridade entre elementos dados como dicotômicos.

Nesse mesmo sentido, Ferreira (2010), ao discorrer sobre o filósofo Gilles Deleuze, que considera a Arte, a Filosofia e a Ciência como as três asas do conhecimento, aponta que, para este autor, a partir do seu conceito de agenciamento coletivo de enunciação, o pensamento é construído de maneira não linear, similar a um rizoma, isto é, possui uma ramificação sem origem definida e que se espalha sem seguir um sistema lógico determinado.

Análogo a isso, Bachelard desenvolve sua ideia de que como a realidade é complexa, a mesma deve ser abordada dessa forma, ou seja, superando as

dicotomias e os determinismos e não considerando o conhecimento como único e absoluto. Além disso, algo marcante nas obras deste filósofo é o pensamento de que o ser humano se constitui de dois sujeitos imaginantes que são interdependentes e complementares: o ser noturno, que devaneia e cria arte, e o ser diurno, que tem consciência clara e cria ciência. Portanto, o ser humano em si é complexo, assim como o conhecimento por ele produzido, o mesmo que faz arte também faz ciência e, para isso, segue em constante movimento entre o seu ser diurno e noturno (entre o sótão e o porão) (Bachelard, 1974; Carvalho, 2011; César, 1989).

Dessa forma, ao considerar a relação Arte e Ciência passamos a reconhecer e refletir sobre determinados aspectos da construção do conhecimento que nos levam a uma compreensão mais holística do mesmo, como razão e emoção, objetividade e sensibilidade, lógica e intuição, imaginação e criação, entre outros, que estão presentes em ambas, mas que, quando são desenvolvidas dentro de suas especificidades, acabam sendo negligenciados ou mascarados, podendo resultar em noções equivocadas sobre determinado conhecimento (Rangel; Rojas, 2014).

A complexidade que envolve a construção dos conhecimentos científicos e artísticos se deve ao fato de serem produzidos pelo complexo cérebro humano. Ao defendermos a complementaridade da Arte e da Ciência e a superação de visões dicotômicas equivocadas sobre essa relação, corroboramos a ideia de Zamboni (2006) de que os dois hemisférios do cérebro - o esquerdo, responsável pela função verbal, que é mais racional e analítico, e o direito, que possui a função visual-espacial e é mais intuitivo - são necessários para se fazer Arte ou Ciência, mesmo uma parte podendo ser mais exercitada do que a outra. Dessa forma, pensar em Arte e Ciência é compreendê-las como formas complementares do conhecimento, sem hierarquizá-las ou dicotomizá-las como “razão e emoção”. Ambas são facetas integradoras de um pensamento que é regido pelas diferentes partes de um mesmo cérebro.

O autor supracitado exemplifica essa ideia dizendo que a criatividade, cujo domínio reside no hemisfério direito, não seria compreendida se não fosse codificada de maneira formal/racional pelo hemisfério esquerdo. Na Arte, podemos citar o momento de criação de uma música, que se desenvolve no lado direito, mas ao ser traduzida em uma linguagem, seja ela verbal ou musical (letras ou notas) há o exercício do lado esquerdo. Já na Ciência, Zamboni cita o caso de Einstein que, em alguns depoimentos, dizia que, na maioria das vezes, em seu trabalho, buscava uma

forma de pensamento visual, de maneira que apenas depois tentava transpor sua ideia de modo verbal ou por meio de equações.

Ainda, Bronowski (1983) afirma que toda ideia desenvolvida na mente humana, independentemente do campo do conhecimento e por mais simples que seja, provém de imagens. Ou seja, só é possível criar algo, seja uma teoria ou uma obra de arte, se passarmos por um processo de combinação e recombinação de elementos derivados da nossa experiência. Por isso que Arte e Ciência fazem muito uso de metáforas que associam partes da nossa experiência e buscam semelhanças entre elas.

Essas semelhanças citadas até aqui estão interligadas, de uma certa maneira, com o fato de o pensamento não ser anterior à complexa realidade em si, ou seja,

[...] ele não existe dissociado dos fatos ou das palavras que os expressam. Não existe “vida interior”, desvinculada da vida exterior, porque o ser humano está inserido no meio externo que o cerca. Afirma-se, pois, a premissa de que não há dicotomia entre sujeito-objeto, homem-mundo, sensibilidade-inteligência, razão-emoção (Rangel; Rojas, 2014, p. 77).

Tudo isso embasa a reflexão de Bronowski (1983, p. 81), que afirma não ser coincidência o fato de não haver uma cultura que se desenvolve apenas por meio da Ciência ou da Arte. Em suas próprias palavras,

Há um fio que percorre continuamente todas as culturas humanas que conhecemos e que é feito de dois cordões. Esse fio é o da ciência e da arte. [...] Este emparelhamento indissolúvel exprime, por certo, uma unidade essencial da mente humana evoluída. Não pode ser um acidente o facto de não haver culturas que se dediquem à ciência e não tenham arte e culturas que se dediquem à arte e não tenham ciência. E não há, certamente, nenhuma cultura desprovida de ambas. Deve haver alguma coisa profundamente enterrada no espírito humano - mais precisamente na imaginação humana - que se exprime naturalmente em qualquer cultura social tanto na ciência como na arte.

O fato de influenciarem e serem influenciadas por diferentes contextos ao longo da história faz com que tanto a Arte quanto a Ciência sejam constituídas por processos dinâmicos. Tanto uma quanto a outra, na busca pela compreensão da natureza e do ser humano, são orientadas por determinadas referências que devem ser seguidas por seus praticantes, seja algum padrão estético na Arte ou conjuntos de princípios na Ciência. Entretanto, como afirma Pietrocola (2004), tais guias ou paradigmas vão se modificando com o passar dos anos. Nesse sentido, os processos tanto de uma quanto da outra não são estáticos e absolutos.

Essa perspectiva não determinista dos conhecimentos produzidos pela Ciência e pela Arte incorre em uma outra semelhança entre elas: ambas se desenvolvem com base na dialética, ou seja, tanto uma quanto a outra, dentro do olhar contemporâneo,

se desenvolvem por meio de diversas reelaborações do conhecimento - que não é exato, mas sim aproximado - na busca pela compreensão da verdade, da realidade e da natureza que também se encontram em constantes reorganizações (Bachelard, 1974). Em outras palavras,

[...] no pensamento bachelardiano, dialético refere-se ao movimento de elaboração teórica ou experimental que se realiza mediante constantes reelaborações, de aproximações sucessivas. O real e a verdade manifestam-se nesses movimentos sem que se projete um último movimento, posto que essa última elaboração, essa última aproximação, já de início, não existe. A dinâmica e a pluralidade do conhecimento ou da criação artística revelam a dinamicidade e complexidade originária da imaginação criadora, que as constitui (Carvalho, 2011, p. 168).

Isto é, Ciência e Arte trabalham com aproximações da verdade e da realidade. Os modelos criados pelos cientistas não se diferem em essência daqueles fictícios propostos por artistas, ambos são modelos que auxiliam a compreensão de algo, mas não correspondem a representações exatas. Nem mesmo uma fotografia representa, de fato, o real, pois ali estão presentes diversas escolhas de ângulo, iluminação, além da visão e da perspectiva do artista, o que faz daquele retrato não fiel à realidade. Assim como as teorias e os conhecimentos científicos que são desenvolvidos a partir de uma parcela da natureza que é observada e conhecida até um certo momento, como a mesma está em constante mudança, podemos falar de probabilidades e aproximações, mas não de compreensões absolutas. Como diz Bronowski (1983, p. 43), “[...] nenhuma teoria científica é certa, porque toda teoria é uma extensão imaginativa da nossa experiência a reinos que ainda não experimentamos [...]”.

É por isso que falamos de uma complementariedade entre Arte e Ciência, suas aproximações nos levam a uma compreensão mais abrangente. Como afirma Kneller (1978), a história da Arte está ligada à história da Ciência e nelas nos deparamos com a linguagem construída pelo ser humano, seja ela simbólica, pictórica, matemática ou científica, usada para codificar suas ideias que seguem se modificando e se relacionando com o passar do tempo.

De uma maneira geral, os pontos apresentados até aqui não indicam que devemos ignorar as especificidades de cada uma dessas áreas, que são muitas, como fica claro no tópico discutido anteriormente. Entretanto, assim como os referenciais aqui já citados defendem, Arte e Ciência, ao compartilharem determinados pontos em comum, devem ser encaradas como complementares, no intuito de melhor alcançarmos a compreensão da complexidade que envolve os conhecimentos.

Em suma, ambas se interligam nas manifestações do ato criativo, que contém tanto a individualidade quanto a universalidade do ser humano. Cientistas e artistas são movidos pela curiosidade, dedicação, busca de pensamentos, soluções, conhecimentos, sentimentos e criações. O exercício da imaginação está na base da criatividade e, ao aproximar a Arte da Ciência, pode ser responsável pelo desenvolvimento de novas ideias nessas áreas.

Sendo assim, discorrer e refletir sobre as semelhanças e convergências entre elas contribui mais para a compreensão de ambas as áreas e também para a formação inicial de professores, uma vez que as diferenças já estão presentes e são enfatizadas no desenvolvimento interno de cada uma delas, por vezes de maneira equivocada. Neste sentido, trabalhar os elementos dessa intersecção, que é o foco desta pesquisa, é uma maneira de superar tais noções errôneas - historicamente impostas e desenvolvidas no campo científico - e desenvolver um olhar mais humano e criativo na Ciência.

2.3 Potencialidades da relação entre Arte e Ciência

Os tópicos anteriores nos mostram os diversos aspectos em comum e as diferenças que os campos da Arte e da Ciência compartilham. Tais convergências e divergências, ou seja, suas especificidades, quando exploradas enquanto complementares, são capazes de contribuir positivamente em diversos aspectos no aprimoramento de cada uma dessas áreas.

Ao longo do primeiro capítulo diversos momentos de contribuições e influências foram citados, como os trabalhos de Salvador Dalí (surrealismo) e Seurat (pontilhismo), por exemplo, influenciados respectivamente pela física das partículas e a noção de descontinuidade que estavam sendo desenvolvidas na época ou a profunda importância dos trabalhos do cientista-artista Leonardo da Vinci para ambas áreas do conhecimento. Também as observações e representações da lua de Galileu, influenciadas pelo conhecimento artístico que o mesmo possuía.

Josie Silva (2013), em sua tese que teve por objetivo compreender a relação entre a arte e a ciência e repensar propostas de reaproxima-las tomando por base o período do Renascimento, nos apresenta um conjunto de cartas, traduzidas para o português, trocadas entre Galileu e o famoso artista Cigoli. Partindo de sua obra "*Madonna Assunta*" localizada na cúpula de Santa Maria Maggiore, Silva nos apresenta a imagem de uma lua craterada aos pés de Nossa Senhora. Essa

representação de Cigoli trouxe um contraste da imagem imaculada da santa sobre uma nova representação maculada da lua, isto é, imperfeita, se diferenciado das outras pinturas que apresentavam uma lua de superfície perfeita, lisa e esférica como a da obra de Murillo, posterior a de Cigoli, intitulada “Immaculada Concepción” (Figura 37).

Figura 37 - As luas representadas nas obras de Cigoli e Murillo.



(A) CIGOLI, Ludovico. *Madonna Assunta*. 1600. Óleo sobre tela, 250 x 160 cm. Galeria Palatina, Florença.



(B) MURILLO, Bartolomé Esteban. *Immaculada Concepción*. 1678. Óleo sobre tela, 274 x 190 cm. Museu do Prado, Madri.

Fonte: Silva (2013).

A autora supracitada relaciona, de acordo com o contexto e as cartas analisadas que tinham por foco as observações que Galileu vinha fazendo por meio de seu telescópio, a adaptação artística às novas concepções científicas que estavam surgindo ao invés de seguir os cânones religiosos vigentes, destacando, assim, a sintonia entre Arte e Ciência. Em suma, ao olharmos para a história do mundo e consequentemente para a história de cada uma dessas áreas, relações como estas não são raras de serem identificadas.

Além de contribuir com a forma de se olhar para a natureza, outra maneira que a Ciência auxilia a Arte, o que é possível identificar tanto por meio de exemplos históricos quanto mais atuais, é por meio do compartilhamento de novos materiais e técnicas. Essa contribuição está presente em todos os âmbitos da Arte, nos metais e ligas utilizados na arquitetura, no desenvolvimento de novos corantes e pigmentos na pintura, na criação de novos polímeros nas artes plásticas, na eletricidade necessária direta e indiretamente nas produções artísticas, nos procedimentos químicos envolvidos na fotografia, produção de solvente, entre outros (Benedicto, 2018). De maneira resumida, Benedicto (2018, p. 130) afirma que

[...] as artes encontram no campo das ciências uma diversidade de conceitos, temas e materiais para inovar de forma crescente as suas produções. E, ao

trazerem todo esse material para um novo contexto, promovem no espectador novas formas de vivenciar, interagir e significar o mundo, reafirmando quão humanizada é ciência.

Arantes (2012) aponta que essa relação entre Ciência, Tecnologia e Arte estabeleceu processos de hibridização entre variadas linguagens, técnicas, materiais e meios, isto é, processos que integraram diferentes formas de produção, comunicação e compreensão. Essa hibridização sempre esteve presente ao longo da história da relação destes três setores, mas se intensificou a partir do século XX, de maneira que as produções dessa intersecção tenham tornado cada vez mais difícil a delimitação dos domínios de cada área.

Benedicto (2018), em sua tese intitulada “Ciência E Arte: entre conceitos, relações e implicações educacionais”, destaca diversos exemplos e momentos em que fica evidente a contribuição de cada área para com a outra, como diversas exposições artísticas que apresentam obras criadas a partir da tecnologia e de determinados conceitos científicos (Figura 38).

Figura 38 - Exemplos de obras de arte criadas a partir da tecnologia.



(A)



(B)



(C)



(D)

Fonte: Retiradas da internet³⁵.
Acesso em 17/09/2021.

Nas figuras A e C podemos ver obras de artes feitas com base em jogo de luzes. O primeiro artista desenvolve obras conhecidas como *Lightpaintings*, que são feitas por meio de um vidro tratado com revestimentos metálicos que funcionam como um prisma seletivo que separa a luz focalizada em diferentes comprimentos de onda do espectro. Já o segundo, a partir de diferentes objetos e materiais translúcidos, colocados de uma forma aparentemente aleatória, cria desenhos nas paredes por meio das luzes sobre tais elementos e as sombras formadas pelas mesmas.

Já nas figuras B e D é possível observar obras que buscaram dar forma ao som, algo invisível aos olhos. O primeiro artista, fazendo uso de uma impressora 3D, materializou as ondas sonoras do discurso feito pelo ex-presidente norte americano Barack Obama. O segundo, por meio de técnicas de fotografia de alta velocidade, captura o momento em que o som de uma determinada música ganha forma a partir de diversos pigmentos dispostos por cima de uma lona esticada próxima a um alto-falante.

³⁵ (A) Disponível em: <http://www.stephenknapp.com/commissions/jlsgs4xdu8lrelxmzpvz0l873rja3o>

(B) Disponível em: <https://newatlas.com/3d-printed-voice-sculpture/29953/>

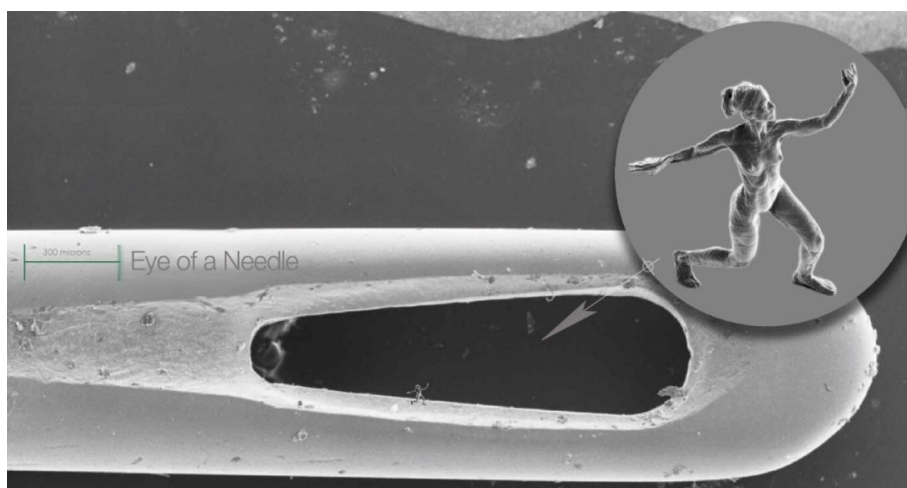
(C) Disponível em: <https://www.hypeness.com.br/2013/09/artista-utiliza-luzes-e-sombras-para-criar-incriveis-desenhos-na-parede/>

(D) Disponível em: <http://www.martin-klimas.de/de/sonic.html>

O compositor neozelandês, Nigel Stanford, também é conhecido por compor músicas e vídeos, como “Cymatics”, disponível em seu canal do YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=Q3oItpVa9fs>), onde é possível ver o formato das ondas sonoras por meio de experimentos científicos enquanto a música é tocada.

Outro exemplo interessante de ser ressaltado é a Nanoarte, que combina arte com nanotecnologia. O artista Jonty Hurwitz, por meio da colaboração de uma equipe de várias pessoas da área de Ciências e Tecnologia, criou a menor escultura humana do mundo, fazendo uso de técnicas de litografia multifotônica e fotogrametria (Figura 39).

Figura 39 - Nanoescultura de Jonty Hurwitz comparada ao buraco de uma agulha.



Fonte: Disponível em: <https://jontyhurwitz.com/nano/>
Acesso em 17/09/2021.

Segundo Jonty Hurwitz, a cola que junta Ciência e Arte é a emoção e a empatia que perpassa o processo e a obra³⁶. Este artista e também engenheiro, com base em cálculos matemáticos, algoritmos e tecnologia, desenvolve esculturas anamórficas trabalhando com a noção de perspectiva. Dependendo do ângulo que se olha, as obras parecem estar distorcidas, mas quando observadas a partir do reflexo de um cilindro ou um ângulo específico, a imagem com as proporções corretas se revela (Figura 40).

³⁶ Palestra disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=bQQv0hxvvVs&t=174> . Acesso em 03/05/2024.

Figura 40 - Escultura anamórfica criada a partir de cálculos matemáticos e tecnologia.



Fonte: Disponível em: <https://jontyhurwitz.com/red-eyed-tree-frog>
Acesso em 17/09/2021.

Ainda sobre a nanoarte, a relação fotografia e microscópio vem sendo muito explorada e diversos pesquisadores e artistas brasileiros têm ganhado destaque em concursos internacionais dessa área. As fotos são obtidas em preto e branco por meio de microscópios eletrônicos de varredura e depois são encaminhadas para programas de computadores, nas quais recebem coloração, podendo ainda passar por outros processos para aprimorar a obra. O brasileiro Enio Longo, por exemplo, é um artista plástico que trabalha nesse ramo em parceria com seu irmão Elson Longo, diretor do Centro de Desenvolvimento de Materiais Funcionais (CDMF) da Universidade de São Carlos (UFSCAR), e já expôs seu trabalho em países como França, Grécia e Romênia. A UFSCAR realiza projetos e eventos no ramo da nanoarte, como a exposição “Nanofotografia – a arte no invisível”³⁷.

Internacionalmente, podemos citar o evento anual “NanoArtography”, promovido pelo A. J. Nanomaterials Institute da Drexel University, dos Estados Unidos. No ano de 2020 deste concurso, o primeiro e terceiro lugar, e ainda a menção honrosa, ficou por conta de brasileiros: Fernanda da Costa Romeiro, Diego Luiz Tita, e Marcelo Ornaghi Orlandi, da Universidade Estadual Paulista (UNESP) de Araraquara, ficaram em primeiro com a obra intitulada “Sands of SnO”; já o terceiro

³⁷ Informações obtidas em: <http://cdmf.org.br/2021/05/19/conheca-a-nanoarte-um-encontro-entre-arte-ciencia-e-tecnologia/> e <http://cdmf.org.br/2019/09/12/exposicao-de-nanoarte-integra-programa-do-1o-festival-de-fotografia-de-sao-carlos/>. Acesso em 17/09/2021.

lugar ficou por conta de Vitor Anibal do Sacramento Mendes, da UFSCAR, com sua obra “Flower and their ties”; e a menção honrosa foi feita para Ricardo Tranquilin, também da UFSCAR e integrante do CDMF, com sua obra “Perfect Balance”³⁸ (Figura 41).

Figura 41 - Exemplos de fotografia obtidas por meio de nanomateriais.



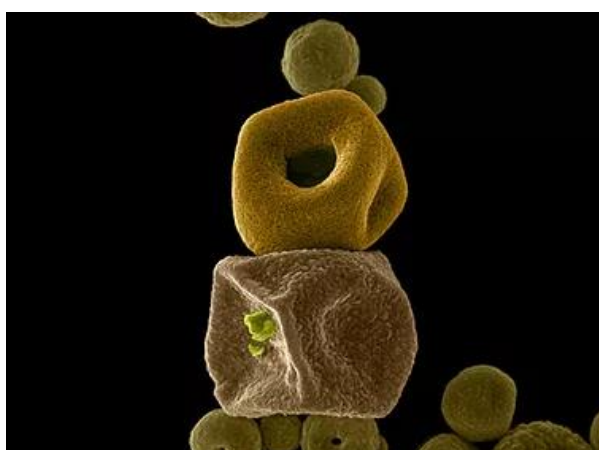
Amazonia - Enio Longo



Sands of SnO



Flower and their ties



Perfect Balance

Fonte: Disponível em: <https://www.nanoartography.org/2020>.
Acessado em 17/09/2021.

Outros eventos também têm explorado essa relação entre Arte e Ciência. A *SciArt Initiative*, por exemplo, fundamentada no intercâmbio entre diferentes áreas do conhecimento e fazendo uso da Arte como plataforma para construir tais conexões, reúne diversos profissionais de diferentes ramos da Arte e da Ciência e realiza vários eventos e exposições em Nova York ao longo do ano (algumas obras podem ser

³⁸ Informações obtidas em: <https://agencia.fapesp.br/tres-obras-de-pesquisador-brasileiro-estao-entre-finalistas-de-concurso-de-nanoarte/34544/> e <https://www.nanoartography.org/2020>. Acesso em 17/09/2021.

conferidas em seu site). Além disso, esse grupo possui uma revista que divulga trabalhos que exploram a ciência e a tecnologia com base na arte, que buscam discutir a terceira cultura e também a educação *STEAM* (que investiga a relação entre *Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics*)³⁹.

No âmbito nacional e mais voltado para a Educação, podemos citar os simpósios “Ciência, Arte e Cidadania” desenvolvidos desde 2002 pelo Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz) por meio do Programa de Pós-graduação (PPG) *Stricto sensu* em Ensino em Biociências e Saúde, o primeiro PPG no Brasil a abrir espaço para o desenvolvimento de pesquisa, ensino e extensão na interface Ciência e Arte. Ainda, esses eventos contam com a Rede Ciência e Arte, que reúne grupos acadêmicos, de divulgação científica e de vinculação com a Educação Básica, disponibilizando seus trabalhos e discussões em plataformas como YouTube e Facebook⁴⁰.

Existe, também, o projeto “Matemática, Arte e Tecnologia”, desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa: Ensino de Ciências e Tecnologia Educacional da Faculdade de Ciências da UNESP - Câmpus de Bauru. Este projeto tem por objetivo apresentar os números complexos, suas funções e possíveis aplicações nas Ciências Exatas num novo contexto, associado à Computação Gráfica, por meio exposições artísticas⁴¹.

Quando falamos de Ciência fazendo uso da Arte, é possível discorrer sobre dois tópicos principais: como objeto de estudo da Ciência e como meio para a divulgação científica. No caso do primeiro, a Arte, enquanto foco da pesquisa, é submetida a processos sistemáticos e metodológicos de investigação próprios da Ciência. A exemplo disso podemos citar os trabalhos provenientes de campos de estudo como História, Sociologia, Filosofia e Psicologia da Arte, ou estudos da área de Ensino de Ciências que se relacionam com a Arte e também trabalhos de restauração de obras artísticas (Benedicto, 2018).

Benedicto (2018, p.133) aponta que, embora existam algumas discussões acerca da cientificidade de pesquisas dos campos de estudo citados anteriormente,

³⁹ Informações obtidas em: <http://www.sciartinitiative.org/>. Acesso em 17/09/2021.

⁴⁰ Informações obtidas em: <https://campusvirtual.fiocruz.br/gestordecursos/hotsite/CienciaArteCidadania21/apresentaao/5014>. Acesso em 17/09/2021.

⁴¹ Mais informações podem ser conferidas em: <https://www2.fc.unesp.br/matematicaearte/index.php>. Acesso em 03/05/2024.

[...] É necessário compreender que cada segmento que toma a arte como seu objeto de estudo, o faz dentro de métodos próprios, procurando responder questões e solucionar problemas pertinentes a cada área. Mas vale ressaltar que tais métodos, mesmo que diferentes entre si, apresentam características inerentes à atividade científica, ou seja, por meio de pesquisas com maior caráter quantitativo ou qualitativo. Ainda, a cientificidade dos estudos torna-se cada vez maior ao passo que surgem maiores números de pesquisadores, grupos de estudo, congressos e publicações especializadas.

Esses campos de estudos, ao tomarem a Arte como objeto de suas pesquisas, acabam explorando diversas dimensões de compreensão da mesma e contribuindo para o aprimoramento de suas próprias áreas. Entretanto, como mostra Zamboni (2006) em seu livro que propõe uma metodologia em pesquisa em arte, também há maneiras de investigar a arte dentro do próprio campo artístico, utilizando-se de métodos claros, problemas (mesmo que mais sutis), hipóteses, explicitações dos procedimentos e referenciais teóricos para fundamentação.

Já em relação a restauração e preservação de obras de arte, Benedicto (2018) aponta que desde o século XVIII que esse setor aproxima fortemente Ciência e Arte. De acordo com o mesmo, no início esses trabalhos se limitavam a identificar pigmentos e aglutinantes presentes em sarcófagos. Posteriormente, foram sendo criados laboratórios mais equipados que permitiam o desenvolvimento de estudos e técnicas que visavam não somente a análise qualitativa da obra, mas também formas de preservá-la. Para isso, acompanhando o avanço tecnológico ao longo dos anos, o campo da restauração passou de apenas testes químicos para técnicas de raio X, micro e macrofotografia, infravermelho e fotografia ultravioleta.

O segundo tópico sobre Ciência utilizando a Arte diz respeito à divulgação científica que, acompanhando as mudanças que passaram a ocorrer no campo educativo e científico, se mostra como algo que cada vez mais necessário para a Ciência. Partindo de um princípio mais democrático e dialógico, de que a comunicação com o público precisa ser aprimorada no sentido de que o conhecimento atravessasse os muros da academia, ou seja, que não seja domínio de apenas uma parcela mínima da população, diversas pesquisas e projetos têm desenvolvido propostas que buscam fortalecer e tornar mais nítida e transformadora a relação Ciência e Sociedade.

A comunicação é um elemento fundamental para a Ciência, pois para algo ter validade no campo científico é necessário que o mesmo seja comunicado, e não engavetado. Entretanto, como discutimos anteriormente, a mesma lida de forma diferente com seus pares e público se comparada à Arte. Se observarmos da perspectiva histórica até os dias atuais, o foco principal da Ciência é ser compreendida

pela própria comunidade científica, o que está relacionado com dois fatores: o fato de que é essa comunidade que avalia os trabalhos e determina a qualidade do mesmo, e o fato de o público estar mais interessado no resultado final e o que aquilo pode proporcionar do que no processo que desenvolveu determinado produto.

Esse tipo de relação levou a Ciência a criar um tipo de linguagem própria, cada vez mais específica, fazendo com que apenas aqueles próprios da área pudessem compreender, tornando difícil até a mesma a compreensão entre pares de diferentes áreas científicas e se distanciando ainda mais do público leigo. Essa situação, dentre outros fatores, contribuiu para uma mistificação da Ciência, estabelecendo uma visão elitizada e distorcida da mesma. Nesse sentido, a divulgação científica, na maioria das vezes, recorre à linguagem artística que, como já discutido, busca uma maior aproximação com seu público, a fim de democratizar o acesso ao conhecimento científico.

Um ponto de convergência entre Ciência e Arte e que é muito explorado na divulgação científica é a necessidade de lidar com imagens. A Ciência, seja por meio de símbolos, gráficos ou modelos, recorre ao aspecto visual para que, mesmo dentro da comunidade científica, seja melhor compreendida. Nesse sentido, ao considerar a Arte, que lida e compreende de maneira mais profunda a dimensão estética e as imagens de um modo geral, a divulgação científica tem acesso a diversos elementos que potencializam a atração do público e facilitam o entendimento do que está sendo exposto.

É possível encontrar formas de divulgação científica explorando os 11 tipos de Arte (música, dança, pintura, escultura, teatro, literatura, cinema, fotografia, histórias em quadrinhos, jogos eletrônicos e arte digital). Leite, Colombo e Leite (2018), em seu artigo intitulado “Linguagens alternativas como facilitadoras do acesso à Ciência”, citam alguns exemplos como as músicas “NaCl”, de Kate e Anna McGarrigle, que discute de maneira lúdica a ionização, e “History of Everything”, de Barenaked Ladies, música tema do seriado de TV “The Big Bang Theory”, que aborda um breve histórico do surgimento do Universo e outros fenômenos marcantes do desenvolvimento da sociedade.

Ainda, os autores supracitados mencionam os filmes “O ponto de mutação”, que apresenta um diálogo complexo entre personagens com perspectivas bastante diferentes (uma cientista, um poeta e um político) sobre temáticas diversas como a vida, a natureza e a política, e “Osmose Jones – Uma aventura radical pelo corpo

humano”, uma animação que retrata como o corpo humano lida com uma infecção viral.

A ficção científica pode ser uma grande aliada ao Ensino de Ciências quando seu uso é planejado de maneira crítica e reflexiva. Gomes-Maluf e Souza (2008) observam em seu trabalho que a inserção da ficção científica no Ensino de Ciências pode aprimorar a compreensão e a organização dos conhecimentos, proporcionando reflexões sobre questões éticas, científicas e sociais relacionadas à manipulação da vida (no caso, o filme utilizado foi “Jurassic Park”). Nesse caso, a ficção científica atua como uma ponte entre o imaginário e o real, permitindo o acesso a diferentes produções da ciência e estimulando o debate sobre o papel da ciência na sociedade. Entretanto, é necessário estar atento às limitações desse recurso, uma vez que pode distorcer certos conceitos, ressaltar visões equivocadas da Ciência. Daí a importância do papel do professor enquanto mediador da atividade.

As Histórias em Quadrinhos (HQs) são outro tipo de material muito explorado como forma de divulgação científica, principalmente por fazerem uso de uma narrativa mais objetiva e clara, serem um tipo de leitura mais presente no cotidiano do público geral e terem o elemento visual muito presente. Algumas foram desenvolvidas com o objetivo especificamente pedagógico, isto é, não seguindo os mesmos princípios dos quadrinhos comerciais. A exemplo disso temos “Sigma Pi”, um mangá brasileiro ambientado em um clube de química de um colégio, e “Quí-História é essa?”, uma HQ desenvolvida pela própria autora em seu trabalho de mestrado (Leite, 2020) que conta a história dos estudos sobre o elemento químico Lítio.

A fotografia também sempre esteve presente na Ciência, auxiliando estudos com a sua capacidade de captar e eternizar determinados momentos, permitindo com que cientistas encontrem detalhes e aprimorem suas pesquisas. Assim como a pintura, a mesma é de suma importância para a compreensão de momentos, criações e experimentos históricos. Além disso, a fotografia e as demais funções que foram sendo agregadas às câmeras auxiliam em muito o trabalho de biólogos que buscam compreender o comportamento animal e vegetal, ou de físicos e astrônomos em suas observações celestes. Benedicto (2018) ainda cita um caso de 1878, em que Eadweard Muybridge, por meio de 12 câmeras, fotografou diversos movimentos de um cavalo enquanto galopava, revelando que havia um momento em que as quatro patas do animal ficavam suspensas no ar, informação esta até então desconhecida, o que permitiu melhorias no treinamento de cavalos.

A arte digital também tem auxiliado cientistas na criação de modelos a partir de suas noções computacionais gráficas e de perspectiva, aprimorando a visualização em várias dimensões de modelos como DNA (Ácido desoxirribonucleico) ou atômico. Ainda, a Ciência atrelada à arte digital e também à escultura tem possibilitado um maior acesso de conhecimento ao público com deficiência visual.

Sobre divulgação científica, ainda podemos citar alguns exemplos de programas de TV e seriados cujo objetivo foi de informar conteúdos científicos de maneira mais lúdica como “O Mundo de Beakman” que respondia questionamentos dos telespectadores relacionados à Ciência, trazendo explicações e experimentos que geralmente podiam ser feitos em casa ou até mesmo sala de aula, e “O Show da Luna” que busca respostas e soluções a cada episódio sobre uma determinada dúvida sobre a Ciência.

Benedicto (2018) também cita as revistas próprias de divulgação científica como a “Super Interessante”, “Mundo Estranho” e “Galileu”, que abordam diversos assuntos do universo científico e tecnológico. Esses materiais fazem uso de bastante elementos visuais como imagens e infográficos, além de uma linguagem escrita de mais fácil entendimento.

Todos os exemplos citados até aqui não contribuem de maneira unilateral para a Arte ou Ciência. No momento que uma faz uso da outra para alcançar um objetivo específico, seja por meio de técnicas ou servindo de objeto de estudo, ambas as áreas estabelecem uma relação que acaba influenciando e auxiliando no desenvolvimento dos dois campos.

Isso fica ainda mais claro no âmbito da Educação. Nos últimos tempos, o pensamento complexo, a conexão entre as diferentes “caixas” de conhecimento e a interdisciplinaridade estão sendo cada vez mais requisitados e necessários dentro do âmbito educativo no que diz respeito a busca por uma compreensão mais holística e crítica do mundo em que vivemos, além de atitudes mais criativas frente aos desafios.

De acordo com Hartmann e Zimmermann (2007), os novos tempos desse mundo contemporâneo, da era das tecnologias, permitiram um maior acesso à cultura e ao conhecimento por parte da sociedade. Porém, acabam exigindo, na mesma medida, um olhar mais crítico no que diz respeito à enorme gama de informações disponíveis e suas relações e, conseqüentemente, uma melhor compreensão da complexidade da realidade que as pessoas estão inseridas.

Ao que se refere ao Ensino de Ciências, Favarão e Araújo (2004) apontam que, embora a disciplinarização cartesiana tenha favorecido o avanço da Ciência, com o desenvolvimento da sociedade e suas demandas, essa Ciência técnica e específica já não era o suficiente para responder as novas questões que surgiam com o passar do tempo, sendo necessário incluir aspectos socioculturais em suas discussões, exigindo novos olhares para um mesmo problema.

Nessa mesma linha, Cachapuz (2014, p. 96) defende que

[...] Deve assim ser questionada e superada a organização segmentada e hierarquizada dos saberes, tal como definida pela gramática Positivista. A utopia do Positivismo, segundo o qual todos os saberes se desenvolvem em estrutura crescente de importância (a Matemática no topo), foi posta em cheque face às dificuldades epistemológicas decorrentes da rigidez do seu modelo de organização dos saberes. Defende-se agora uma mudança paradigmática envolvendo uma articulação e abertura disciplinar dos saberes, de sentido interdisciplinar, que permita novas formas de conhecimento.

Sendo assim, a interdisciplinaridade surge com a proposta de relacionar as diferentes dimensões (áreas do saber) de um conhecimento produzido, ou seja, de superar a fragmentação visando uma compreensão e formação mais ampla e complexa, além de propor a interação e o diálogo entre os sujeitos integrantes do processo educacional por meio de um trabalho coletivo (Pátaro; Bovo, 2012).

Porém, existe uma certa confusão na literatura de educação sobre sua definição, quais são suas bases, como desenvolvê-la, entre outros. A interdisciplinaridade pode ser encarada enquanto interação entre diferentes disciplinas, tanto no sentido conceitual quanto de ideias comunicadas e metodologias, como também enquanto grupo interdisciplinar, que visa a integração de diferentes pessoas com formações em diferentes áreas (Lavaqui; Batista, 2007).

Embora a interdisciplinaridade permita o desenvolvimento do conhecimento integrado, sua prática é algo desafiador. Uma primeira dificuldade que pode ser citada é a falta de consenso sobre sua definição e formas de abordá-la entre os referenciais e, conseqüentemente, entre os professores que tentam colocá-la em prática. Outro obstáculo a ser superado seria a falta desse tipo de discussão na formação inicial de professores, que se dá de maneira fragmentada e dificulta a integração dos saberes. O fazer interdisciplinar é algo que necessita ser experienciado para ser compreendido de maneira mais real e, para isso, é importante que tal vivência tenha início em tais formações iniciais (Hartmann; Zimmermann, 2007).

De acordo com Bicudo (2008) e Favarão e Araújo (2004), o Ensino Superior (ES) hoje é voltado para o mercado de trabalho com foco no conhecimento aplicado (ensino conteudista e prático), ou seja, não visa uma formação crítica e reflexiva. Frente a isso, as pesquisas que são feitas no ES devem considerar as demandas e contexto nos quais a sociedade se encontra, não se atendo a neutralidade e verdades absolutas que, por vezes, são impostas e tomadas como base das pesquisas. O mundo se encontra em um processo constante de mudanças e as investigações devem acompanhar esse movimento.

Em um levantamento realizado pela autora em 2021, cujo objetivo foi analisar como o tema “Arte e Ciência na formação de professores” estava sendo trabalhado em importantes eventos e periódicos da área de Ensino de Ciência e Ensino de Química em um período de cerca de 20 anos, foi possível encontrar 77 trabalhos que abordavam a relação Arte e Ciência, e apenas 19 que discutiam essa relação na formação inicial ou continuada de professores (Leite; Gatti, 2023).

Por meio da análise realizada, percebeu-se que esses trabalhos, embora poucos, indicam uma pluralidade de possibilidades de se desenvolver pesquisas que explorem essa relação. A exemplo disso, temos trabalhos que relacionam vários tipos de Arte (dança, pintura, teatro, entre outros) tanto com a Física, Química ou Biologia; que fazem uso de diferentes metodologias como grupo focal, performances, estudo de campo; ou também variados instrumentos de constituição dos dados, sejam fotografias, entrevistas e gravações. Além disso, essas pesquisas apontam para diversas contribuições que englobam a reavaliação da prática docente, o caráter motivacional e humano e a reflexão crítica.

Apesar de ser um número baixo, o que indica a necessidade de mais pesquisas de cunho interdisciplinar que buscam explorar a relação entre Arte e Ciência, principalmente na formação de professores, é importante salientar que basicamente todos os trabalhos foram publicados nos últimos dez anos, o que aponta para o crescimento do interesse por essa temática. Isso, ao longo dos anos, pode impactar no que diz respeito a uma maior abertura em espaços de discussão e visibilidade sobre as potencialidades de se explorar tal relação.

Sabendo da importância do papel do professor enquanto formador, de uma maneira geral, os cursos de formação inicial – e também os de continuidade – devem inserir em seus objetivos a formação de profissionais reflexivos e seus currículos necessitam enfatizar e problematizar mais o como conduzir o processo de ensino e

de aprendizagem de maneira mais significativa, desenvolvendo um trabalho em equipes interdisciplinares (Lavaqui; Batista, 2007).

Partindo do princípio de que a interdisciplinaridade abrange uma transdisciplinaridade – indo além da disciplina, discutindo outros pontos de vista no exercício da compreensão – valoriza-se o diálogo, o trabalho coletivo, as dúvidas e questionamentos tanto de professores e pesquisadores quanto alunos. Esse trabalho coletivo envolve troca de experiências e perspectivas sobre temáticas mais abrangentes entre diferentes pesquisadores, além de estar embasado em uma forte relação humana (Bicudo, 2008).

Apesar de algumas dificuldades, é possível incorporar a interdisciplinaridade no ES, por exemplo, com projetos que exijam a atuação de diferentes cursos e conhecimentos desenvolvidos em diversas etapas dos mesmos. Para isso, é necessário o trabalho coletivo, ou seja, que todos os sujeitos do processo educacional estejam envolvidos na elaboração desses trabalhos a serem desenvolvidos. Além disso, os diversos contextos aos quais estes indivíduos estão submetidos devem ser considerados e é preciso determinar questões que abrangem diferentes esferas do conhecimento (Favarão; Araújo, 2004).

É essa a perspectiva adotada nesta pesquisa, a de buscar uma compreensão mais humana, crítica, abrangente e criativa por meio da interdisciplinaridade a ser desenvolvida na formação inicial de professores de diferentes áreas do saber, Química e Arte, que necessitam experienciá-la para que possam compreendê-la e incorporá-la em sua prática docente. Ainda, esse trabalho segue este princípio de proporcionar o contato direto entre esses sujeitos, de maneira a possibilitar o trabalho coletivo e a troca de experiências e perspectivas na busca de um mesmo objetivo.

Em resumo, no contexto escolar é necessário questionar de que maneira a escola pode trazer para a discussão a vida do ser humano no que diz respeito aos seus aspectos sociais, criativos, culturais, éticos ou políticos, a fim de possibilitar a transformação social. Neste caso, a interdisciplinaridade é capaz de auxiliar no aprimoramento da formação crítica-reflexiva dos alunos, possibilitando sua atuação enquanto cidadão e transformações em sua realidade vivida, que muda conforme o tempo e, para isso, a coletividade se torna um elemento chave (Favarão; Araújo, 2004; Pátaro; Bovo, 2012).

Nessa linha da interdisciplinaridade e da relação Arte e Ciência, Sá e Santin Filho (2016) desenvolveram um trabalho com alunos do primeiro, segundo e terceiro

ano do Ensino Médio que contou com a colaboração de professores de Ciências, Artes, Língua Portuguesa e História. Cada turma realizou uma atividade artística diferente, produção de vídeos, peça de teatro e curta-metragem, que envolvia uma temática científica. Esse tipo de atividade proporcionou discussões, reflexões, trabalho e construção de ideias enquanto um coletivo, tanto no que se refere aos alunos como também entre os professores que participaram, além de aproximar os conceitos científicos à realidade dos alunos, ou seja, contribuiu para tornar a Ciência mais humana.

Figueiredo, Simões Neto e Santos (2019) realizaram uma sequência didática com alunos do terceiro ano do Ensino Médio para trabalhar a temática representatividade da mulher na Ciência por meio de elementos artísticos como as histórias em quadrinhos, cordel e seriado de TV. Ao longo da atividade, foram discutidos conceitos químicos e aspectos históricos, filosóficos e sociais das ciências.

Moreira e Massarani (2006) realizaram um estudo sobre diversas músicas brasileiras inspiradas por temáticas científicas de seu tempo, ressaltando a profunda relação entre Ciência, Cultura e Sociedade e como isso influencia as manifestações musicais. Embora não tivessem como foco a discussão de possibilidades didáticas, a análise dos autores apresenta diversos elementos e discussões que podem ser inseridas e exploradas do ponto de vista educativo.

Já Gorri e Santin Filho (2009) e Miquelin (2015) descrevem diversos elementos científicos e seus contextos presentes na pintura “Um experimento com um pássaro em uma bomba de ar”. Ambos propõem diversas discussões interdisciplinares que podem ser feitas no Ensino de Ciência, Arte e História a partir dessa obra.

No ramo da Literatura, Zanetic (2006), na tentativa de aproximar a Física e esse tipo de Arte, apresenta excertos de poemas de diferentes escritores famosos que fazem uso de algumas noções de conceitos físicos para compor suas obras. O autor, ao longo do artigo, explora essa relação e ressalta a importância de uma ponte entre esses conhecimentos. Nessa mesma linha, Porto (2000) apresenta alguns poemas de Augusto dos Anjos e traça paralelos com conhecimentos químicos e biológicos ali presentes ou que podem ser desenvolvidos no Ensino.

Ao que se refere a formação de professores mais especificamente, Guimarães e Silva (2016) desenvolveram com licenciandos de Química uma performance artística, envolvendo a dança, o teatro e a música, tendo por base o poema “Lição sobre a água”, de António Gedeão. Por meio da atividade que envolveu aspectos

científicos, cognitivos, motores, socioculturais e valorativos, as autoras identificaram diversas contribuições para a formação inicial no que se refere ao repensar docente e superação de uma visão mais engessada sobre a prática, ao desenvolvimento da criatividade e a construção de conhecimento.

Silva e Silva (2021), partindo do ponto de convergência entre Arte e Ciência de que ambas fazem uso de signos e representações para se comunicar, exploram imagens realizadas por licenciandos de Química, analisadas a partir de noções de semiótica, a fim de compreender as noções destes alunos sobre determinados conceitos, modelos e fenômenos científicos. Esse tipo de atividade permitiu que os licenciados criassem novas representações ou dessem forma para suas concepções, relacionando diversos significados a um mesmo tema.

Já Araújo *et al.*, (2013) exploraram a Arte na elaboração de materiais didáticos em citologia. A partir de um curso intitulado “Arte no Ensino de Citologia”, professores e licenciandos de Ciências e Biologia, fazendo uso de variados materiais e instrumentos característicos da Arte (argila, *biscuit*, papel machê, entre outros) para suas confecções, construíram modelos e diferentes materiais didáticos que auxiliassem nos processos de ensino e de aprendizagem do conteúdo em questão.

Kundlatsch (2019), em sua pesquisa de Mestrado, investigou as possibilidades e os limites do desenvolvimento de atividades envolvendo histórias em quadrinhos na formação inicial de professores de Química. Ao longo de sua pesquisa, os licenciandos confeccionaram quadrinhos próprios tratando diversas temáticas químicas, o que contribuiu para suas formações no que diz respeito a mobilização de saberes docentes, aprimoramento da capacidade criativa e de síntese, além de experienciarem o lúdico, que envolve tanto o desafio quanto o momento de catarse.

Miquelin e Amaral (2019), no intuito de investigar a relação da Anatomia com a Arte e os espaços não formais de ensino, nos apresentam uma pesquisa realizada com alunos de Psicologia, Biomedicina e licenciandos de Biologia que participaram de uma exposição de arte organizada pelas pesquisadoras (sendo algumas obras produzidas pelas mesmas) que continha diversos elementos, desde desenhos até peças anatômicas conservadas, abordando a temática Anatomia. Essa atividade, além de contribuir para os processos de ensino e de aprendizagem desse conteúdo, expandiu os olhares dos alunos participantes a respeito da relação da Anatomia e Arte e também do potencial educativo dos espaços não formais.

De uma maneira geral, inúmeras são as possibilidades de se desenvolver a interdisciplinaridade no âmbito educativo, especialmente ao que se refere a Arte-Ciência. Apesar de haver algumas limitações, como a imagem distorcida da Ciência divulgada em filmes ou em histórias em quadrinhos, por exemplo, isso também pode ser explorado a favor do ensino, pois a atividade de identificar erros conceituais ou visões equivocadas do fazer ciência em produções artísticas também é uma forma de aprender, construir e consolidar conhecimentos.

A Arte, em suas diversas formas, tem um grande potencial e liberdade no desenvolvimento da criatividade, além de possuir um caráter mais humanista, elementos que, como já discutido, são essenciais para a Ciência. Sendo assim, é plausível a aproximação dessas duas áreas na formação inicial ou continuada de professores.

Corroborando os apontamentos de Ferreira (2012), os diversos exemplos aqui citados demonstram que a Arte pode servir tanto de instrumento de aprendizado, como nos casos nos quais se buscam em obras artísticas questões científicas pontuais para serem discutidas, quanto como maneira de construir conhecimentos sobre a natureza, assim como a Ciência. O segundo caso – que é a possibilidade que esta pesquisa pretende explorar - geralmente acontece por meio de projetos mais planejados e que duram mais tempo, o que acaba implicando em maiores desafios ao professor, uma vez que trabalhos interdisciplinares exigem, dentre outras coisas, ação coletiva e algumas noções da outra área. Daí a importância de o mesmo se familiarizar com as potencialidades dessa relação logo na sua formação.

Nesse sentido, Cachapuz (2014) aponta para a necessidade da formação de professores de se adequar às demandas da contemporaneidade que requer inovações na articulação dos saberes, nas práticas formativas e nas formas de construir conhecimento. Sobre isso, o autor afirma ainda que uma das contribuições que a arte pode proporcionar à formação de professores de Ciências é “[...] um possível ponto de entrada para discutir o papel e limites da observação em ciência, em particular a relação entre observação e teoria, uma questão central quer na pesquisa quer no ensino” (p. 101).

A respeito da formação inicial de professores de Química mais especificamente, Guimarães e Silva (2016) discutem a necessidade da superação da racionalidade técnica que fundamenta os modelos formativos dessa área, o que acaba limitando as experiências e articulação dos saberes, promovendo um tipo de formação

que foge do perfil crítico e transformador tão necessário nos tempos atuais. Dessa forma, ao se almejar um caráter mais humanista, reflexivo, problematizador e criativo na Educação Básica, é necessário que modelos de formação inicial de professores sejam reformulados ou reinventados com base nessa noção de complexidade que engloba a construção dos conhecimentos.

Nas palavras de Imbernón (2011, p. 68):

[...] Na formação para a aquisição do conhecimento profissional pedagógico básico, deve haver lugar para a mudança, e não temos de temer a utopia. Muitas coisas que hoje são realidade pareciam utópicas há apenas alguns anos. A formação do professor de qualquer etapa educativa não pode permitir que as tradições e costumes, que se perpetuaram com o passar do tempo, impeçam que se desenvolva e se ponha em prática uma consciência crítica nem que dificultem a geração de novas alternativas que tornem possível a melhoria da profissão.

2.4 Ensino para a criatividade

A criatividade possui uma natureza social, e está intimamente relacionada com o Ensino. De acordo com Vigotski (2009) e Saccomani (2014), o desenvolvimento da criatividade se dá especialmente a partir de processos educativos que possuem este objetivo. Nesse sentido, um ensino considerado bom seria aquele que se preocupa em apresentar o novo para o aluno e que está sempre estimulando o desenvolvimento, que depende do tipo de mediações a serem experienciadas pelo sujeito.

Segundo Kneller (1978), é fato que o sistema educacional negligenciou e, por vezes, suprimiu a criatividade em seus alunos. Entretanto, a partir do século XX, pesquisadores e educadores passaram a compreender melhor o funcionamento da criatividade e a refletir sobre seu papel na educação. De acordo com o mesmo, a criatividade pode ser mobilizada no momento em que se ensina um assunto específico ou habilidade nova, ou de maneira a perpassar todo o currículo, isto é, incluindo o desenvolvimento do potencial criativo em toda e qualquer temática, integrando-o, também, no objetivo escolar.

O autor supracitado, que defende mais esta segunda opção, discorre sobre diversos elementos necessários na mediação do professor para que isso seja alcançado: o estímulo de criação e a valorização de ideias originais; estimular nos alunos a apreciação do novo; valorizar e encorajar expressões espontâneas; atizar a curiosidade dos alunos sobre a realidade na qual está inserido ou o mundo como um todo, além de possibilitar proposições de vários métodos e soluções a um mesmo problema.

Sendo assim, a educação escolar exerce um papel fundamental no desenvolvimento do aluno conforme vai guiando caminhos a serem trilhados pelo mesmo. De uma maneira geral, para que o desenvolvimento ocorra é necessário que o ensino seja estruturado e planejado com este intuito. Nesse caso, por exemplo, se o ensino objetiva o desenvolvimento da criatividade, o mesmo deve socializar saberes científicos, artísticos e filosóficos de forma não hierarquizada (Saccomani, 2014).

É seguindo essa lógica que a autora supracitada comenta, fazendo aportes em Saviani, que, assim como a humanidade é construída nos homens a partir de suas experiências e contato com o meio e com aquilo construído pelo conjunto de seres humanos ao longo da história, da mesma forma se dá o desenvolvimento da criatividade.

De acordo com Leontiev (1978), os conhecimentos, a criatividade e as habilidades do ser humano estão cristalizadas nos produtos criados pelo mesmo, de maneira que os aperfeiçoamentos em materiais, linguagens e técnicas de trabalho representam, concomitantemente, o início de novas fases do desenvolvimento do ser humano. Dessa forma, quando uma nova geração se inicia, a mesma já conta com um mundo e uma bagagem prévia de produtos e saberes criados por suas antecessoras. Sendo assim, a apropriação de tais materiais, conhecimentos e, conseqüentemente, da criatividade humana neles contidos, se torna elemento chave de criação para qualquer sujeito.

Daí a importância em proporcionar na escola o contato dos alunos com o conjunto de conhecimentos desenvolvidos historicamente pela sociedade. Seu papel é auxiliar o aluno a compreender além do óbvio e do imediato e refletir sobre a essência dos fenômenos, sendo necessário, portanto, a apropriação de conhecimentos que superam os de senso comum. Em outras palavras, “[...] a educação escolar deve ampliar horizontes e não manter os sujeitos reféns daquilo que já conhecem, reiterando o cotidiano alienado” (Saccomani, 2014, p. 159).

Quando a escola, por meio de mediação, apresenta algo novo para o aluno – novo não enquanto para a humanidade, como os conteúdos ou certas reflexões, mas sim para o indivíduo – ela cria novas necessidades para o mesmo, pois o sujeito passa a criar novas ideias e relações com a realidade. É nesse sentido que a educação se torna criativa e promove o desenvolvimento da criatividade (Saccomani, 2014).

Alguns referenciais têm refletido sobre e reconhecido o potencial da educação no desenvolvimento de capacidades criativas (Alencar, 1991; Alencar; Fleith, 2004;

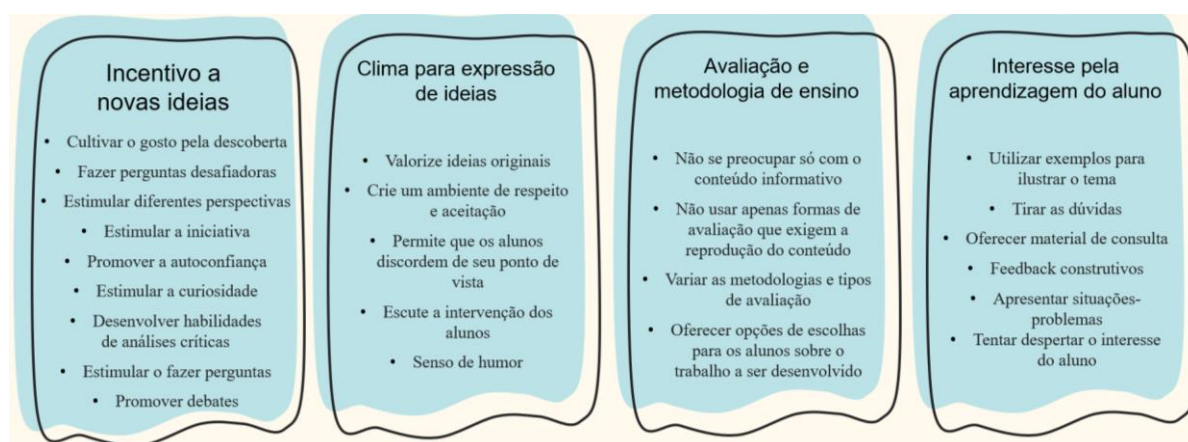
Alencar; Fleith, 2003; Kind; Kind 2007). De acordo com Alencar (1991), isso é mais comum em países como os Estados Unidos, que desde 1950 tem tido um grupo de pesquisadores que apontam para essa necessidade de cultivar o comportamento criativo nos alunos.

Entretanto, segundo a autora supracitada, em alguns países como Brasil, Portugal, Argentina e Colômbia, há uma visão equivocada sobre a criatividade e maneiras de desenvolvê-la entre os professores: a ideia de que o ato criativo só está presente nas atividades desenvolvidas por artistas ou gênios; que a criatividade é um dom que apenas algumas pessoas nasceram com; ou o pensamento extremista de que uma pessoa é criativa ou não é, não existindo graus ou meio termo.

Além dessas visões, atitudes como não encorajar o uso da imaginação, falar aos alunos que há apenas uma única solução correta para certo problema, não disponibilizar um tempo coerente para resolução, não instigar os alunos a se arriscarem, não apresentar desafios, não tolerar o erro, promover um ambiente com muitas proibições e críticas, entre outros, são elementos que acabam dificultando um ensino para a criatividade e até mesmo inibindo a expressão de habilidades criativas dos alunos (Alencar 1991; Alencar; Fleith; Pereira, 2016).

A Figura 42 resume as principais práticas docentes que favorecem a criatividade no Ensino Superior, de acordo com Alencar (1991), Alencar e Fleith (2004) e Alencar, Fleith e Pereira (2016).

Figura 42 - Principais práticas docentes que favorecem a criatividade no Ensino Superior.



Fonte: Adaptado de Alencar (1991), Alencar e Fleith (2004) e Alencar, Fleith e Pereira (2016).

Kind e Kind (2007) apresentam uma distinção entre ensino criativo e ensino para a criatividade. Fazendo referência ao *National Advisory Committee on Creative*

& *Cultural Education*, os mesmos discutem que muito se fala sobre ensino criativo, quando professores fazem uso de metodologias e abordagens criativas no intuito de tornar o processo educativo mais estimulante e eficaz. Segundo esses autores, o ensino criativo vai muito além do que determinado contexto ou ambiente (laboratório, trabalho em grupo, entre outros), ele também está relacionado com a prática, mediação e planejamento docente.

Já o ensino para a criatividade não é tão discutido. Nesse caso, a criatividade se torna um resultado de aprendizagem, ela em si é um objetivo a ser desenvolvido e/ou alcançado. Para isso, é necessário que tanto professores quanto alunos conheçam e compreendam os elementos necessários e importantes para o desenvolvimento e expressão dessa habilidade. Corroborando os autores supracitados, se queremos que a criatividade não seja apenas um adjetivo, um momento, uma ferramenta, é necessário trabalhar os “fins” e buscar melhores formas de ensinar para a criatividade ao invés de focar apenas nos “meios” ou no “que torna um ensino criativo”.

Como dito anteriormente, para promover um ensino para a criatividade é necessário compreender essa habilidade e as atitudes que incentivam ou inibem o desenvolvimento da mesma. De acordo com Alencar e Fleith (2003, p. 1), até os anos 70, as pesquisas sobre criatividade eram muito voltadas para o indivíduo, o perfil criativo e para técnicas que auxiliavam na expressão da criatividade. Entretanto, nas últimas décadas, os pesquisadores passaram a expandir seus olhares para os fatores sociais, culturais e históricos como elementos que influenciavam o desenvolvimento criativo. Nesse sentido, “[...] a produção criativa não pode ser atribuída exclusivamente a um conjunto de habilidades e traços de personalidade do criador, mas também sofre a influência de elementos do ambiente onde esse indivíduo se encontra inserido”.

Dentro dessa perspectiva, isto é, da visão contextual da criatividade, são consideradas variáveis internas e externas ao indivíduo na busca de melhor compreender como e porque uma ideia/algo é criada e, segundo Zavadil, Tschimmel e Silva (2016), isso acaba exigindo uma abordagem interdisciplinar e sistêmica. Estes autores, no trabalho supracitado, reúnem os principais fatores que se relacionam à criatividade tanto no indivíduo quanto no ambiente e em grupos, com base nos principais modelos de criatividade com essa abordagem mais contemporânea. É com base nele e em outros referenciais, como Amabile (1997), Csikszentmihalyi (1988), Sternberg (1988) e Alecar e Fleith (2003) que a pesquisa foi desenvolvida.

No que se refere à dimensão do indivíduo criativo, alguns dos aspectos a serem observados são (Alencar, 1990):

- Fluência: relacionada com a capacidade do sujeito de articular várias ideias/respostas para um mesmo assunto/problema. Um indivíduo dotado de fluência demonstra a capacidade de pensar rápido e raciocinar com agilidade;
- Flexibilidade: este aspecto diz respeito a trabalhar diferentes perspectivas de um assunto. Ser flexível significa ser capaz de receber novas informações, assimilando e compreendendo pontos de vista diferentes do próprio;
- Originalidade: nada mais é do que a capacidade de formular novas ideias e soluções atípicas, ou mesmo acrescentar perspectivas próprias ao conteúdo ou mesclar conceitos e chegar em algo único;
- Elaboração de ideias: este aspecto se refere ao aprimoramento, à lapidação da ideia, da criação. Ser criativo não se resume a gerar inúmeras ideias, mas também a ser capaz de detalha-las, trabalhar em cima de suas possibilidades, completa-las e melhorá-las com outras contribuições e aprofundá-las;
- Avaliação: que se refere à capacidade de analisar mais criteriosamente cada ideia que permeia uma discussão e, então, seleciona-la com base nesse julgamento.

Outros traços de personalidade relevantes para a criatividade no indivíduo são: a abertura a novas experiências e à fantasia, que se refere à disposição e a vontade de explorar o novo, pois podem gerar oportunidades de inspiração e mostrar diferentes caminhos nos mais diversos contextos; a dedicação, isto é, como a criatividade vai além de contextos delimitados, é uma habilidade que exige que o indivíduo invista sua energia tanto nas criações como, também, no desenvolvimento do trabalho; a tolerância, que representa a capacidade de lidar com as incertezas do processo criativo e os riscos da experimentação de ideias; a habilidade de realizar questionamentos, intimamente relacionada com a curiosidade e a busca pela compreensão dos fenômenos em suas complexidades; entre outros fatores (Zavadil; Tschimmel; Silva, 2016).

Além dos aspectos voltados para a personalidade do indivíduo, outros também são considerados nessa dimensão, como as habilidades cognitivas e criativas, os

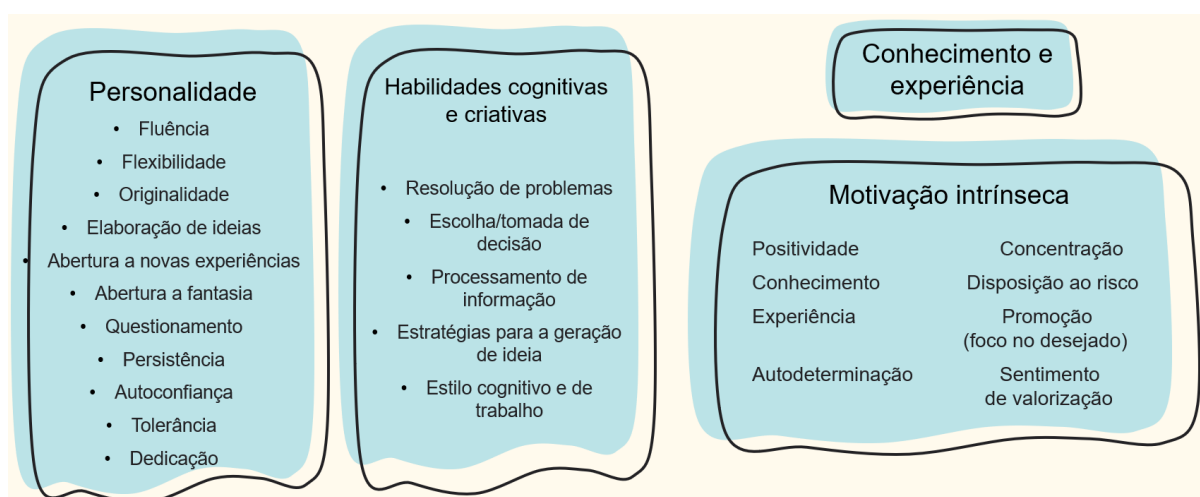
conhecimentos e a experiência de cada um e a motivação intrínseca (Alencar; Fleith; 2003; Amabile, 1997; Kneller, 1978; Zavadil; Tschimmel; Silva, 2016).

De acordo com Sternberg (1988), as habilidades cognitivas que influenciam a criatividade incluem as capacidades de síntese, análise e contextualização prática, isto é, ser capaz de interconectar as informações, compreender os conceitos que as compõem e aplica-los à realidade vivenciada.

Com relação à motivação intrínseca, os autores supracitados discutem a autodeterminação para a criatividade – relacionada com a curiosidade do indivíduo –, o senso de realização pessoal com o uso e valorização de suas habilidades individuais, bem como os sentimentos positivos sobre o trabalho.

A Figura 43 resume os principais aspectos que influenciam a criatividade no indivíduo, de acordo com os referenciais citados anteriormente.

Figura 43 - Principais aspectos que influenciam a criatividade no indivíduo.



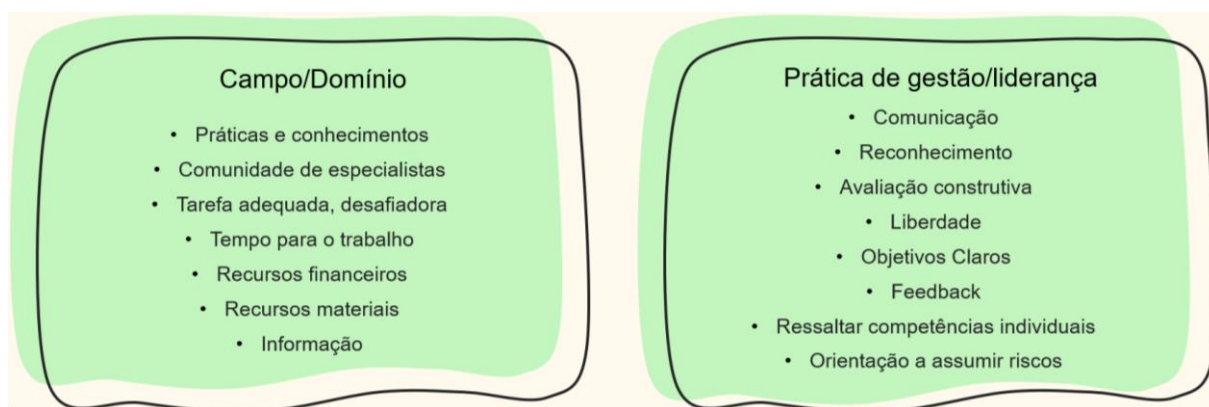
Fonte: Adaptado de Alencar e Fleith (2003), Amabile (1997), Kneller (1978) e Zavadil, Tschimmel e Silva (2016).

Já no que se refere ao ambiente, o contexto é considerado um fator essencial para o incentivo e aprimoramento do potencial criativo, o que inclui, de uma maneira geral, aspectos de domínio e gestão. Portanto, modificar o ambiente no intuito de torná-lo fértil para a promoção da criatividade também é uma forma de exercitá-la. Dentro dessa visão, pode-se citar três modelos elaborados: a teoria de investimento em criatividade de Sternberg (1988), o modelo componencial de criatividade de Amabile (1983, 1997) e a perspectiva de sistemas de Csikszentmihalyi (1988) (Alencar; Fleith; 2003; Zavadil; Tschimmel; Silva, 2016).

Segundo Zavadil, Tschimmel e Silva (2016) e Alencar e Fleith (2003), a primeira aponta seis diferentes aspectos essenciais para a expressão criativa quando considerados de maneira interativa, inter-relacionada: inteligência; estilos intelectuais; conhecimento; personalidade; motivação; e contexto ambiental. A segunda teoria, embora explore os fatores cognitivos, motivacionais e sociais, dá uma ênfase maior ao que diz respeito a motivação intrínseca. Entretanto, ela discute três principais elementos necessários para o fazer criativo que devem ser articulados: habilidades de domínio; processos criativos relevantes; e motivação intrínseca. Já a terceira teoria explora a criatividade nos sistemas sociais, sendo encarada como resultado da interação do criador com o público e seu contexto. Portanto, a criatividade é fruto do encontro dessas três esferas: indivíduo, o que inclui tanto questões genéticas quanto de experiências pessoais; domínio, que se refere a cultura; e o campo, que seria o sistema social. Em outras palavras, “[...] uma cultura que combina regras simbólicas, uma pessoa que traz a novidade para a o domínio simbólico e um campo de especialistas que reconhecem e validam a inovação” (Zavadil; Tschimmel; Silva, 2016, p. 197).

A Figura 44 resume os principais aspectos que influenciam a criatividade no ambiente, de acordo com os referenciais citados no parágrafo anterior.

Figura 44 - Principais aspectos que influenciam a criatividade no ambiente.



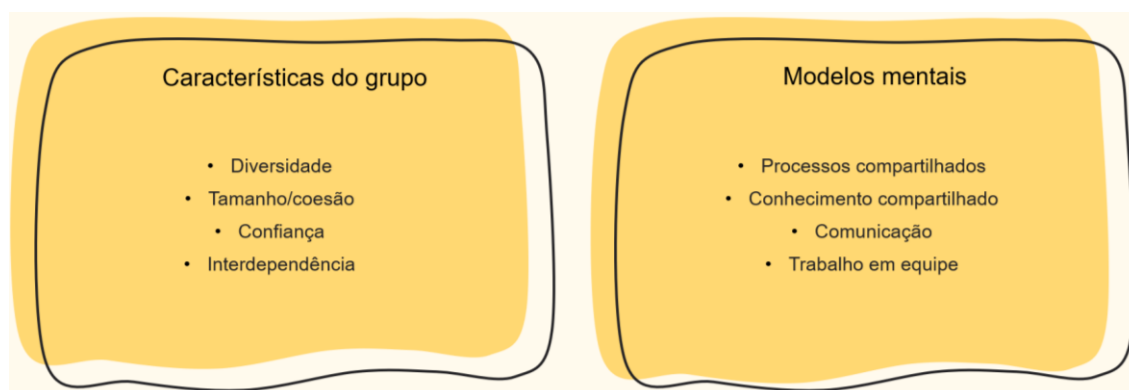
Fonte: Adaptado de Zavadil, Tschimmel e Silva (2016) e Alencar e Fleith (2003).

Por fim, Zavadil, Tschimmel e Silva (2016) também discutem o modelo de Woodman, Sawyer e Griffin (1993), que aborda os grupos criativos, ou seja, um conjunto sistêmico de indivíduos com diferentes personalidades que buscam solucionar um desafio em comum. Nessa teoria, os fatores que influenciam a expressão da criatividade em grupo seriam: a diversidade da equipe; o tamanho e

coesão do grupo; as estratégias adotadas para resolver os problemas e os processos comunicativos desenvolvidos pelo grupo; e a influência do contexto.

A Figura 45 resume os principais aspectos que influenciam a criatividade em grupo, de acordo com os autores supracitados.

Figura 45 - Principais aspectos que influenciam a criatividade em grupo.



Fonte: Adaptado de Zavadil, Tschimmel e Silva (2016) e Woodman, Sawyer e Griffin (1993).

Com relação às características do grupo, Woodman, Sawyer e Griffin (1993) destacam a diversidade como aspecto essencial no desenvolvimento da criatividade, uma vez que, quanto mais heterogêneos os grupos com relação a contextos, realidades, experiências prévias, habilidades, campos de estudos, entre outros fatores, mais ampla será a perspectiva das discussões realizadas e, conseqüentemente, poderão chegar às mais diversas soluções para os problemas.

Esse aspecto também influencia diretamente na construção da interdependência, isto é, da necessidade do trabalho em equipe para que as atividades sejam realizadas e os objetivos do grupo e do trabalho em questão sejam atingidos, uma vez que as particularidades de cada membro atuam de modo complementar na dinâmica do grupo, potencializando a colaboração e, conseqüentemente, a criatividade. Dessa forma, se estabelece, também, o senso de responsabilidade compartilhada pelo sucesso do grupo e os processos definidos para atingirem os objetivos da atividade proposta.

Nesse mesmo sentido, o tamanho e a coesão são fatores que vão influenciar na dinâmica como um todo e, conseqüentemente, na eficácia das tarefas em grupo. Grupos muito grandes podem apresentar uma diversidade muito extensa de perspectivas e afetar tanto a capacidade de colaboração quanto a divisão e coordenação das atividades, por exemplo. Já a confiança é um fator determinante para que se crie um clima colaborativo e receptivo, e para que os membros do grupo

se sintam à vontade para compartilhar suas ideias e interagirem com as ideias dos demais.

Todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento e expressão – ou inibição – da criatividade, tanto no que se referem à prática docente quanto ao indivíduo, o contexto e o grupo, ressaltam a noção de que o processo criativo é algo complexo, que não depende apenas do sujeito e que envolve diversas variáveis. Para promover um ensino para a criatividade, é necessário que todos os indivíduos – professores e alunos – conheçam e experienciem tais aspectos. E no que diz respeito ao pesquisador,

[...] A fim de se obter uma visão mais ampla do fenômeno criatividade, devemos levar em consideração a interação entre características individuais e ambientais, as rápidas transformações na sociedade, que estabelecem novos paradigmas e demandam soluções mais adequadas aos desafios que surgem, e o impacto do produto criativo na sociedade. Lembramos que, para se estimular a expressão criativa na escola, no trabalho ou em outro contexto, é necessário preparar o indivíduo para pensar e agir de forma criativa, bem como planejar intervenções nesses contextos a fim de estabelecer condições favoráveis ao desenvolvimento da criatividade (Alencar; Fleith, 2003, p. 7).

Analisando o contexto de pesquisas envolvendo a criatividade na formação de professores e suas contribuições para um ensino para a criatividade, Oliveira e Alencar (2007) realizaram um estudo com professores de cursos superiores da área de Letras. Por meio de entrevistas, as pesquisadoras observaram que, apesar de os professores reconhecerem que a criatividade é um fator essencial à formação e apresentarem práticas e comportamentos que estimulam o desenvolvimento da mesma em seus alunos e futuros professores – como promover debates, produções de trabalhos de escrita criativos (jornal, diário, poesias, teatro, etc.), e valorizar tanto as respostas corretas quanto as demais contribuições individuais dos alunos nas discussões – tais ações não ocorrem de forma intencional.

De acordo com as autoras supracitadas (p. 235), “[...] isso se deve à desinformação dos professores quanto às estratégias e atividades promotoras do potencial criativo, às incipientes iniciativas das instituições de ensino para inclusão de uma disciplina ou conteúdos sobre criatividade e aos poucos programas de atualização dos atuais professores.”

Ribeiro e Fleith (2007) corroboram essa perspectiva a partir de um estudo sobre a percepção de professores universitários de cursos de licenciatura sobre práticas que favorecem o estímulo à criatividade em seus alunos. Esse estudo apontou que os professores reconhecem mais em sua prática fatores que incentivam a expressão da

criatividade, como a construção de um clima favorável para o compartilhamento de ideias. Entretanto, o reconhecimento de metodologias de ensino para a criatividade foi menor, destacando que os professores enfrentam dificuldades para aplicar estratégias direcionadas para isso.

Ainda, as pesquisadoras também apontam para o fato de que a estrutura dos cursos de licenciatura não costuma direcionar os professores em formação a práticas que estimulem a expressão da criatividade de maneira direta, e nem apresentar instrumentos e ferramentas que o mesmo possa utilizar para construir um ensino voltado para a criatividade com seus futuros alunos.

Nesse sentido, é visando uma educação, mais especificamente, uma formação de professores, que tenha por objetivo o desenvolvimento da criatividade dos alunos, que esta pesquisa propõe um minicurso (Apêndice D) com licenciandos de duas áreas que se complementam (Arte e Ciência), no intuito de possibilitar para os mesmos o contato e o compartilhamento de diferentes perspectivas e conhecimentos construídos historicamente em cada campo, além de experiências que exijam o desenvolvimento da criatividade em conjunto, a fim de explorarem um maior grau de complexidade sobre um determinado tema e, conseqüentemente, aprimorem suas próprias formações.

2.5 Síntese

No Quadro 1 é apresentado uma síntese dos principais aspectos discutidos ao longo do capítulo 2.

Quadro 1 - Síntese dos principais aspectos do capítulo 2.

Divergências	Semelhanças	Potencialidade no Ensino	Ensino para a criatividade
• Produto; • Atividade – os objetivos de cada uma; • Relação com o público e tipo de julgamento; • Noção de moderno; • Maneira como lidam com as tradições, com o passado, valorização da história; • Como lidam com os paradigmas; • Como se comunicam; • Como lidam com a cópia; • Originalidade vs universalidade; • Impacto da autoria; • Tipo de linguagem; • Como lidam com a solução de problemas e o erro; • Impacto da formação.	• Imaginação; • Criatividade; • Intuição; • Importância da experiência; • Criam realidades; • Trabalham com interpretações; • Atividades humanas; • Influenciam e são influenciadas pela sociedade; • Exige um público; • São formas de conhecimento; • Movidas pela curiosidade; • Processos complexos e dinâmicos; • Base na dialética; • Se desenvolvem pela teoria e prática; • Se desenvolvem pela razão e emoção.	• Trabalhar relações históricas; • Produção de materiais (metais, plásticos, tintura, etc); • Criação de modelos; • Linguagem artística (histórias em quadrinhos, música, cinema, poesia, etc); • Fotografia; • Dar forma ao invisível (esculturas, exposições artísticas, etc); • Nanoarte; • Objeto de pesquisas; • Divulgação científica; • Restauração de obras artísticas; • Trabalhos acadêmicos que exploram essa relação.	• O indivíduo (personalidade, habilidades cognitivas e criativas, conhecimento, experiência e motivação intrínseca). • O grupo (características do grupo e modelos mentais). • O ambiente (domínio e gestão). • Práticas docentes que favorecem a criatividade no Ensino Superior (incentivo a novas ideias, clima para expressão de ideias, avaliação e metodologia de ensino, interesse pela aprendizagem do aluno).

Fonte: Elaborado pela autora.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentadas a forma como a pesquisa foi desenvolvida, o tipo de estudo realizado, as estratégias adotadas, assim como a metodologia de análise dos dados obtidos. Conforme relatamos anteriormente, a questão que a pesquisa busca responder é: quais os desafios e potencialidades de um minicurso pautado no ensino para a criatividade, a partir da relação entre Arte e Química, no que se refere à formação de professores? O objetivo geral do estudo é investigar as contribuições que o contexto interdisciplinar pode proporcionar à formação inicial de professores de Química e Artes Visuais, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento da criatividade. Já os objetivos visam superar algumas visões alternativas sobre o campo do conhecimento das Artes Visuais e das Ciências da Natureza; possibilitar que alunos de diferentes cursos experienciem a interdisciplinaridade em suas formações; elaborar um texto histórico para mostrar um panorama geral sobre a relação entre as Ciências Naturais e Artes Visuais ao longo do tempo; compreender o papel da criatividade no processo formativo; propor reflexões sobre a importância da interdisciplinaridade em cursos de formação de professores.

Para isso, foi elaborado um minicurso (Apêndice D), com carga horária total de 14 horas, que foi desenvolvido de forma remota com 28 licenciandos dos cursos de Química (17 alunos) e de Artes Visuais (11 alunos) de uma universidade pública do Estado de São Paulo. A proposta do minicurso foi trabalhar a relação histórica entre as áreas do conhecimento Artes Visuais e Ciências da Natureza, suas diferenças e semelhanças, e propor que os alunos, em grupos mistos, abordassem de maneira visual e artística uma temática da química, de maneira que a interpretação do produto abrangesse não só perspectivas da Ciência, mas também da Arte e da Filosofia. Os dados foram coletados por meio das gravações dos encontros, questionário, autoavaliação, notas de campo e das atividades apresentadas ao final do minicurso. Os dados foram analisados por meio da Análise de Conteúdo (Bardin, 2002) e de análise descritiva interpretativa.

Sendo assim, é apresentado a seguir a forma como este minicurso foi pensado e ministrado, bem como as justificativas e referenciais que permearam cada etapa dessa pesquisa qualitativa.

3.1 Pesquisa Qualitativa

Esta pesquisa é de natureza qualitativa, isto é, aborda o mundo real em sua subjetividade, com seus contextos, objetividade e sujeitos, que se relacionam de maneira interdependente e indissociável, buscando responder perguntas particulares sobre os mesmos (Chizzotti, 2018; 2006; Minayo, 2007).

Em abordagens como essa, ocorre uma pluralidade de significações, uma vez que diversos fenômenos se fazem presentes e constituem tanto o objeto estudado quanto o contexto do qual faz parte. Nesse sentido, ambos sujeitos da pesquisa, observador e observado, fazem parte do processo de produção do conhecimento, contribuindo para a interpretação e exploração da temática em questão (Chizzotti, 2018; 2006).

De acordo com Minayo (2007, p. 21), a pesquisa de cunho qualitativo

"[...] trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes. Esse conjunto de fenômenos humanos é entendido aqui como parte da realidade social, pois o ser humano se distingue não só por agir, mas por pensar sobre o que faz, o por interpretar suas ações dentro e a partir da realidade vivida e partilhada com seus semelhantes".

Já Flick (2012) reforça sua importância para o estudo das relações sociais, uma vez que a pesquisa qualitativa considera e revela a diversidade das esferas da vida, ou seja, o estudo passa a ser compreendido com relação ao local, o tempo e as situações que o envolvem. É necessário buscar conhecer o contexto e o que ocorre na esfera da vida que o pesquisador está estudando. Portanto, a comunicação do pesquisador com os elementos envolvidos em seu campo de estudo é um ponto importante no processo de produção de conhecimento nesse tipo de pesquisa. Sendo assim, as subjetividades ali presentes também são consideradas.

Para Flick (2012), existem alguns aspectos que são essenciais para a pesquisa qualitativa, como escolher métodos e teorias adequados para o tipo de estudo que se quer realizar, identificar e buscar compreender diferentes perspectivas que se fazem presentes, promover reflexões no decorrer da pesquisa, e buscar uma variedade nos tipos de abordagem e métodos adotados ao longo do estudo.

Minayo (2007) descreve algumas etapas essenciais para o desenvolvimento dos ciclos de pesquisa qualitativa, sendo elas: 1) a fase exploratória, que engloba toda a elaboração e delineamento da pesquisa, definindo o objeto de estudo, objetivos,

instrumentos de coleta e análise, bem como consulta aos referenciais já existentes e desenho do cronograma; 2) o trabalho de campo, que representa toda a parte prática empírica da pesquisa delineada na etapa anterior; e 3) a análise dos materiais e dados obtidos, que envolve a compreensão e interpretação dos dados produzidos no trabalho de campo, assim como sua articulação com as teorias e referenciais escolhidos para a pesquisa.

De acordo com Chizzotti (2018; 2006) e Bogdan e Biklen (1994), podemos resumir a pesquisa qualitativa nas seguintes características:

- **Formulação do problema e imersão do pesquisador no ambiente natural:** o problema de pesquisa tem que ter base em uma problemática real, e não ser limitado a uma hipótese a priori, ou seja, a formulação do problema ocorre por meio de um processo indutivo que vai se delimitando conforme o pesquisador explora os contextos e os condicionantes em que se dá o estudo, e por meio da dinâmica que se cria entre pesquisador e pesquisado. O problema seria um obstáculo percebido de maneira parcial pelos sujeitos e analisado de várias formas. Sendo assim, o ambiente natural é a sua principal fonte de dados, e o pesquisador não é apenas um relator passivo, mas possui uma conduta participante. A pesquisa qualitativa é uma obra coletiva.
- **Os dados não são isolados e são descritivos, na maioria das vezes:** os dados vão muito além daquilo que é percebido de forma imediata, são encontrados nas diversas e complexas contradições, exposições e ocultamentos, além de em diferentes perspectivas. Daí a necessidade de se buscar sua essência e a importância de as descrições incluírem todos os elementos possíveis daquilo que está sendo observado, experienciado e intuído, pois algo que aparenta ser banal a princípio pode se revelar como um ponto chave para a compreensão da problemática em questão. Portanto, compreender o processo se mostra mais relevante do que o produto, ou seja, entender como determinado problema se manifesta e se constrói é mais interessante do que apenas identificá-lo.
- **As técnicas disponíveis são amplas e flexíveis:** geralmente, a pesquisa qualitativa faz uso de metodologias que permitem explorar a

essência dos dados por uma diversidade de prismas analíticos, o que inclui desde observações participantes, análises de conteúdo, relatos de vida, entre outros. No entanto, esse tipo de pesquisa permite com que várias técnicas possam ser aplicadas em conjunto ou de maneira adaptada conforme as especificidades de cada estudo, desde que validadas e fundamentadas por referenciais já estabelecidos.

Com base na pesquisa qualitativa e nas possibilidades metodológicas que a mesma permite, esta pesquisa fez uso da observação participante e se enquadra como um estudo de caso, que será melhor descrito a seguir.

3.2 Observação Participante

A proposta da observação participante é que o pesquisador seja um participante dos fatos estudados, observando os sentidos que os sujeitos constroem ao longo de suas experiências. Esse tipo de método está sujeito a diversas variantes e, por isso, geralmente está atrelado com outras técnicas de pesquisa (Chizzotti, 2018).

Um primeiro contato do investigador com os sujeitos da pesquisa pode favorecer sua interação no decorrer do estudo, permitindo que o pesquisador conheça melhor o contexto real no qual estão inseridos. A observação participante, além de permitir esse primeiro contato e promover uma participação mais ativa do pesquisador, também possibilita a combinação de diferentes técnicas de coleta de dados, como a observação, entrevistas, desenhos, entre outros, contribuindo para a compreensão mais holística e crítica dos dados (Chizzotti, 2018; Flick, 2012; Lüdke; André, 2018).

Ao longo da observação participante, a identidade do pesquisador e os objetivos da pesquisa não precisam ser secretos para os participantes. O grau de participação do investigador pode ser totalmente aberto, sigiloso ou ainda ambos em diferentes níveis conforme o objetivo da pesquisa. De acordo com Flick (2012) e Lüdke e André (2018), existem quatro possibilidades:

A primeira seria a de **participante total**, na qual o pesquisador não apresenta o propósito do estudo e nem sua identidade ao público, misturando-se com os sujeitos da pesquisa a fim de construir uma relação mais próxima com aquilo que busca observar.

A segunda é a de **participante como observador**, isto é, o pesquisador opta por revelar sua identidade, mas apresenta apenas parcialmente seus objetivos, a fim de não afetar as atitudes e a postura dos sujeitos.

Outra possibilidade é o **observador como participante**, que permite um diálogo explícito entre o pesquisador e os sujeitos, uma vez que, neste formato, os objetivos e a identidade do investigador não são um segredo, e os pesquisados mantêm a autonomia em colaborar com as informações que desejarem compartilhar.

Por fim, o pesquisador também pode ser **observador total**, nem mesmo se apresentando ou sendo visto pelos pesquisados, ou seja, ele não chega a interagir com os sujeitos, a fim de manter-se distante em termos de relações interpessoais para não comprometer ou interferir em nenhum aspecto do comportamento dos sujeitos no decorrer da pesquisa.

Esse tipo de metodologia contribui para a pesquisa no sentido de possibilitar que o pesquisador participe no campo ao mesmo tempo em que mantém uma distância para realizar as análises, mas também interagindo com o contexto real dos sujeitos, enriquecendo a compreensão da ocorrência de um determinado fenômeno. Vale ressaltar que os níveis de observação podem ir mudando ao longo do estudo, podendo iniciar como apenas observador e ir aumentando o nível da participação conforme necessário (Flick, 2012; Lüdke; André, 2018).

No caso da presente pesquisa, o grau de interação utilizado pela pesquisadora foi o de participante como observador e observador como participante. Como será possível identificar mais à frente com uma descrição mais detalhada, tanto o objetivo da pesquisa quanto a identidade do pesquisador foram expostos aos participantes desde o início do estudo, entretanto, os níveis de participação e observação foram diferentes a cada encontro.

A fim de minimizar alguns riscos que a observação participante pode proporcionar, como evitar um olhar muito enviesado nas análises por ter se envolvido de forma direta com o contexto, ou também de proporcionar certa estranheza entre pesquisador e participantes, foram utilizados diferentes instrumentos de coleta de dados, e a pesquisadora acompanhou aulas das disciplinas que os sujeitos faziam parte ao longo de todo o semestre, resultando em uma familiarização entre ambos (Lüdke; André, 2018).

3.3 Estudo de Caso

O Estudo de Caso busca coletar dados importantes sobre o objeto de estudo, que pode ser um caso simples e específico ou complexo e abstrato e, a partir disso, ter uma compreensão mais ampla sobre esse objeto e seus contextos. Ao longo desse estudo, busca-se coletar diversos dados possíveis, fazendo uso de variados instrumentos de coleta, a fim de compreender o caso de forma mais abrangente, com suas particularidades, controvérsias e complexidade. Nesse sentido, um ponto a ser ressaltado no Estudo de Caso é a necessidade de uma descrição detalhada de todo o caso estudado e das etapas da pesquisa, além das justificativas das escolhas realizadas, tanto pelo pesquisador quanto pelos participantes. Ainda, se faz presente a avaliação dos resultados obtidos, a interpretação do pesquisador e, a partir disso, a reflexão e a proposta de novas ações (Chizzotti, 2018; 2006; Lüdke; André, 2018).

De acordo com Lüdke e André (2018, p. 20), a delimitação do caso estudado tem que ser clara e bem definida. Independentemente de apresentar semelhanças ou pontos em comum a outros casos, seus objetivos os diferem, isto é, os interesses do pesquisador determinam a forma como o caso será compreendido, tornando-o único. Nesse sentido,

[...] o caso se destaca por se constituir numa unidade dentro de um sistema mais amplo. O interesse, portanto, incide naquilo que ele tem de único, de particular, mesmo que posteriormente venham a ficar evidentes certas semelhanças com outros casos ou situações. Quando queremos estudar algo singular, que tenha um valor em si mesmo, devemos escolher o estudo de caso.

O Estudo de Caso, de acordo com os autores supracitados, possui algumas características fundamentais: (1) busca encontrar e acrescentar novos elementos que não estavam presentes no planejamento inicial e que podem aparecer ao longo do estudo; (2) a interpretação em contexto é um elemento chave, já que para uma melhor compreensão do objeto de estudo é preciso considerar o contexto e as problemáticas no qual está inserido; (3) busca evidenciar a complexidade das relações e dimensões que envolvem o problema/caso; (4) na busca dessa complexidade e de um olhar mais crítico, o estudo de caso faz uso de diversas fontes de informação, com dados coletados de diferentes formas e em diferentes momentos; (5) esse tipo de estudo expõe as experiências vivenciadas ao longo do processo de forma detalhada, de maneira que o leitor consiga questionar o que pode ser aproveitado daquele caso para situação em que ele vive, ou seja, fazer generalizações naturalísticas; (6) ressalta as

controvérsias e divergências que podem ocorrer ao longo do estudo, evidenciando o ponto de vista do pesquisador e permitindo que o leitor também reflita sobre o assunto; (7) faz uso de uma linguagem mais acessível e os dados podem ser organizados de diversas maneiras e expostos de forma objetiva.

De uma maneira geral, o Estudo de Caso, embora não vise generalizações globais, pode trazer à tona realidades universais, uma vez que nenhum caso ocorre de maneira isolada. Apesar de suas características próprias, todo fato faz parte de uma rede contextual de influências (Chizzotti, 2006).

Com base nesses aspectos fundamentais, o caso estudado nesta pesquisa são as influências contextuais do minicurso interdisciplinar realizado, no que se refere a contribuição da relação entre Arte e Ciência para o desenvolvimento da criatividade na formação de professores (delimitação do caso). Para isso, foram utilizados variados instrumentos para a constituição dos dados (gravações, questionários, autoavaliação, produtos desenvolvidos), no intuito de obter diferentes perspectivas, dimensões e alcançar um maior grau de compreensão da complexidade dos mesmos. Além disso, buscou-se, ao longo das análises, ressaltar as controvérsias presentes e fazer um detalhamento das etapas de todo o estudo (que serão apresentadas mais à frente), a fim de contribuir para a compreensão da pesquisa em si e de como ela se deu.

De acordo com Chizzotti (2018; 2006), Gil (2002) e Lüdke e André (2018), o Estudo de Caso se desenvolve a partir de três etapas principais que podem se sobrepor ao longo do processo. A primeira constitui a **Seleção e Delimitação do Caso**, que se dá a partir de questões construídas com base nas experiências do pesquisador, do estudo da literatura e de observações. Tais questões podem ser reformuladas ou descartadas, e novas outras podem ser formadas conforme o andamento do estudo. Ainda no momento da seleção do caso, cada escolha deve ser justificada de forma clara, de modo a fundamentar a importância da investigação. Já a parte de delimitação do caso é importante para estabelecer os contornos e as especificações do estudo, ou seja, o foco que será dado à investigação, o tipo de dado que será mais interessante para alcançar os objetivos e/ou responder à questão da pesquisa.

A segunda etapa se refere ao **Trabalho de Campo**, que representa o momento da coleta sistemática dos dados. Nesta fase, são colocadas em prática as diferentes

estratégias e técnicas para obtenção das informações, que podem ser modificadas de acordo com as necessidades particulares do estudo.

E a terceira e última etapa é a **Análise dos Dados e a Elaboração do Relatório**. Nesse momento, todos os dados coletados são organizados com base em uma lógica e/ou referencial de análise, de maneira a facilitar a compreensão das informações e também a permitir que o objetivo proposto seja alcançado e/ou que a questão de pesquisa seja respondida. A elaboração do relatório, que pode ser realizada de várias formas, tem o intuito de apresentar as diversas dimensões que envolvem o problema em questão, mostrar sua relevância e complexidade, bem como apontar possíveis ações para aprimorar ou transformar o caso estudado.

Nas próximas seções deste capítulo serão apresentados todos os passos da metodologia adotada com base nessas etapas do Estudo de Caso.

3.4 Detalhando o Estudo de Caso

Com base nas etapas do estudo de caso apresentadas anteriormente, serão detalhados todos os procedimentos de elaboração, aplicação e análise do caso estudado.

Vale ressaltar que essa pesquisa se iniciou durante o período da pandemia da COVID-19⁴². Após a coleta dos dados das turmas remota, o ensino presencial foi retomado e, por conta do tempo hábil da pesquisa, foi possível reaplicar o minicurso de maneira presencial, fazendo as adaptações necessárias de acordo com esse outro contexto de aplicação. Entretanto, visando fazer um estudo comparativo futuramente sobre o impacto que o ensino remoto e presencial teve nos resultados obtidos em cada minicurso, **esta pesquisa se debruçará apenas nos dados coletados na primeira turma (remoto)**.

Portanto, para cada etapa do estudo de caso será detalhado o que foi realizado.

3.4.1 Primeira etapa – Seleção e Delimitação do Caso

A primeira etapa do estudo de caso é a seleção e delimitação do caso a ser estudado. Com base na literatura (Alencar, 1990; Alencar; Fleith; Pereira, 2017;

⁴² Para mais informações sobre o contexto da pandemia COVID-19, ler o artigo VIEIRA, M. F.; SILVA, C. M. S. A Educação no contexto da pandemia de COVID-19: uma revisão sistemática de literatura. RBIE, 28, 1013-1031, 2020. Disponível em <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/rbie/article/view/v28p1013> Acesso em 24/04/2024.

Bachelard, 1996; Demo, 2014) e também ao longo de toda a minha vivência acadêmica, ficou claro que, apesar da importância da criatividade no fazer científico, a reprodução se sobrepõe ao ato criativo no âmbito do ensino de Ciências, seja com as famosas receitas de bolo procedimentais nos laboratórios, ou com os formatos tradicionais de aulas e listas de exercícios repetitivas e também com perfis docentes que inibem essa atitude exploratória dos alunos. Isso, muitas vezes, acaba prejudicando também a compreensão das várias dimensões que englobam o conhecimento científico e a formação inicial de professores dessa área, especificamente, de Química.

Partindo dessa problemática, para este trabalho, **o caso específico a ser estudado é:**

- Um minicurso criado e desenvolvido com licenciandos de Artes Visuais e Química de uma Universidade Pública do Estado de São Paulo. Ele foi elaborado no intuito de compreender as contribuições que um ensino interdisciplinar, voltado para a exploração da criatividade pode proporcionar para a formação inicial de professores, assim como os limites do mesmo, permitindo que novas reflexões tanto sobre a estrutura desses currículos quanto sobre o tipo de profissional que está sendo formado sejam feitas.

Nesse sentido, apenas a observação do caso não seria suficiente, uma vez que a minha atuação enquanto desenvolvedora e mediadora do minicurso também está sob análise, isto é, a minha participação também constitui o caso estudado porque é um elemento central de um ensino para a criatividade.

A seguir serão apresentadas todas as etapas do processo de constituição e delimitação do caso. No **Apêndice D** dessa pesquisa encontra-se o plano final do minicurso, a junção de todas as etapas. Sugere-se realizar uma leitura do mesmo antes de iniciar a leitura de cada etapa da elaboração do caso estudado a fim de facilitar a compreensão:

- **A estruturação do caso**

No início, buscou-se compreender os elementos necessários e importantes para o desenvolvimento de um ensino para a criatividade. Tais elementos (que envolvem o ambiente, o grupo e o indivíduo), apresentados no capítulo 2 desta pesquisa, serviram de base para a estruturação do minicurso.

Os referenciais da visão contextual da criatividade serviram para estruturar o minicurso, ver o que precisava estar presente nele, assim como os pontos para serem analisados para compreender o que foi feito. Já o inventário de práticas docentes que favorecem a criatividade no ensino superior, discutido por Alencar e Fleith (2004) e apresentado no segundo capítulo, auxiliou na preparação da pesquisadora enquanto mediadora das atividades.

Com base em todos esses elementos, o minicurso buscou mesclar aulas teóricas e práticas, abordando a relação histórica entre Ciência, Arte e sociedade de diversas partes do mundo; as semelhanças e as diferenças entre essas duas áreas do conhecimento; as possibilidades dessa relação no ensino; a criatividade; e as dimensões representacionais do conhecimento Químico.

No que se refere à parte prática, a proposta do minicurso foi que os alunos teriam que se dividir em grupos mistos e criar um produto que desse forma para algum assunto abstrato da Química a partir da Arte. Entende-se aqui como abstrato algo não visível e concreto, que requer imaginação, criatividade, abstração para elaborar e visualizar na mente. Além disso, teriam que apresentar uma interpretação do mesmo que fosse além da lógica racional, podendo explorar uma linha mais humana, filosófica, subjetiva e interdisciplinar, de maneira que as duas áreas fossem contempladas e estivessem em equilíbrio ao longo do processo enquanto conhecimento, refletindo sobre como isso poderia ser abordado em aulas tanto de Artes Visuais quanto de Química.

No Quadro 2 se encontra a ideia geral do minicurso.

Quadro 2 - Esboço geral do minicurso.

Etapas	Desenvolvimento	Objetivos
Levantamento de concepções	Aplicar um Questionário anterior ao minicurso para analisar as noções alternativas dos alunos referentes aos seguintes aspectos: - A relação entre Arte e Ciência. - Visões da natureza da Ciência e da Arte; - A presença da criatividade em ambas atividades; - O processo científico e artístico; - Arte e Ciência enquanto áreas de conhecimento.	Compreender as noções alternativas dos alunos sobre a temática da pesquisa, anteriores ao minicurso e, dessa forma, melhor analisar as contribuições do mesmo e das discussões ao final do processo e possibilitar um rearranjo de informações a serem apresentadas de acordo com as respostas.

Aulas Teóricas	- A pesquisa e a interdisciplinaridade; - Relação histórica entre Ciência, Arte e Sociedade; - As diferenças, semelhanças e possibilidades entre Arte e Ciência; - A importância da criatividade no Ensino; - A promoção de um ensino para a criatividade; - As Dimensões representacionais do conhecimento químico; - Discussão e reflexão sobre as respostas dos questionários e o que foi apresentado até o momento; - Determinar os critérios avaliativos das produções.	Apresentar a pesquisa e seus objetivos; realizar uma abordagem histórica sobre a temática a fim de aprimorar as noções acerca da relação Arte-Ciência e do processo de construção de cada uma dessas áreas; superar algumas visões alternativas e de senso comum sobre a relação Arte-Ciência, apresentando possibilidades tanto no Ensino quanto no campo aplicado de cada área e a importância da criatividade; trazer um <i>feedback</i> do questionário, a fim de proporcionar reflexões mais críticas sobre as noções alternativas apresentadas inicialmente. Realizar discussões acerca das dimensões representacionais da Química, suas dificuldades no ensino; a relevância de conteúdos abstratos na Química e sobre os modelos na Ciência, a fim de que os licenciandos de Artes Visuais possam ter um contato mais aprofundado e recente sobre tais conteúdos e, dessa forma, conseguir contribuir mais para o processo criativo. Ainda, explicar a atividade proposta e analisar os elementos que os alunos de cada área consideram importantes para serem avaliados nas atividades que irão desenvolver.
Aulas Práticas	- Discussões em grupo sobre qual e como a temática será trabalhada; - Planejamento do produto; - Discussões sobre formas de interpretação e como relacionar com o ensino de ambas as áreas; - Confeção do produto; - Elaboração da apresentação.	Analisar como os alunos de cada área trabalham em conjunto e como cada um contribui para o processo de alcançar um mesmo objetivo; analisar a expressão da criatividade e imaginação nesse momento; compreender como lidam com o ato criativo.
Finalização	- Apresentações dos grupos e discussões; - Autoavaliação; - Avaliação dos estudantes sobre o que cada grupo apresentou; - Roda de Conversa Final sobre os desafios e as contribuições do processo, a questão da criatividade, sobre a relação Arte e Ciência e reflexões sobre a formação inicial dos mesmos.	Compreender a visão dos alunos sobre o minicurso enquanto participantes do mesmo; analisar as contribuições e os desafios desse tipo de atividade que envolve a interdisciplinaridade e o ato criativo para o processo de formação inicial de professores; avaliar criticamente o minicurso e apontar melhorias para o mesmo.

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir dessa ideia geral, pensou-se em quais momentos os elementos discutidos pelos referenciais estariam presentes no minicurso. Dessa forma, para facilitar a compreensão dos objetivos de cada etapa do minicurso e também dos conteúdos a serem analisados, listamos nos Quadros 3 e 4 os momentos que

correspondem aos aspectos gerais e específicos necessários no desenvolvimento do ensino para a criatividade, de acordo com Amabile (1997), Csikszentmihalyi (1988), Sternberg (1988) e Zavadil, Tschimmel e Silva (2016).

Quadro 3 - Aspectos gerais e específicos referentes ao Ambiente que foram pensados no minicurso.

ASPECTOS GERAIS	ASPECTOS ESPECÍFICOS	MOMENTOS DO MINICURSO
Campo/Domínio	Práticas e conhecimentos	O minicurso abordará diversos conteúdos que serão discutidos nas aulas teóricas e articulados nas aulas práticas, além daqueles compartilhados entre os membros de cada grupo.
	Comunidade de especialistas	No último encontro, haverá a apresentação da criação dos grupos, avaliação/feedback dos colegas e professores das disciplinas e também da pesquisadora.
	Tarefa adequada, desafiadora	O tema da atividade estava de acordo com a temática do minicurso e exigiu dos alunos tempo, trabalho em grupo, conhecimento e criatividade. O principal desafio é dar forma para algo abstrato de maneira equilibrada entre as áreas abordadas.
	Tempo para o trabalho	A discussão das ideias, a confecção do produto e as apresentações serão feitas em encontros separados com o tempo todo disponível apenas para a realização de cada etapa do trabalho.
	Recursos financeiros	Não precisa
	Recursos materiais	Não serão exigidos materiais específicos, ficará a critério de cada grupo.
	Informação	Ao longo de todo o minicurso.
Práticas de gestão/liderança	Comunicação	Presente a todo momento por parte da pesquisadora nas aulas teóricas e na finalização do minicurso, e apenas quando requisitada ao longo das aulas práticas para não interferir no processo criativo dos grupos.
	Reconhecimento, Avaliação construtiva e Feedback	Principalmente no último encontro, após a apresentação de cada grupo e no fechamento (Roda de Conversa final) do minicurso.
	Liberdade	Nenhuma imposição quanto a participação, expressão e comunicação será colocada aos alunos.
	Objetivos Claros	Logo no primeiro encontro e reforçados antes do início das atividades práticas.
	Ressaltar competências individuais	O Foco será dado mais para as competências em grupo.
	Orientação a assumir	Elemento a ser considerado ao longo de todo o processo.

	riscos	

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com a visão contextual, um dos pontos centrais que estimulam o desenvolvimento e a expressão da criatividade é o ambiente, portanto, foram considerados no planejamento inicial do minicurso todos seus elementos de importância.

Já em relação ao grupo, destacam-se os seguintes aspectos, segundos os trabalhos de Woodman, Sawyer e Griffin (1993) e Zavadil, Tschimmel e Silva (2016) (Quadro 4):

Quadro 4 - Aspectos gerais e específicos referentes ao Grupo que foram pensados no minicurso.

ASPECTOS GERAIS	ASPECTOS ESPECÍFICOS	MOMENTOS DO MINICURSO
Características do grupo	Diversidade	Alunos de Química e Artes Visuais
	Tamanho/coesão	Manter pelo menos dois de cada área em cada grupo.
	Confiança	Aspecto a ser desenvolvido e analisado ao longo do trabalho em grupo.
	Interdependência	Aspecto a ser desenvolvido e analisado ao longo do trabalho em grupo.
Modelos mentais	Processos compartilhados	Aspecto a ser desenvolvido e analisado ao longo do trabalho em grupo.
	Conhecimento compartilhado	Presente tanto nas aulas teóricas quanto nas práticas, entre mediadora e alunos e também entre os integrantes dos grupos.
	Comunicação	Ponto a ser explorado ao longo das discussões e rodas de conversa de todo o minicurso quanto dentro de cada grupo de alunos que se formou para realizar a atividade.
	Trabalho em equipe	Se inicia de maneira concreta a partir das aulas práticas.

Fonte: Elaborado pela autora.

Além dos aspectos envolvendo o ambiente e o grupo, também existem os fatores relacionados ao indivíduo, que envolvem tanto aspectos específicos de sua personalidade quanto de suas habilidades cognitivas, criativas e sua motivação intrínseca, como melhor explicitado no início do trabalho. Esses elementos influenciam e são influenciados pelos aspectos desenvolvidos no ambiente e em grupo. Por meio

das gravações dos encontros, será possível identificar a expressão de determinados pontos, possibilitando uma maior compreensão de como tudo isso se relaciona ao longo dos processos criativo e de construção do conhecimento.

Toda essa estrutura foi a base do minicurso. O próximo passo foi a escolha do público-alvo.

- Escolha do público-alvo

Foi delimitado que o estudo seria realizado com licenciandos de Química e Artes Visuais de uma mesma Universidade Pública do Estado de São Paulo, uma vez que a pesquisa é voltada para a formação de professores e a relação interdisciplinar explorada é entre Arte e Ciência, mais especificamente Química.

Como ambos os cursos eram noturnos, a maioria dos alunos só poderia participar do minicurso se o mesmo fosse desenvolvido no horário das aulas. Sendo assim, buscou-se turmas que tivessem alguma disciplina que fosse condizente com a proposta do minicurso e que fossem ofertadas no mesmo dia e horário para facilitar o encontro entre os licenciandos.

No Quadro 5 estão as descrições das ementas de cada uma das disciplinas, a fim de esclarecer a natureza das mesmas e apontar a relação com a proposta do minicurso desenvolvido.

Quadro 5 - Ementas das disciplinas nas quais o minicurso foi realizado.

Curso	Ano	Disciplina	Ementa
Química	4º ano	Desenvolvimento da Pesquisa em Ensino de Química e Ciências I: Formação do Professor Pesquisador	“Desenvolver a capacidade de aplicação dos conceitos e teorias adquiridas durante o curso de forma integrada, através do planejamento e desenvolvimento de um projeto de pesquisa. [...] estimular a construção do <u>conhecimento coletivo</u> ; [...] o uso da <u>interdisciplinaridade</u> , o espírito <u>crítico e reflexivo</u> e a formação continuada [...]”
Artes Visuais	4º ano	Prática de ensino: Docência	“Estudos, organização de projetos e <u>oficinas interdisciplinares</u> voltadas às escolas de Educação Básica. Tais ações permitirão discussões teóricas a partir das <u>ações vivenciadas</u> pelos alunos [...]”

Fonte: Elaborado pela autora com base nos Projetos Político Pedagógico de cada curso⁴³

⁴³ Os documentos referentes aos projetos político pedagógico não serão disponibilizados a fim de garantir a não identificação da instituição e dos participantes da pesquisa.

Como é possível observar, as turmas estavam cursando o mesmo ano em seus respectivos cursos. Além disso, cada disciplina trazia em sua ementa elementos que também faziam parte do minicurso, como a interdisciplinaridade, o trabalho coletivo, a criatividade e o pensamento crítico e reflexivo.

- **Compreensão do contexto formativo de cada turma**

Após encontrar uma disciplina pedagógica de cada curso que fosse ofertada no mesmo dia e horário, cuja ementa abria espaço para discussões da natureza do minicurso, buscou-se via e-mail os professores responsáveis por cada uma para explicar a proposta.

A proposta incluía acompanhar e observar o desenvolvimento de ambas as disciplinas, a fim de melhor compreender o contexto formativo das turmas e promover a familiarização com os participantes da pesquisa, bem como aplicar o minicurso em algum momento que fosse favorável para o cronograma de ambos os professores.

Para isso, após o aceite do convite e antes do início de cada disciplina, foi marcada uma reunião com ambos os professores para discutir o cronograma e encontrar o melhor momento para que o minicurso fosse realizado. No caso, ele foi desenvolvido entre o começo e meio das disciplinas.

Como ambas as disciplinas eram oferecidas no mesmo dia e horário, a pesquisadora assistia as duas primeiras horas de um curso e depois as duas horas finais do outro, alternando a ordem a cada semana.

Todos os professores, tanto de Artes Visuais quanto de Química, aceitaram bem a proposta e a apresentaram aos alunos como parte da disciplina, o que influenciou na participação de praticamente todos os alunos.

- **As condições de trabalho para o aprimoramento e a aplicação do minicurso**

Após a estruturação geral do minicurso, a escolha do público-alvo, a definição das disciplinas e o contato com os professores, o próximo passo foi conhecer as condições de trabalho e realizar as adaptações necessárias de acordo com cada contexto de aplicação.

Por conta do cronograma das disciplinas, o minicurso foi desenvolvido em 6 encontros, com uma carga horária total de 14 horas.

O Questionário (Apêndice A) foi desenvolvido a partir da plataforma Google Forms e com base nas temáticas que seriam abordadas ao longo do minicurso, seguindo uma lógica de compreensão adotada por Ryan e Aikenhead (1992) e Lederman *et al.*, (2002). Questionou-se quais pontos seriam interessantes de serem compreendidos a partir desse questionário de levantamento de concepções e quais discussões seriam interessantes para melhor compreender o processo desenvolvido.

As perguntas que nortearam o planejamento do questionário visando contemplar as intenções da pesquisa foram: Os estudantes compreendem a Natureza da Ciência e da Arte? Eles reconhecem a criatividade na Ciência? Como eles encaram a criatividade na Ciência, na Arte e na docência? Como eles enxergam o potencial criativo em si mesmos? Os alunos reconhecem a complexidade da construção dos conhecimentos (que existe conhecimento científico no conhecimento artístico e vice-versa) e a não neutralidade das áreas (que elas podem se influenciar e que são influenciadas pelo contexto)? Eles enxergam semelhanças e possibilidades entre Ciência e Arte?

O questionário foi revisado por outros professores e pesquisadores da área de Ensino de Ciências e reformulado antes da primeira aplicação. Após a análise dos resultados obtidos na aplicação do questionário com os participantes do minicurso, percebeu-se que a maioria dos alunos não compreendeu a questão 6 e 7. Portanto, as mesmas não contribuíram para a pesquisa e precisaram ser reformuladas na aplicação presencial que ocorreu posteriormente (mas que não será analisada aqui).

Após a finalização do minicurso, os alunos tiveram até uma semana para enviarem a autoavaliação (Apêndice B), apesar de a maioria ter entregue no mesmo dia.

Vale ressaltar que, uma semana antes do início do minicurso, foi enviado aos alunos o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), aprovado pelo Comitê de Ética e assinado pela pesquisadora, como forma de garantia do anonimato dos participantes na pesquisa e de que os mesmos não seriam prejudicados ao longo do processo.

Ainda, é importante destacar que todas as aulas teóricas foram desenvolvidas com base nos dois primeiros capítulos da tese. Todo o conteúdo, exemplos e referenciais apresentados no minicurso foram retirados da fundamentação teórica da pesquisa.

Dessa forma, a estrutura final do minicurso ministrado está descrita no Quadro 6:

Quadro 6 - Estrutura final do minicurso.

Encontros	Horas	Desenvolvimento
Anterior ao início do minicurso	-	Aplicação do Questionário online
1º	2	- (15 min) Apresentação da pesquisa; - (1h45) Aula sobre a relação histórica entre Ciência, Arte e sociedade de diversas partes do Mundo.
2º	2	- (1h10) Aula sobre as diferenças e semelhanças entre Arte e Ciência; a importância da criatividade no ensino; possibilidades dessa relação no ensino formal e não formal, isto é, em outros ambientes como museu, exposições, centros de ciência, etc. - (10 min) Apresentação do vídeo: um ensaio sobre perguntas e respostas: arte e ciência - (40 min) Roda de conversa: discussão e reflexão sobre as respostas obtidas no questionário e o que foi apresentado até o momento.
3º	2	- (1h) Discussão sobre as dimensões representacionais do conhecimento científico (macroscópica, submicroscópica e simbólica); Modelos na Ciência. - (30 min) Explicação da atividade em grupo; um dos exemplos apresentados para ilustrar melhor: http://surl.li/eujgm - (30 min) Definição, pelos próprios alunos, dos critérios de avaliação das produções.
4º	2	- Início da atividade (tempo disponibilizado para os alunos montarem os grupos, pensarem na problemática que irão resolver, traçar o plano e planejarem o produto)
5º	3	- Tempo disponibilizado para os alunos confeccionarem seus produtos e apresentações.
6º	3	- (2h20) apresentação dos grupos. - (20 min) Roda de conversa final: reflexões sobre os desafios e contribuições de todo o processo para a própria formação, a importância da criatividade e dessas discussões nas licenciaturas, se eles mudariam algum elemento avaliativo após terem experienciado o processo; - (20 min) tempo para os alunos finalizarem as avaliações dos grupos.

Fonte: Elaborado pela autora.

Na próxima etapa será discutido mais detalhadamente como se procedeu o trabalho de campo.

3.4.2 Segunda etapa – Trabalho de campo

A segunda etapa do estudo de caso consiste no trabalho de campo, que se deu em dois momentos: (1) observação participante e (2) desenvolvimento do minicurso.

O momento da observação participante foi importante para conhecer o contexto formativo dos participantes, permitir uma maior familiarização entre os mesmos e a pesquisadora, observar as interações entre os integrantes de cada grupo, além de promover discussões que contribuíssem para a proposta da pesquisa.

Para isso, foram feitas observações com diferentes níveis de interação (participante como observador e observador como participante). Tais momentos não seguiram, necessariamente, uma ordem pré-estabelecida. Como dito anteriormente, esses níveis de interação podem se sobrepor.

Enquanto “participante como observador”, a pesquisadora foi apresentada para as turmas como alguém que iria acompanhar as aulas durante o semestre e desenvolveria um minicurso com eles como parte de uma pesquisa de doutorado. Como dito anteriormente, foram acompanhadas todas as aulas ao longo de um semestre de ambas as turmas. Pelo fato de serem ofertadas no mesmo dia e horário, eram assistidas as primeiras horas de uma e as últimas horas da outra, alternando a ordem a cada semana. Durante esse período de tempo, as notas de campo serviram como instrumento de coleta de dados.

Esse momento de observação também ocorreu ao longo do minicurso, principalmente durante as aulas práticas, enquanto os alunos trabalhavam em grupo e a pesquisadora só interagia com os mesmos quando solicitado, a fim de não interferir em seus processos criativos. Durante esse período de tempo, as notas de campo e as gravações dos encontros serviram como instrumento de coleta de dados.

Já o momento de “observador como participante” aconteceu ao longo das disciplinas quando, por vezes, a participação da pesquisadora em certas discussões era solicitada pelos professores a fim de enriquecer as reflexões e auxiliar na familiarização com os licenciandos. Entretanto, se inicia de fato com o minicurso, uma vez que a pesquisa e seus objetivos são apresentados aos estudantes de forma mais clara, a atividade é explicada e a pesquisadora adota uma postura mais interativa com os mesmos. Todas essas observações foram coletadas por meio de notas de campo e gravações dos encontros.

A partir disso se dá a segunda etapa do trabalho de campo, que é o desenvolvimento do minicurso. Foi criada uma turma no *Google Classroom* onde foram colocados os alunos de ambas as turmas, Artes Visuais e Química, para facilitar a comunicação com os mesmos.

Tanto o questionário quanto o TCLE foram disponibilizados no *Classroom* e foram enviados antes do início do minicurso. No primeiro encontro, a pesquisa e seus objetivos foram apresentados e deu-se início à aula histórica sobre a relação entre Arte, Ciência e sociedade de diversas partes do mundo, onde os alunos foram orientados a tirarem dúvidas, fazer observações e comentários sobre o assunto a qualquer momento durante a apresentação.

No segundo encontro, diversos tópicos foram discutidos, como já mostrado anteriormente. Um vídeo foi apresentado e depois iniciou-se um momento de discussão com base no balanço feito das respostas do questionário. Extraiu-se as principais ideias das respostas e, a partir disso, foi possível refletir sobre as concepções que cada turma (de Artes Visuais e de Química) tinha em relação a sua própria área do conhecimento e também da outra em questão, além de outros pontos que serão melhor discutidos no próximo capítulo.

Com o início das aulas práticas, toda a proposta da atividade foi explicada. Os alunos iriam se dividir em grupos mistos e juntos teriam que criar um produto que desse forma a algum assunto abstrato da Química por meio da Arte. Nenhuma imposição ao tipo de conteúdo químico ou artístico foi feita. Além disso, os mesmos teriam que realizar e apresentar uma interpretação do produto que não fosse apenas lógica/racional, podendo também abordar de forma filosófica, artística, etc. O grupo teria que encontrar na abordagem um equilíbrio entre as duas áreas principais. Alguns exemplos mais gerais foram dados (para não influenciar tanto o processo criativo): eles poderiam trabalhar um conceito por meio de encenação e criação de vídeos curtos, fazer pinturas e esculturas, fotografias ou músicas, modelagem ou desenvolver um objeto e criar uma interpretação para aquilo, como o caso desse vídeo que foi apresentado: <http://surl.li/eujgm>. Além disso, o grupo teria que refletir sobre como poderiam utilizar sua criação no Ensino de Ciências ou Artes.

A fim de direcionar as reflexões acerca do produto criado e sobre seu potencial no Ensino de Ciências ou Artes, cinco perguntas foram feitas aos grupos, de modo que pudessem orientar as apresentações no final do minicurso:

- Qual a problemática a ser resolvida ou tema abordado?
- O que vocês esperam que as pessoas percebam/compreendam com o resultado final do projeto (a construção + interpretação)?
- O que diferencia essa abordagem ou constructo de outros existentes?

- Quais as limitações de sua proposta para o Ensino?
- Quais as contribuições de sua proposta para o Ensino?

Ainda, na primeira aula prática, os alunos definiram os critérios avaliativos que julgavam justos e interessantes para avaliar suas próprias produções. Esse momento foi pensado no intuito de compreender o olhar avaliativo que cada turma (e área) tem sobre uma criação científica, artística e educacional.

Foi apresentado aos alunos a quantidade de encontros e horas disponíveis para realizarem o projeto. Apesar de ser solicitado que, se possível, realizassem as discussões e a confecção durante o minicurso para que o momento pudesse ser gravado e observado. Foi orientado aos alunos que, caso houvesse a necessidade de se encontrarem fora do horário disponível, que os mesmos gravassem o encontro e o encaminhassem para a pesquisadora posteriormente.

No minicurso participaram 28 alunos, sendo 11 de Artes Visuais e 17 de Química. A fim de respeitar o ponto de tamanho/coesão dos grupos, pensou-se em ter pelo menos dois alunos de cada curso em cada grupo, para que não se sentissem tão pressionados ou coagidos frente a um número maior de alunos do outro curso. Com isso, tivemos a formação dos seguintes grupos (Quadro 7):

Quadro 7 - Quantidade de alunos de cada turma nos grupos formados.

Grupos	Artes Visuais	Química
A	2	4
B	2	4
C	3	3
D	2	3
E	2	3

Fonte: Elaborado pela autora.

Cada grupo teve cerca de 20-30 minutos para realizar as apresentações. A cada apresentação, a pesquisadora dava um *feedback* para o grupo, além de realizar algumas reflexões com base nas questões norteadoras apresentadas anteriormente. Além disso, os alunos ficaram livres para fazer comentários ou questões para cada grupo.

Os alunos avaliaram individualmente cada grupo com base nos critérios desenvolvidos por eles mesmos, mas apenas a pesquisadora teve acesso ao que

cada um escreveu. Ainda, neste último encontro, os alunos responderam à autoavaliação que podia ser feita ao longo da semana, apesar de a maioria ter entregue nesse mesmo dia.

Por fim, foi realizada uma roda de conversa final para refletir sobre todo o minicurso e algumas questões centrais da pesquisa, como a criatividade, a interdisciplinaridade e a formação de professores.

Todos os encontros foram gravados. Além das gravações, outros materiais de coleta de dados utilizados foram questionário, notas de campo, as produções, as avaliações e a autoavaliação.

3.4.3 Terceira etapa – Análise dos dados e relatório final

A terceira etapa do estudo de caso é a análise dos dados coletados e a produção do relatório final. Neste momento, tudo aquilo que foi obtido por meio dos diferentes instrumentos de coleta é organizado, explorado e resumido com base em uma estrutura lógica de análise. Para isso, pode-se seguir diferentes metodologias de análise de acordo com o tipo de dados que se tem.

Nesse sentido, o presente estudo fez uso da Análise de Conteúdo (AC), fundamentada em Bardin (2002) para analisar o questionário e a autoavaliação, e uma análise descritiva e interpretativa das gravações dos encontros com base dos referencias sobre ensino para a criatividade e ensino de Ciências. Essa metodologia busca elucidar e descrever os sentidos identificados e observados na comunicação por meio de algumas técnicas e etapas de análise sistematizadas.

Combinando elementos descritivos e de interpretação dos dados coletados, a análise descritiva interpretativa é uma metodologia característica de pesquisas qualitativas. Ela tem como objetivo não somente a apresentação das informações obtidas por meio da pesquisa, mas também busca identificar e atribuir possíveis significados que os mesmos podem trazer para o contexto do estudo. Esse tipo de análise consiste em uma abordagem holística sobre o tema da pesquisa, considerando o contexto como um todo, identificando padrões e revelando conexões entre os dados obtidos (Elliott, Timulak, 2005).

De início, é necessário que se faça a organização e a síntese dos dados coletados, que podem ser apresentados em tabelas ou gráficos, por exemplo, a fim de facilitar a visualização das informações e identificar pontos de atenção, como padrões ou divergências da literatura. Para isso, é fundamental que haja rigor nas

análises realizadas, encontrando apoio em pesquisas e nos principais referenciais sobre a problemática em questão, a fim de validar as interpretações feitas pelo pesquisador e contribuir com insights confiáveis e relevantes para a área de estudo.

Nesse sentido, a principal contribuição da análise descritiva interpretativa se concentra nos resultados das interpretações, uma vez que se busca a compreensão para além dos dados, investigando os possíveis motivos para a ocorrência dos padrões observados e correlacionando-os com a literatura. Perguntas como qual a variedade de determinado fenômeno, quais os aspectos, por que isso pode ter surgido, como isso se dá ao longo do tempo, são exemplos desse tipo de análise (Elliott, Timulak, 2005).

Portanto, essa forma de analisar os dados configura uma interessante ferramenta para identificar e compreender os fenômenos estudados, sejam simples ou complexos, pois mescla a apresentação dos dados obtidos de forma clara e objetiva e a interpretação contextualizada de seus significados, podendo complementar outras técnicas e abordagens, como a análise de conteúdo, por exemplo, contribuindo para a construção de uma visão mais ampla e abrangente da realidade educacional.

Sobre a AC, Vala (1999) apresenta a definição de três autores: Berelson (1952); Cartwright (1953); Krippendorff (1980). O primeiro defende que a AC é uma técnica de investigação que possibilita realizar descrições que sejam objetivas, segue uma sistematização e também quantitativa do conteúdo comunicado. O segundo acrescenta a essa definição a possibilidade de ser usada no tratamento de qualquer comportamento simbólico. O terceiro mantém a ideia de que a AC é uma técnica de investigação, porém, coloca que a mesma é capaz de realizar inferências dos dados que sejam passíveis de validação e replicação em seu contexto.

Enquanto os dois primeiros autores citados anteriormente resumem a natureza da AC em seu caráter descritivo, ressaltando preocupações em relação às inferências ingênuas, o terceiro autor aponta que a inferência é algo ímpar nessa prática. Vala (1999) questiona se a AC deve servir apenas a descrição e, fazendo uso de Bardin, defende que a inferência é essencial para realizar a passagem entre as etapas de descrição e interpretação, auxiliando na atribuição de sentido à toda sistematização do conteúdo analisado.

Sendo assim, de acordo com Bardin (2002), a AC se centra na palavra e possibilita a inferência de conhecimentos com base no conteúdo analisado. De maneira resumida, essa metodologia pode ser compreendida como

[...] Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 2002, p. 42).

Sendo assim, a AC permite a inferência de diversos âmbitos como a fonte, a situação que originou o material a ser analisado, entre outros. As mensagens são produzidas por meio de determinadas condições, nas quais o analista irá inferir sobre, ou seja, ocorre uma desconstrução e reorganização do discurso que considera as condições de produção tanto do que vai ser analisado quanto da própria análise em si (Vala, 1999). Durante as análises busca-se fazer relações entre diversas dimensões do conteúdo sejam elas semânticas, psicológicas ou sociológicas, a fim de construir uma rede de sentidos.

Segundo Bardin (2002), há seis técnicas que podem ser exploradas na AC, sendo elas a categorial (a mais recorrente de acordo com a autora aqui citada e também a que foi escolhida para esta pesquisa), a de avaliação, a de enunciação, a de expressão, a das relações e a do discurso.

De acordo com Vala (1999), algumas perguntas podem ser feitas para auxiliar a prática da AC de um determinado material: “Com que frequência ocorrem determinados objetos”; “Quais as características ou atributos que são associados aos diferentes objetos”; e “Qual a associação ou dissociação entre os objetos”. Cada uma dessas questões implica em uma frente de análise. A primeira submete o conteúdo a uma quantificação, o cálculo de frequência, que permite uma noção acerca dos principais núcleos de interesse ou palavras chaves (análise de ocorrências); a segunda diz respeito à avaliação dos objetos (análise avaliativa); e a terceira envolve novas relações feitas entre os objetos (análise associativa).

Independentemente de qualquer uma dessas frentes, cada uma segue um padrão de etapas em comum, visando garantir sua validação e confiabilidade, que são (Vala, 1999):

- **Delimitação dos objetivos e definição do referencial teórico:** inclui definir e delimitar de forma clara os objetivos e a escolha de referenciais que devem dar

conta de alcançar os objetivos propostos e dar suporte às discussões realizadas e ao tipo de material analisado;

- **Constituição do corpus:** quando o material a ser analisado foi produzido com fim específico da pesquisa, o mesmo será analisado em sua totalidade. Porém, quando o material não foi produzido com essa mesma finalidade, será necessário fazer escolhas em relação ao que será analisado, e esse processo de delimitação pode acontecer mais de uma vez, sempre de maneira justificada.
- **Definição de categorias:** como o pensamento não segue uma lógica simples e convencional, a AC, por meio da categorização, visa reduzir a complexidade das ideias desenvolvidas, transformando-as em códigos de sentido que servirão de elementos chave para o analista. Dessa forma, as categorias são compostas do termo que indica a ideia principal daquilo que está sendo analisado. As mesmas podem ser pensadas a priori, considerando hipóteses e o arcabouço teórico que pretende ser identificado ou não no documento; a posteriori, na qual o que irá orientar a categorização não são os pressupostos teóricos, mas sim os núcleos de sentido encontrados no material já conhecido; ou pode haver, também, a união dessas frentes, quando o analista desenvolve algumas categorias baseando-se em seu referencial e, ao longo da análise do documento, adiciona outras categorias a fim de chegar a uma totalidade de sua análise. Vale ressaltar, ainda, que o analista deve assegurar tanto a exaustividade quanto a exclusividade de sua análise.
- **Definição das unidades de análise:** As unidades de análise englobam três tipos: as de registro; as de contexto; e as de enumeração.

As **unidades de registro** são partes do conteúdo que o caracterizam, classificando-o em alguma categoria. Elas são determinadas pelo objetivo e pela teoria que embasam a pesquisa. Ainda, essa unidade pode ter natureza formal – nesse caso, são utilizadas frases, personagens, palavras, entre outros – e natureza semântica, quando é utilizado o tema principal da informação.

As **unidades de contexto** são compostas de partes mais longas do conteúdo a fim de caracterizar as unidades de registro. Esse tipo de unidade é muito importante para validar e aumentar a confiabilidade da análise feita.

As **unidades de enumeração** são as que permitem o processo de quantificação. Elas podem ser classificadas em geométricas – possuem menor

chance de sofrerem alterações – e aritméticas – são mais variadas e podem tomar por base as unidades de registro. Esta última possibilita, ainda, diversos cálculos como, por exemplo, o de frequência de uma categoria.

- **Quantificação:** Essa etapa se configura como a última a ser feita na análise. O processo de quantificação na área das Ciências Sociais passou por diversos aprimoramentos oriundos dos avanços tecnológicos. O tratamento quantitativo dos dados pode ocorrer por meio de três análises:

A **análise de ocorrências**, que indica o grau de interesse da fonte por alguma temática. Existe uma hipótese de que quanto mais o informante tiver interesse em algo, maior será a frequência de ocorrência dessa fala/objeto.

A **análise avaliativa**, que se resume em avaliar a intensidade e a orientação das atitudes da fonte da informação frente a alguns objetos.

E a **análise estrutural**, que possibilita que inferências sobre a forma como o pensamento da fonte de informação é estruturado no discurso sejam realizadas.

Para isso, o analista pode fazer uso de duas técnicas que podem envolver tanto a análise dimensional – que inclui várias características e variáveis em um grupo de dimensões determinadas pela pesquisa – quanto análise da dependência – que possibilita ver o quão associadas estão determinadas variáveis que são dependentes ou não umas das outras.

Em outras palavras, Bardin (2002) explica que a análise categorial visa a elaboração de categorias e unidades de sentido a partir da divisão ou fragmentação do conteúdo escrito e sua posterior restituição, e este processo ocorre com base em três principais etapas: a **pré-análise**, a **exploração do material**, e o **tratamento dos resultados** e sua **interpretação**.

A pré-análise consiste no momento de organização do material coletado, e é quando o investigador analisa e define os pontos que merecem atenção durante a análise, a fim de realizar um estudo mais claro e objetivo do material, que vai permitir a elaboração das respostas aos seus questionamentos. Esse corpus de pesquisa, de acordo com Bardin (2002), deve respeitar alguns critérios, como o da exaustividade, isto é, de explorar o máximo de conteúdo do material; o da homogeneidade, no qual os critérios de análise estão de acordo com a questão de pesquisa; e o da pertinência,

que diz respeito à relevância dos materiais disponíveis para atingir o objetivo da pesquisa.

A segunda etapa do processo da AC é a exploração do material, que conta com o tratamento e agrupamento dos dados, de maneira a resumir tudo aquilo coletado. Durante esta etapa, existem alguns princípios ou regras para a elaboração das categorias, segundo Bardin (2002), que serão explicadas a seguir.

O primeiro é o da exclusão mútua, que diz que os componentes de análise não podem ser passíveis de classificação em mais de uma categoria, isto é, devem se enquadrar somente em uma delas.

A segunda regra é a homogeneidade. Assim como as categorias têm que ser diferentes entre si, as mesmas não podem ser muito vagas, pois devem ser regidas por um princípio único que as conecte com a temática da pesquisa.

Já o terceiro princípio refere-se à pertinência. Ele postula que as categorias devem conversar com os objetivos e os referenciais da pesquisa. Portanto, é interessante criar mais categorias com sentidos específicos que agrupam núcleos semelhantes (mantendo a ideia de homogeneidade da regra anterior) do que poucas categorias de sentido mais amplo que agrupem núcleos muito diferentes, pois quando as categorias são mais específicas, mais informações do conteúdo podem ser analisadas.

A quarta regra se relaciona com a objetividade, fidelidade e confiabilidade das categorias. Mesmo que as categorias sejam óbvias ou autoexplicativas, é importante que sejam bem justificadas e explicadas de maneira clara e objetiva. Isso dificulta a classificação de algum conteúdo em mais de uma categoria e reafirma o primeiro princípio.

Já a quinta e última regra é a da produtividade, por meio da qual os resultados alcançados com base na classificação feita se tornam visíveis.

A terceira e última etapa, referente ao tratamento dos dados, é o momento em que o pesquisador inicia suas inferências e interpretação, com base em referenciais, do material coletado e organizado na etapa anterior.

Considerando tais etapas, o processo de análise dos dados se desenvolveu da seguinte forma:

1) Pré-análise: Após a organização do material e considerando os critérios de exaustividade, homogeneidade e pertinência, decidiu-se analisar todos os dados obtidos por meio dos questionários, notas de campo, autoavaliações e gravações das

discussões em aulas. Entretanto, no que se refere às gravações das discussões da prática em grupo e ao produto final apresentado, optou-se por escolher apenas um grupo para ser analisado mais profundamente, apesar de uma análise mais geral sobre todos os demais grupos também ser apresentada.

A justificativa da escolha do grupo se deu pelo fato de ter sido o único que possuía a mesma quantidade de integrantes de cada turma e que, apesar de ter enfrentado certas dificuldades no caminho, inclusive tendo sido o único a se encontrar fora do horário do minicurso, acabou alcançando o objetivo da atividade com êxito, gerando material amplo e complexo para análise.

2) Exploração do material: A fim de respeitar as regras de categorização e de melhor compreender os dados coletados, a análise será dividida em três momentos: **antes** do minicurso, no qual serão usados os dados obtidos por meio do questionário; **desenvolvimento** do minicurso, cujos dados serão obtidos a partir das gravações realizadas até a aula 5; e **finalização** do minicurso, que fará uso dos dados obtidos nas gravações do último encontro e também das avaliações.

Em cada um desses momentos, dois blocos temáticos serão o foco: **Natureza do Conhecimento e Criatividade**, uma vez que a pesquisa busca contribuir para a formação de professores tanto no que se refere ao desenvolvimento da criatividade quanto ao aprimoramento das noções acerca da complexidade do conhecimento (explorada a partir da interdisciplinaridade). Apesar dos blocos temáticos se repetirem em cada momento, as categorias criadas em cada um poderão ser diferentes de acordo com a natureza dos dados obtidos. Dessa forma, busca-se ter uma compreensão mais ampla e detalhada de cada uma dessas temáticas que embasam a pesquisa ao longo de todo o processo.

O Quadro 8, a fim de facilitar a compreensão, apresenta a estrutura da análise que será feita.

Quadro 8 - Estrutura de análise dos dados.

Antes
Dados obtidos por meio do questionário – análise categorial das noções sobre criatividade, natureza do conhecimento científico e artístico e das reflexões sobre a prática docente.
Blocos temáticos

Natureza do Conhecimento	Criatividade
Categorias 1. Concepção de Ciência; 2. Concepção de Arte; 3. Desenvolvimento do processo científico; 4. Desenvolvimento do processo artístico; 5. Interdisciplinaridade.	Categorias 1. Exercício da criatividade no fazer científico; 2. Noção de criação e descoberta; 3. Noção de criatividade; 4. Criatividade na prática docente; 5. Influência no potencial criativo.
Desenvolvimento	
Dados obtidos por meio das gravações das discussões em grupos e também ao longo dos 3 primeiros encontros – análise descritiva interpretativa do processo criativo vivenciado, dos conhecimentos compartilhados e das reflexões sobre a prática docente.	
Descrição e análise das discussões das aulas teóricas do minicurso	
Tópicos discutidos pelos alunos ao longo das aulas teóricas (reflexões sobre natureza do conhecimento, ensino de Ciências e Artes, etc).	
Tópicos analisados do desenvolvimento da atividade em grupo	
Indivíduo 1. Características do indivíduo; 2. Habilidades cognitivas; 3. Habilidades criativas; 4. Conhecimento e experiência; 5. Motivação intrínseca.	Grupo 1. Conhecimentos compartilhados; 2. Conexões realizadas; 3. Processo de construção da proposta.
Finalização	
Dados obtidos por meio das gravações do último encontro e das avaliações – análise descritiva interpretativa do resultado do processo criativo, da reflexão sobre o mesmo e análise categorial da avaliação do processo como um todo.	
Tópicos analisados das propostas de cada grupo	
Todos os grupos: Objetivos; público-alvo; tempo; tema; conteúdos abordados; produto; avaliação. Grupo C: Apresentação, reflexões, produto e interpretação.	
Autoavaliação	
Categorias: 1. Desafios do processo; 2. Contribuições da outra área para a formação; 3. Reconhecimento dos momentos de uso da criatividade durante o processo;	

- | |
|---|
| 4. Contribuições do minicurso;
5. Limitações do minicurso. |
|---|

Fonte: Elaborado pela autora.

3) Tratamento dos resultados e interpretação: após as descrições e categorizações dos dados coletados, iniciou-se esta etapa final, na qual as inferências, interpretações e considerações são construídas com apoio na literatura, no intuito de fundamentar as discussões e responder à questão de pesquisa.

3.5 Síntese

A fim de facilitar a compreensão do leitor sobre a estrutura da pesquisa, elaborou-se o Quadro 9 com um resumo de todas as etapas deste estudo. Ressalta-se que no Apêndice D se encontra o plano do minicurso adotado nesta pesquisa.

Quadro 9 - Síntese da metodologia da pesquisa.

Questão de Pesquisa
Quais os desafios e potencialidades de um minicurso pautado no ensino para a criatividade, a partir da relação entre Artes Visuais e Química, no que se refere à formação de professores?
Objetivos
Geral: Analisar as contribuições que o contexto interdisciplinar pode proporcionar à formação inicial de professores de Química e Artes Visuais, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento da criatividade. Específico: Superar algumas visões alternativas sobre o campo do conhecimento das Artes Visuais e das Ciências da Natureza; possibilitar que alunos de diferentes cursos experienciem a interdisciplinaridade em suas formações; elaborar um texto histórico para mostrar um panorama geral sobre a relação entre as Ciências Naturais e Artes Visuais ao longo do tempo; compreender o papel da criatividade no processo formativo; propor reflexões sobre a importância da interdisciplinaridade em cursos de formação de professores.
1. Seleção e delimitação do caso

- O caso a ser estudado é o desenvolvimento de um minicurso pautado no ensino para a criatividade a partir da relação entre Arte e Química;
- Público-alvo: 28 licenciandos de Química e Artes Visuais de uma mesma Universidade Pública do Estado de São Paulo.
- Estrutura do minicurso: o minicurso mesclou aulas teóricas e práticas, abordando a relação histórica entre Ciência, Arte e sociedade de diversas partes do mundo; as semelhanças e as diferenças entre essas duas áreas do conhecimento; as possibilidades dessa relação no ensino; a criatividade; e as dimensões representacionais do conhecimento Químico.

No que se refere à parte prática, os alunos tiveram que se dividir em grupos mistos e criar um produto que desse forma para algum assunto abstrato da Química a partir da Arte. Além disso, tiveram que apresentar uma interpretação do mesmo que fosse além da lógica racional, podendo explorar uma linha mais humana, filosófica, subjetiva e interdisciplinar, de maneira que as duas áreas fossem contempladas e estivessem em equilíbrio ao longo do processo, refletindo sobre como isso poderia ser abordado em aulas tanto de Artes Visuais quanto de Química.

2. Trabalho de Campo

- Acompanhou-se, por meio da observação participante, o desenvolvimento das disciplinas que as turmas (Arte e Química) faziam parte, a fim de melhor compreender seus contextos formativos e promover a familiarização com os sujeitos da pesquisa.
- Antes do início do minicurso foi aplicado um questionário de levantamento de concepções alternativas.
- O minicurso foi desenvolvido em 6 encontros, com uma carga horária total de 14 horas.
- Todos os encontros foram gravados. Além das gravações, outros materiais de coleta de dados utilizados foram questionário, notas de campo, as produções, as avaliações e a autoavaliação.

3. Análise dos Dados

- Os dados foram analisados por meio de uma análise descritiva e interpretativa e Análise de Conteúdo, fundamentada em Bardin (2002).

Fonte: Elaborado pela autora.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, iniciaremos as descrições de cada momento realizado no minicurso, juntamente com os resultados obtidos e as discussões e reflexões referentes a cada parte analisada.

Como apresentado anteriormente, a pesquisa busca responder a seguinte questão: Quais os desafios e potencialidades de um minicurso pautado no ensino para a criatividade, a partir da relação entre Arte e Química, no que se refere à formação de professores? Para isso, a primeira etapa de coleta de dados realizada foi a aplicação de um questionário de levantamento de concepções alternativas anteriores ao minicurso, no intuito de melhor compreender as contribuições do mesmo, além de redirecionar discussões nos encontros com base em um levantamento das respostas obtidas.

4.1 Análise das respostas obtidas no Questionário

Retomando o contexto de aplicação, o minicurso foi desenvolvido de forma remota com uma turma de 28 alunos, sendo 11 de Artes Visuais e 17 de Química. O questionário foi respondido por meio da plataforma Google Forms ao longo de duas semanas antes do início do minicurso. Entretanto, apenas 23 alunos o responderam, sendo 10 de Artes Visuais e 13 de Química.

Essa análise foi dividida em dois blocos temáticos, Natureza do Conhecimento e Criatividade. Cada bloco temático tem suas correspondentes categorias e em cada quadro de categorias serão apresentadas suas descrições, pergunta(s) do questionário que deram origem às respostas utilizadas na análise, as unidades de registro elaboradas, alguns excertos dessas respostas e frequência (%) dos alunos que apresentaram determinada concepção.

Na realização do cálculo da frequência, como as respostas de mais de uma pergunta foram utilizadas para compor a análise de cada unidade de registro, a frequência foi calculada com base no número total de alunos que responderam ao questionário (23). Nesse sentido, a pergunta realizada foi “dos 23 alunos, quantos apresentaram determinadas noções nas respostas dadas às questões escolhidas para análise?”. Vale ressaltar que as respostas das questões 7 e 8 não foram consideradas na análise porque a maioria dos participantes não compreendeu a pergunta.

A fim de preservar a identidade dos alunos, mas também permitir a localização do leitor sobre de quem é o determinado excerto (de qual curso, modalidade ou para acompanhar as respostas de um mesmo aluno em mais de uma pergunta), o código utilizado será: O (online) > A (Artes Visuais) ou Q (Química) > número (cada aluno de cada turma terá um número específico).

No Quadro 10 encontram-se as informações referentes à categoria “Concepção de Ciência”, do bloco temático Natureza do Conhecimento.

Quadro 10 - Primeira categoria “Concepção de Ciência” do bloco temático Natureza do Conhecimento.

Natureza do Conhecimento					
Categoria					
1. Concepção de Ciência					
Pergunta do questionário de onde os excertos foram retirados					
1) Definir Ciência é algo difícil, pois a mesma é muito complexa e envolve muitas coisas. Mas como você descreveria a Ciência? Quais os principais aspectos que a caracterizam? 11) Qual a sua posição sobre a seguinte afirmação: “muitos modelos científicos usados em laboratórios de pesquisa (como o modelo de DNA ou de átomo, por exemplo) são cópias da realidade”. Justifique.					
Descrição					
A concepção de Ciência é complexa, entretanto, a pesquisa se pauta na noção defendida pela NHC, que a encara enquanto um processo em construção na busca de um conhecimento aproximado e não absoluto (Bachelard, 1974; Beltran; Saito; Trindade, 2014; Matthews, 1995). Essa categoria busca compreender a maneira como os licenciandos de cada turma encaram a Ciência, tanto por meio de suas características quanto a partir da ideia de modelo científico.					
Unidade de registro	Descrição das Unidades de Registro	Excertos	%		
			Artes V.	Química	Total
Busca resposta e conhecimento	Ciência como uma forma de buscar respostas e formar um corpo de conhecimento acerca do mundo e/ou natureza	- “É uma ferramenta para tentar explicar e compreender fenômenos naturais das mais diversas escalas de tamanho [...]” (OQ5) - “A ciência, essencialmente, é o estudo do mundo. Ela se dá pela curiosidade do homem em relação às suas origens, costumes e aquilo que nos cerca. Essa curiosidade serve como	40	53,8	47,8

		combustível para o desenvolvimento de diversos mecanismos, que permitem a observação e produção de conclusões acerca de aspectos humanos, biológicos, químicos, etc.” (OQ9) - “A ciência é um conceito ocidental e pode ser entendida como um conjunto de formas e métodos que criamos para entender e interferir no mundo, na vida e no universo” (OA10) - “Ciência, para mim, está estritamente atrelada à obtenção de informações e conhecimentos [...]” (OA1)			
Visão Rígida e exclusivamente analítica	Visão que encara a ciência como exata, baseada em algoritmos, infalível e absoluta. O método científico é visto como uma fórmula definida. Enfatiza a divisão parcelar dos estudos e ignora o processo de construção do conhecimento.	- “É vista como algo fechado, lógico e metódico” (OQ1) - “[...] podemos caracterizá-la por quatro passos, sendo eles: observação do método, elaboração de hipóteses, execução do roteiro experimental e comprovação negação da hipótese” (OQ2) - “Seus aspectos mais importantes são a busca por conhecimento estruturado, exato, sistemático e verificável” (OQ3) - “Se caracteriza pelo chamado método científico, metodologia sempre em desenvolvimento que considera que o conhecimento só é científico se for desenvolvido levando-se em conta certos critérios, como ceticismo, falseabilidade, evidências empíricas e revisão e consenso entre os pares” (OQ4) - “Aquilo que é Racional, Exato e definido por uma série de pesquisas” (OA2) - “O método científico do jeito que eu entendo hoje, que no meu caso é o jeito que eu aprendi durante minha educação básica, formado por observação -> perguntas -> hipótese [...], eu penso, será que ele agregaria por exemplo a área de história? Ou o jeito que as ciências humanas são configuradas seria diferente?” (OA6)	40	46,1	43,5
Visão utilitarista	Ciência encarada com um fim em si mesma; como um produto para a melhoria da vida humana; sinônimo de tecnologia.	- “A ciência busca [...] soluções para problemas e contribuição para a evolução humana” (OQ1) - “Eu caracterizo a ciência como um mapa de interpretação da natureza, seja ela qual for, humana ou natural, com fim de desenvolver tecnologia [...]” (OQ3) - “[...] Há uma melhora significativa da qualidade de vida da sociedade [...]” (OQ13) - “Área do conhecimento humano voltada para pesquisa e desenvolvimento da vida e aparatos tecnológicos por meio de observação do meio físico/biológico, envolve leis naturais” (OA9)	10	38,5	26,1
Conhecimento aproximado/ Algo em construção	A Ciência se desenvolve por meio de um conhecimento aproximado, ela se constrói ao longo do tempo e essas construções não	- “O termo "cópia" é equivocado, uma vez que, por exemplo, os modelos de átomos são representações macro do que cientistas estimam ser a unidade básica de matéria, por meio de anos de estudos e análises; entretanto, conforme a tecnologia avança novas técnicas se desenvolvem e podem "descobrir" novas características dos átomos. Portanto, não se trata de algo cem por	60	76,9	69,6

	são uma cópia da natureza ou uma verdade absoluta, mas sim algo aproximado.	cento real, mas sim uma representação mais fiel possível à verdade da época” (OQ8) - “Ciência está sempre em processo de mudanças conforme melhoramos nossas tecnologias [...] Acredito que não são cópias, mas, representações expressadas pela ótica do cientista [...]” (OQ2) - “[...] é esperado que se esteja "menos errado" a cada pesquisa [...] , tendo como objetivo buscar informações o mais perto da realidade possível [...] Usaria o termo "representação", já que muitos conceitos simplesmente não conseguimos ver com os próprios olhos para ter um exemplar dessa coisa.” (OQ13) - “Não são cópias, são modelos representacionais de algo real.” (OA3) - “As "respostas" da ciência sempre são passíveis de serem superadas, ou seja, de ser provado que não são verdadeiras e assim por diante” (OA7) - “Pode ser caracterizada pela incerteza, pesquisa e inconstância [...] Modelos não são cópias” (OA10)			
Campo do conhecimento	É um conjunto de conhecimentos.	- “Acredito que ciência seja um conjunto de conhecimentos adquiridos acerca de algum objeto de estudo (pensando nos termos ciências sociais, ciências exatas, ...)” (OQ8) - “[...] a ciência comumente é dividida em ciências humanas e da natureza. As CH buscam compreender o ser humano e como ele impacta o meio em que se encontra; as CN buscam compreender os fenômenos naturais e os fatores que levam à alteração destes” (OQ11) - “A ciência se baseia em fatos e evidências, é o estudo de um campo do conhecimento também” (OA3)	10	30,8	21,7
Visão empirista e atórica	Ciência compreendida a partir da prática experimental neutra, por meio de observações imparciais.	- “Ciência é o ato de conhecer ou saber através de estudos e práticas que sejam testadas e explicadas racionalmente e que possam ser replicadas, os principais aspectos que a caracterizam são o fato de que ela é embasada na observação, pesquisa e experimentação sobre o objeto a ser estudado ou sobre a afirmação que está sendo estudada.” (OQ12) - “[...] através de métodos empíricos, sua principal arma contra o senso comum” (OQ13) - “Área do conhecimento que utiliza experimentações e análises para constatar resultados justificáveis, e que posteriormente, serão refutados ou aprimorados por outros pesquisadores. Acredito que os principais aspectos que a caracterizam são a observação, o acompanhamento das mudanças constatadas e a neutralidade diante das conclusões possíveis.” (OA4)	10	30,8	21,7
Visão de senso comum	Uma visão limitada sobre o que é a Ciência,	- “Modelos são cópias, pois nesses ambientes se faz necessário reproduzir os contextos para que os fenômenos ou objeto de estudo pode ser	50	30,8	39,1

	seja a ideia de a mesma é uma cópia da realidade, pois trabalha com verdades incontestáveis, imparciais ou ideias mais generalizadas.	analisado” (OQ6) - “Os principais aspectos da ciência são estudo, conhecimento, dedicação e verdade” (OQ7) - “Os modelos devem ser cópias da realidade, pois estão ali para representar a realidade, e simplesmente isso” (OQ10) - “Eu definiria ciência como um compromisso com a pesquisa científica, sem intervenção moral ou dogmática. O fazer da ciência se dá através de realidade comprovadas, sem achismos (OA8) - Modelos são Cópias da realidade, pois são elementos imutáveis e universais.” (OA1) - “Modelos são cópias da realidade, partindo do princípio que houveram muitas pesquisas e testes para determinar a veracidade das informações utilizadas pelos cientistas” (OA2).			
Visão contextualizada	Parte de um olhar não neutro e complementar da Ciência, considerando outros fatores que influenciam sua construção.	- “A Ciência é movida por interesses econômicos e sociais, utilizando a curiosidade como um dos maiores fatores para esse avanço” (OQ13) - “[...] não se restringe à determinadas áreas, mas, ao contrário, conversa com o campo conceitual de todas. Desta forma, a ciência existe em todas as áreas do conhecimento [...]” (OA1)	10	7,7	8,7

Fonte: Elaborado pela autora.

A Ciência tem sido discutida no Ensino de Ciências a partir de várias vertentes, sejam elas mais positivista e tradicional, com foco nos conteúdos, resultados, fragmentações, ou também mais complexa e crítica, no qual a construção do processo, os contextos e demais dimensões que compõem o desenvolvimento do conhecimento são considerados. Neste trabalho, partiremos da noção de Natureza da Ciência (NdC) que é discutida pela NHC, ou seja, a partir de uma abordagem contextual (Matthews, 1995).

Acevedo-Díaz e García-Carmona (2016) afirmam que é complicado definir a NdC, pois a Ciência é uma área que está em constante evolução, no sentido de ser algo dinâmico. No entanto, eles entendem que a NdC envolve tanto os aspectos científicos e próprios da Ciência quanto os aspectos humanos e sociais que influenciam a construção do conhecimento. Os autores também destacam que a NdC tem base nas reflexões de cientistas e educadores sobre a Filosofia, História e Sociologia da Ciência.

Em resumo, a ideia de Ciência aqui compartilhada, com base na NHC, é que a Ciência e o conhecimento por ela produzido faz parte de um processo em construção, que não é linear e que considera as discontinuidades, que é algo contextualizado, coletivo e não neutro (Beltran, Saito, Trindade, 2014; Porto, 2010).

Discutir e compreender a NdC é um dos principais pontos a serem levados em conta no Ensino de Ciência e também na formação de professores, visto que a perspectiva tradicional da Ciência (visão internalista, elitista, acumulativa, continuísta, anacrônica, perfil enciclopédico, etc) segue predominando tanto no ensino quanto nos materiais didáticos (Guarnieri, 2018; Bastos *et al.*, 2016).

Além disso, as imagens e concepções que os estudantes têm sobre a Ciência irão influenciar suas perspectivas acerca da sua epistemologia, e o contrário também. Portanto, o intuito da primeira categoria é justamente compreender a noção que os alunos apresentam sobre a Ciência e sua natureza.

Nessa primeira categoria foram identificadas 8 unidades de registro, o que demonstra que os alunos não possuem uma visão única sobre a Ciência, tanto se olharmos para aqueles do mesmo curso quanto se compararmos as duas turmas.

O Quadro 10 indica como as concepções dos alunos variam, tanto entre estudantes do mesmo curso quanto entre turmas diferentes. Nesse sentido, foram encontradas desde visões alternativas de ciência, como aquelas discutidas por Gil-Pérez (1993) e Fernández *et al.*, (2002), por exemplo a visão rígida e exclusivamente analítica (43,5%), a utilitarista (26,1%), a empirista e ateórica (21,7%), a de senso comum (39,1%); até visões que se aproximam mais dos aspectos defendidos pela NHC e pelos epistemólogos da ciência nos últimos tempos, ou seja, visões de que a ciência é algo contextualizado (8,7%), e que está em um processo constante de construção, trabalhando com conhecimentos aproximados sobre a verdade/realidade (69,6%). Ainda, alguns alunos apresentaram uma concepção que, embora não seja equivocada, ainda é um pouco limitada, como a característica de busca por resposta e conhecimento da ciência (47,8%).

Em relação às concepções apresentando algumas visões equivocadas, é interessante destacar que a segunda unidade de registro não apresentou muita diferença entre a porcentagem de alunos de Química e Artes Visuais que compartilharam essa visão rígida e exclusivamente analítica. De acordo com Gil-Pérez (1993) e Fernández *et al.*, (2002), essa concepção encara a ciência como exata, baseada em algoritmos, infalível e absoluta. Nela, o método científico é visto como uma fórmula definida, com passos fixos a serem seguidos, sem espaço para a criatividade ou dúvidas. Não há margem para ambiguidade. Já a visão exclusivamente analítica enfatiza a divisão parcelar dos estudos, tem uma perspectiva limitada e

simplificada, e ignora os processos de unificação e construção de corpos de conhecimento.

Esse tipo de visão é algo que se consolidou principalmente por meio do positivismo, o qual encara a ciência como algo exato, completamente racional e fechado (aspectos estes identificados nas respostas dos alunos), o que dificulta, muitas vezes, enxergar a dimensão cultural e humana que envolve a construção desse tipo de conhecimento. Em outras palavras, pensar em uma ciência rígida e exclusivamente analítica faz com que tenhamos uma compreensão equivocada sobre sua natureza, que é complexa, considerando diversas dimensões (não só a racional) e contextos, dinâmica, ou seja, está em constante mudança, e criativa, isto é, que permite a elaboração de diferentes passos e metodologias a serem seguidos para se alcançar um objetivo, ao invés de um único método (Acevedo-Díaz; García-Carmona, 2016; Beltran; Saito; Trindade, 2014; Kuhn, 1982).

Apesar de as discussões no campo da epistemologia da ciência já apontarem para a não existência de um “método científico” composto por passos claros e definidos que todos os cientistas seguem para se fazer ciência, esse é um tipo de visão que ainda é popularizada em livros de ciências, e até mesmo ensinada em salas de aula (Giordan, 1999; Moreira; Ostermann, 1993; Ryan; Aikenhead, 1992). Isso fica evidente quando percebemos que este é um tipo de visão apresentado por alunos em estudos conduzidos em 1992 (Ryan; Aikenhead, 1992), 2002 (Lederman *et al.*, 2002) e continua aparecendo atualmente, como nesta pesquisa.

Entretanto, como afirmam Lederman *et al.*, (2002), não há um único método científico que, sozinho, garantiria de forma infalível o desenvolvimento do conhecimento científico. Isso não exclui o fato de que os cientistas realmente observam, comparam, medem, testam, criam hipóteses, etc. Porém, não há uma fórmula única de atividades, prescrita ou não, que possa garantir soluções ou respostas funcionais e válidas sem falhas, nem a aquisição de conhecimentos certos ou verdadeiros.

Em relação a frequência das respostas apresentando as visões “utilitarista/instrumentalista” e “empirista e ateórica”, é interessante notar que praticamente a mesma quantidade de alunos apresentou as duas concepções, tanto de Química (38,5% e 30,8% respectivamente) quanto de Arte (10% ambos). Além disso, percebe-se também uma diferença significativa da presença de tais visões entre as diferentes turmas.

A primeira visão compreende a Ciência como um fim em si mesma, vista enquanto um produto para a melhoria da vida do ser humano (muitas vezes relacionada com um olhar antropocêntrico) e também usada como sinônimo de tecnologia (Goergen, 2014; Ryan; Aikenhead, 1992). Já a segunda encara a Ciência a partir da prática experimental, baseada na observação imparcial e na experimentação neutra, sem considerar as ideias a priori, hipóteses ou teorias (Fernández *et al.*, 2002; Gil-Pérez, 1993).

Essa relação entre Ciência e evolução tecnológica no intuito de melhorar a vida da sociedade, ignorando as consequências negativas dessa relação ou o ideal positivista de que a ciência busca compreender as leis que regem os fenômenos para prever e controlá-los em benefício da humanidade é algo que ainda é disseminado na área das Ciências naturais e biológicas (Silvino, 2007) e também pela grande mídia, o que acaba influenciando as concepções de estudantes de diversas áreas até hoje.

Já a concepção empirista-indutivista da ciência, de acordo com Borges (2002, p. 296),

[...] assume que o conhecimento científico é a verdade provada ou descoberta que tem origem no acúmulo de observações cuidadosas de algum fenômeno por uma mente livre de pré-concepções e sentimentos que aplica o método científico para chegar a generalizações cientificamente válidas. Essa concepção de ciência acaba por conferir um peso excessivo à observação, em detrimento das idéias prévias e imaginação dos estudantes [...].

Essa visão é muito reforçada tanto no Ensino Superior quanto no Ensino Médio em aulas de Ciências ou de Química, Física e Biologia, quando a experimentação acaba recaindo em uma metodologia fechada, com várias etapas a serem seguidas (com todo o procedimento já definido), tornando-a um espaço não criativo e nem reflexivo e, muitas vezes, não significativo (Alves Filho, 2000). Nesse sentido, corroborando as ideias de El-Hani (2006), para que a NdC seja trabalhada de forma mais crítica no ensino, é importante desenvolver a ideia de que o conhecimento científico é dependente, mas não completamente, da observação e da atividade experimental, que as observações dependem das teorias tanto quanto dos dados coletados.

Outra unidade de registro que merece destaque é a de visão do senso comum, isto é, uma visão mais generalizada e limitada sobre a Ciência. 50% dos alunos de Artes Visuais e 30,8% de Química apresentaram essa visão em algum momento em suas respostas. Nessa unidade estiveram presentes, na maioria, as respostas dadas

na questão 11 do questionário. Essa questão reflete sobre o modelo científico ser ou não uma cópia da realidade.

Os modelos científicos são desenvolvidos com base nos conhecimentos construídos em um determinado contexto sócio-histórico, sendo possível modificá-los ou aprimorá-los a partir de novos dados que vão surgindo ao longo do tempo. Logo, os modelos são uma representação de um saber não absoluto, e não uma cópia da realidade, uma vez que a ciência se dá com base em conhecimentos aproximados (Bachelard, 1974; Moreira; Ostermann, 1993; Ryan; Aikenhead, 1992; Scheid; Ferrari; Delizoicov, 2007).

Essa concepção se relaciona, de certa forma, com a ideia de que os cientistas observam a natureza por meio de uma ótica imparcial e neutra, isto é, enxergam sua forma real, como se ela fosse um livro aberto que precisa ser apenas observado e descrito, havendo uma única forma de compreendê-la, já que todos os cientistas não têm um olhar enviesado que influencia suas interpretações. Sob essa perspectiva, o que é observado e materializado na forma de um modelo ou teoria seria uma cópia e/ou uma verdade absoluta. Essa é uma ideia muito presente no senso comum, divulgada pelas mídias de comunicação e também por educadores, o que acaba dificultando não só a compreensão da NdC, mas também do próprio conhecimento relacionado a tais modelos e teorias.

Apesar de apresentarem tais visões alternativas a respeito da NdC ao longo de suas respostas, a unidade de registro que apresentou maior frequência (69,6%) foi a de que a ciência é um conhecimento aproximado/em construção, além da unidade visão contextualizada, que correspondeu a 8,7% das respostas. Nessa primeira unidade, foram consideradas as noções de que modelos são representações baseadas no olhar não neutro do cientista, que o conhecimento científico é passível de ser superado, que a ciência se dá com base na incerteza, que seu desenvolvimento está relacionado com seu contexto, e que a mesma está sempre na busca por chegar mais perto da compreensão da verdade que envolve a realidade/natureza.

Essas ideias corroboram o que Bachelard (1974) chama de conhecimento aproximado; o pensamento de superação de paradigmas de Kuhn (1982); e também a ideia de ciência enquanto um processo sócio-histórico de construção defendido pelos epistemólogos e historiadores da NHC (Beltran; Saito; Trindade, 2014; Matthews, 1995). Essas concepções dialogam com esse olhar mais crítico e humano sobre a ciência, além de contribuir para uma compreensão da complexidade que a

envolve como um todo, e deveriam ser cada vez mais exploradas dentro do ensino de ciências, principalmente na formação de professores.

Entretanto, é importante ressaltar o fato de que apesar de ser a unidade de registro com maior frequência, tais concepções não se mantiveram constantes ao longo de todas as respostas desses alunos quando se olha para o questionário individual de cada um. Um exemplo disso é o participante OQ13, que afirma que a ciência se desenvolve “[...] através de métodos empíricos, sua principal arma contra o senso comum”, mas diz que um modelo não é uma cópia, e sim uma representação, “[...] já que muitos conceitos simplesmente não conseguimos ver com os próprios olhos para ter um exemplar dessa coisa”. Ou seja, esse aluno resume a ciência ao empirismo e à observação, entretanto, reconhece que muitos objetos de estudo da ciência não são observáveis, e sim trabalhados em outras dimensões.

Outro exemplo é o participante OA7, que concorda que modelos são cópias da realidade, pois “[...] foram inspirados na observação da realidade ou criação de um modelo que se assemelhe o máximo possível da realidade”, mas também afirma que “[...] as "respostas" da ciência sempre são passíveis de serem superadas, ou seja, de ser provado que não são verdadeiras e assim por diante”. A contradição aqui reside no fato de que se modelos fossem uma cópia fiel da realidade, os mesmos não mudariam ao longo do tempo a partir de novos conhecimentos e perspectivas sobre a natureza, algo que é afirmado logo adiante, ao dizer que conhecimentos científicos podem ser superados.

É importante ressaltar que, dado o contexto anticiência que o país tem sofrido nos últimos anos, o fato de a ciência sofrer mudanças, seus paradigmas serem superados ao longo do tempo, ou até mesmo a ideia de que a mesma se desenvolve com base em um conhecimento aproximado, não diminui a sua confiabilidade e veracidade dentro de um contexto sócio-histórico. Daí a importância de trazer esse tipo de discussão de forma aprofundada e fundamentada logo na formação de professores, para que não haja distorções sobre essas ideias que acabem culminando numa compreensão como a do excerto: “Modelos são cópias da realidade, partindo do princípio que houveram muitas pesquisas e testes para determinar a veracidade das informações utilizadas pelos cientistas (OA2)”, isto é, não é porque um modelo não compreende a realidade em sua totalidade que o mesmo não seja considerado válido com base no que se sabe até o momento.

Por fim, na segunda unidade de maior expressão (47,8%), os alunos demonstraram uma visão de Ciência como uma forma de buscar respostas e formar um corpo de conhecimento acerca do mundo e/ou natureza. Para isso, ela acaba sendo compreendida como uma ferramenta, um conceito ou um estudo, como fica claro nos excertos.

A busca por respostas, a tentativa de solucionar inquietações e buscar conhecimento sobre uma determinada temática que nos cerca faz parte do arcabouço de aspectos que determinam a Ciência. Entretanto, o fato de sua natureza ser complexa e englobar diversas dimensões, sua concepção nem sempre está muito clara para os estudantes, como aponta o seguinte excerto:

“[...] ciência seja o ato de explicar e estudar fenômenos naturais através de uma metodologia específica (científica). Essas metodologias não devem se basear em suposições sem fundamento e devem prover dados que suportem a sua afirmação. Essa é a resposta que eu provavelmente colocaria em alguma prova de vestibular, mas ao me questionar um pouco mais sobre isso eu penso que talvez essa definição não seja tão precisa assim, ou talvez ela seja limitante demais” (OA6).

Nesse sentido, é importante discutir a complexidade que envolve a NdC para que essa concepção não fique limitada apenas a uma busca por respostas, uma vez que todas as áreas do conhecimento buscam, de certa forma, compreender algo. Portanto, ao se abordar não só os objetivos, mas também o fazer Ciência e as diferentes dimensões que englobam esse processo, mais próximo da resposta “o que é Ciência” nós chegamos.

Daí a importância de abordagens inter e transdisciplinares ou de disciplinas como a História e Filosofia da Ciência (HFC) na formação de professores, pois são vertentes que possibilitam compreender o fazer científico de fato e a complexidade que o envolve.

Na próxima categoria, representada no Quadro 11, foram reunidos excertos e a frequência de respostas relacionadas com a concepção de Arte dos participantes.

Quadro 11 - Segunda categoria “Concepção de Arte” do bloco temático Natureza do Conhecimento.

Natureza do Conhecimento
Categoria
2. Concepção de Arte

Pergunta do questionário de onde os excertos foram retirados					
2) Definir Arte é algo difícil, pois a mesma é muito complexa e envolve muitas coisas. Mas como você descreveria a Arte? Quais os principais aspectos que a caracterizam? 12) Qual a sua posição sobre a seguinte afirmação: “muitas obras de arte, sejam elas fotografias, esculturas ou pinturas, são cópias da realidade”. Justifique.					
Descrição					
A concepção de Arte também é complexa, englobando diversas dimensões cognitivas, questões filosóficas e por refletir não só o indivíduo mas também o contexto no qual está inserido (Bronowski, 1983; Gombrich, 1999; Rangel; Rojas, 2014; Snow, 2015; Zamboni, 2006). Essa categoria busca compreender a maneira como os licenciandos de cada turma encaram a Arte, tanto por meio de suas características quanto a partir da ideia de cópia da realidade.					
Unidade de registro	Descrição das Unidade de Registro	Excertos	%		
			Artes V.	Química	Total
Visão/ representação do artista sobre algo	A arte é a representação de tudo e qualquer objeto de interesse do artista feita a partir de sua ótica.	- “A arte é representação de algo, seja ele, coisas/objetos concretos ou abstratos. Ela pode se manifestar em diferentes modos, sendo a música, pintura, dança, teatro, etc., para conseguir realizar a sua versão representativa. [...] Acredito que não são cópias, mas, representações expressada pela ótica do seu artista, já que, para ser uma cópia, teria que conter fielmente as estruturas fisiológicas, estruturais e em alguns casos, sentimentos emocionais.” (OQ2) - “Arte seria uma representação da realidade sob uma perspectiva do artista, a fim de transmitir uma mensagem, uma emoção, uma ideia, etc. [...] Novamente o termo "cópia" não transmite a ideia que tenho para estas representações artísticas, entendo as mesmas como versões da realidade, uma vez que de uma mesma vista é possível que diferentes artistas criem obras que transmitam ideias/sensações totalmente diferentes; caso o contrário não haveria diferença em se admirar uma fotografia ou uma pintura de um mesmo local por exemplo.” (OQ8) - “Não concordo totalmente, pois mesmo que sejam fotografias, esculturas e pinturas que retratem exatamente a realidade, cada artista tem uma técnica, meio e forma de realizar essa obra de arte, o que acaba influenciando o resultado.” (OA1) - “Em Filosofia da Arte tínhamos uma discussão semelhante (sobre copiar a natureza), Platão acreditava que a arte seria um caminho de confusão, levando a um distanciamento da verdade, por parte de quem a observa, uma vez que ela reproduziria, de maneira distante, a realidade falsa. A arte não tem essa obrigação, e nem essa pretensão. Por isso existem diversos movimentos artísticos que inclusive,	70	53,8	60,9

		contrapõe essa perspectiva” (OA4)			
Base na realidade experienciada	A arte tem base na experiência, seja na experiência que ela promove quanto no arcabouço de experiências de vida do artista que é necessário para realizá-la.	- “A produção artística se baseia na bagagem do artista como ser humano. A inspiração pode vir do abstrato, mas pode também vir daquilo que ele vê e conhece do mundo real. Por isso, a arte imita a vida ao mesmo passo em que a vida imita a arte.” (OQ9) - “A arte é toda criação capaz de despertar algum sentimento em uma pessoa. Os principais aspectos que a caracterizam são sua pluralidade, a arte não se encontra só em uma pintura ou escultura, ela pode surgir das mais diversas formas possíveis, seja um quadro realista, uma dança ou uma música, a principal característica da arte é mexer com os sentimentos utilizando uma diversidade enorme de "ferramentas" (OQ5) - “Eu gosto de definir a arte como experiência. Independente dos resultados finais, acredito que a arte é o quando trazemos idéias, pensamentos e desejos para a materialidade e também o processo que foi necessário para que isso ocorra. [...] Eu acredito que seja impossível copiar a realidade, porque ela é vivida apenas uma vez e única. A arte pode, no máximo, fazer algo a partir da realidade.” (OA8) - “[...] inspirado pelo o que está a sua volta, suas vivências e sua visão da sociedade” (OA5)	20	23,1	21,7
Senso comum	Visão mais genérica da natureza da Arte, seja a de que qualquer coisa pode ser arte, ou de que a mesma é uma cópia da realidade, ou que a criatividade só se faz presente na arte.	- “Os principais aspectos que caracterizam arte, na minha opinião, são sentimentos, vontades, pensamentos e expressão dos artistas.” (OQ7) - “[...] desvendar o nosso outro lado, a parte criativa do ser humano.[...]” (OQ13) - “Arte é qualquer artefato físico ou conceitual que expressa e se relaciona à cultura humana” (OQ4) - “Às vezes elas são (cópias da realidade), outras vezes nem se encaixam na realidade.” (OA3)	10	46,1	30,4
Base na complexidade	Visão que considera as diversas dimensões que englobam as Artes.	- “[...] Ainda, para cada um desses meios, podemos ver as características de uma época, sociedade, regionalidade e tudo o que caracteriza os seres humanos e o mundo que os rodeia, sendo assim, a arte conta com diversos movimentos, que possuem características próprias.” (OQ11) - “[...] O fazer Arte é todo dia reinventado, de diferentes formas e com diferentes objetivos. A Arte acompanha o ser humano, a famosa frase Friedrich Nietzsche, em Crepúsculo dos Ídolos, diz "Sem a música a vida seria um erro", enfatiza bem a ideia. Mesmo sendo uma área tão complexa, é inerente ao ser humano e independe da classe social, etnia ou qualquer divisória criada pela nossa sociedade.” (OQ13) - “A arte é uma área do conhecimento teórico e prático capaz de explicitar questões sociais, históricas, científicas e educacionais, através da multiplicidade de	70	23,1	43,5

		linguagens. Os principais aspectos que a caracterizam podem ser as intenções por trás das produções artísticas, os conceitos, a materialidade, a linguagem e a poética” (OA4) - “A Arte, como dito, pode ser muitas coisas. Pode ser um fenômeno, uma linguagem, uma expressão, um sentimento, uma área do conhecimento ou coisa nenhuma. A arte é subjetiva e multifacetada. [...]” (OA1)			
Forma de expressão/comunicação	A Arte é uma forma de expressar e comunicar diversas coisas, sejam elas ideias ou sentimentos.	- “Arte é a expressão dos sentimentos e percepções do ser humano, não tendo compromisso algum com a verdade ou realidade, sendo apenas uma forma de expressão [...] Da mesma forma da questão anterior, para mim, fotografias, esculturas ou pinturas não são cópias da realidade, muitas vezes elas são a expressão artística da realidade. Porém, para a arte não existe a obrigação de ter ligação com a realidade.” (OQ7) - “Arte para mim é a expressão de suas ideias, valores, cultura, pensamentos ou emoções com diversas linguagens como dança, música, pintura e etc.” (OQ12) - “[...] Compreende um universo de expressões. Para mim, a arte é a capacidade de expressão humana em sua forma mais pura ao mesmo tempo que possui conhecimentos, informações, técnicas e especificidades cujo entendimento necessita muito estudo.” (OA1) - “Arte é a forma pela qual o ser humano expressa sua criatividade, sentimentos, ideias, sendo um mecanismo complexo e subjetivo de viver a vida além do que está posto, repensando, recriando, criticando o mundo em que vivemos. É uma forma de acessar conteúdos íntimos e coisas que não seria possível expressar por outro meio que não o artístico.” (OA7)	30	61,5	47,8

Fonte: Elaborado pela autora.

Como discutido nos capítulos iniciais desta pesquisa, Arte e Ciência compartilham diversas características em comum, o que não significa que ambas não possuem características específicas e próprias que também as diferenciam. A Arte, por exemplo, apesar de também fazer uso de processos lógicos e racionais, tem a subjetividade como protagonista tanto na criação quanto nos momentos de apreciação. Isso permite que a mesma não tenha um compromisso com a verdade, no sentido de uma verdade única (consenso) que deva ser compartilhada por todos (apesar de ser fiel à verdade de quem a faz ou aprecia).

A Arte permite que várias respostas sejam dadas a um mesmo problema, a pluralidade de soluções, pensamentos e ideias é valorizada, assim como a criatividade e imaginação. Nesse sentido, há uma maior liberdade em formas de explorar, interpretar e compreender a si mesmo e o mundo, o que não significa que a Arte não

possa ser objetivada, seguir regras/metodologias e ser avaliada. Todos esses aspectos, que também envolvem a estética e a emoção, facilitam a comunicação de algo entre o público e essa área do conhecimento. Por fim, a Arte, assim como tudo o que foi construído historicamente pelo ser humano, é algo contextualizado, isto é, faz parte e expressa todo um contexto (econômico, social, político, etc) do período em que foi produzida. A diferença é que nela, tais influências são bem mais consideradas e expressadas do que na Ciência, que também sofre tais interferências, mas acaba negligenciando-as muitas vezes (Benedicto, 2018; Bronowski, 1983; Gombrich, 1999; Kuhn, 1982; Rangel; Rojas, 2014; Snow, 2015; Zamboni, 2006).

Nesse sentido, as duas questões cujas respostas foram consideradas nessa categoria abordam justamente a maneira como a Arte é compreendida e caracterizada, além da noção específica de cópia - e neutralidade - que auxilia na compreensão geral da natureza desse conhecimento.

De uma maneira geral, diversos dos pontos discutidos acima foram considerados ao longo das respostas dos alunos. É interessante observar que a concepção de Arte que apareceu com maior frequência entre os licenciandos no total (60,9%) foi a de que a Arte é uma visão/representação do artista sobre algo, isto é, de que a natureza, o mundo, si mesmo e qualquer objeto de interesse do artista é visto a partir de uma lente/ótica do mesmo. Essa visão se aproxima da ideia de conhecimento aproximado de Bachelard (1974) discutido na categoria anterior, que também foi a unidade de registro com maior frequência.

A Arte é um exemplo de que mesmo quando há um objetivo de se aproximar ao máximo da realidade, como alguns movimentos artísticos que buscavam a representação perfeita do que estava sendo observado ou até mesmo a fotografia que seria a captura do momento real, ainda assim há uma intenção, um contexto, dimensões racionais e emocionais que influenciam a forma como aquilo está sendo observado, representado e interpretado. Tais influências ocorrem no processo de construção de qualquer conhecimento humano, seja o artístico ou científico, que irão se diferenciar conforme as especificidades de cada área.

Um desses pontos é a forma como cada área lida com a verdade. Apesar de partirmos da noção de uma verdade não absoluta na Ciência, ou seja, de que o conhecimento verdadeiro hoje é provisório, há a busca pelo consenso na comunidade científica que estipula tal “verdade”. Na Arte não existe essa obrigação de seguir uma única verdade ou um consenso absoluto entre artistas e apreciadores. Porém, como

o estudante OA4 aponta, há algumas linhas filosóficas, como a de Platão, que vão reconhecer essa impossibilidade de se alcançar em sua totalidade o entendimento sobre o mundo e que, nesse caso, a Arte reproduziria uma realidade distorcida (Braga; Guerra; Reis, 2006).

Em suma, é interessante observar que os alunos reconhecem esse caráter não neutro tanto da Ciência quanto da Arte. Apesar de na primeira categoria essa ideia se mostrar mais inconsistente frente a outras respostas, nesta segunda é uma concepção que se mostra mais consolidada ao se observar os demais excertos. Essa perspectiva condiz com o fato de que, como dito anteriormente, a subjetividade e as demais dimensões que envolvem a construção do conhecimento são mais bem aceitas, exploradas e divulgadas no campo artístico (Benedicto, 2018).

O que nos leva à segunda unidade, “base na realidade experienciada”, que inclui tanto o sentido de considerar a influência de um arcabouço de experiências de vida do artista no seu fazer artístico, quanto também a experiência da relação entre a obra e o público. Isto é, não tem como o artista se desvincular de suas experiências e construção de vida, uma vez que isso molda sua essência (o ser humano nasce contextualizado) e, logo, o seu trabalho e forma de ver a natureza. Ainda, a Arte em si é uma própria experiência (seja ela física, emocional, intelectual, cognitiva, etc.), pois como dizem Vigotski (2009) e Bronowski (1979), toda criação não se finaliza apenas na materialização final do produto, mas sim no momento de apreciação do público e na ressignificação que o mesmo fará daquilo para si.

Além dessa unidade, outra que apresentou uma das maiores partes das respostas entre os alunos de Artes Visuais (70%) foi “base na complexidade”. Aqui os licenciandos apresentaram uma concepção que considera as diversas dimensões que englobam a ideia de Arte, ou seja, a Arte pode ser uma linguagem, um campo de conhecimento, um tipo de expressão, que envolve uma variedade de contextos e que permite conhecê-los por meio dela. Ainda, foram ressaltados a complexidade da dinâmica do processo artístico, assim como da sua relação com a sua sociedade.

É interessante ressaltar a diferença da presença de uma visão contextualizada e mais holística a respeito das dimensões que englobam o conhecimento artístico e científico entre alunos de Artes Visuais e Química. Enquanto os alunos de Artes Visuais reconhecem mais essas características em relação a sua própria área do conhecimento, o mesmo não é tão observado entre os alunos de Química ao

abordarem a natureza do conhecimento científico e acabam recaindo em mais visões equivocadas e limitadas sobre a complexidade do mesmo.

Isso pode estar relacionado com uma das diferenças entre essas duas áreas do conhecimento, já discutidas no início do trabalho, que é a presença de disciplinas de caráter histórico e social em cursos de Artes e de Ciências (Naturais e Biológicas). De acordo com Benedicto (2018, p. 161),

[...] de modo geral, cursos científicos dedicam de 30 a 60 horas de sua carga horária total a disciplinas de história da ciência (isso quando há a disciplina, que em alguns casos é optativa), ao passo que em cursos artísticos encontra-se o triplo ou mais de tempo dedicado à história das artes.

Corroborando essa citação, ao analisar o documento do projeto político pedagógico dos cursos de Química e Artes Visuais dos alunos que participaram do minicurso, nos deparamos com os seguintes dados: o curso de Artes Visuais possui **seis disciplinas** sobre História da Arte, sendo três delas voltas para a História da Arte Brasileira. Essas últimas possuíam a carga horária de 30 horas cada e as demais 60 horas cada. Já o curso de Química possuía apenas **uma** disciplina de HFC, com a carga horária de 60 horas. Por que não ter uma disciplina sobre História da Ciência Brasileira? É necessário que essas abordagens estejam mais presentes nos cursos de formação de professores de Ciência, pois são fundamentais para a construção de um olhar mais crítico, humano e holístico sobre a NdC.

A unidade de registro que apresentou maior frequência de respostas entre alunos de Química (61,5) foi “forma de expressão/comunicação”. Nela, os alunos apresentaram a concepção da Arte como forma de expressar diversas coisas, desde ideias, emoções, pensamentos, perspectivas e até informações, podendo ser feita a partir de diferentes formas. De fato, essa é uma das principais características da Arte, que é sua capacidade de comunicação e, de certa forma, toda Arte materializada é uma expressão do artista que a fez (Benedicto, 2018; Kuhn, 1982). Por conta de sua natureza dinâmica e plural, onde há mais liberdade criativa, a Arte é capaz de auxiliar na compreensão e até mesmo no simples experienciar das coisas que talvez não seria possível através de outros meios. Daí o interesse em aprender sobre outras áreas do conhecimento e buscar através dessas interconexões maiores oportunidades de desenvolver um olhar mais holístico sobre a natureza.

Por fim, a unidade de registro “senso comum” uniu principalmente respostas de alunos do curso de Química que apresentaram uma visão mais genérica e até mesmo

equivocada sobre a natureza da Arte. Como é possível observar nos excertos, muitas vezes há essa ideia de que Arte pode ser qualquer coisa em um sentido superficial, ou que todo mundo pode ser considerado um artista ao criar algo. Embora haja uma liberdade criativa dentro do campo artístico, nem tudo que é criado é Arte, e nem todo mundo que se expressa de alguma forma é um artista. Essa é uma discussão mais complexa, que envolve desde objetivos específicos até mesmo certas formas de avaliação (Benedicto, 2018).

Além disso, como também já discutido ao longo desta pesquisa, também é equivocada a ideia de que a criatividade humana é uma habilidade que se faz presente apenas no fazer artístico. O fato dessa habilidade ser mais explorada, incentivada e permitida dentro da Arte quando comparada à Ciência, por exemplo, ou a confusão entre a noção de criatividade, imaginação e fantasia, faz com que esse olhar distorcido em relação a natureza da Arte e da Ciência seja reforçado (Vigotski, 2003; 2009; Zamboni, 2006).

Frente à análise desta categoria, é possível observar que há um olhar mais apurado em relação à natureza da Arte se comparado com as concepções relacionadas à NdC. Isso pode ter relação com um ponto também discutido no início desta pesquisa, que é a forma como cada uma lida com o seu público, sendo a Arte mais próxima e mais eficiente no sentido da comunicação. Além disso, como já comentado, o fato de os cursos de Arte dedicarem mais tempo e créditos para discussões históricas, sociais e filosóficas sobre este campo do conhecimento também influencia em concepções mais aprimoradas sobre o mesmo (Benedicto, 2018).

Sendo assim, esse tipo de compreensão da complexidade do fazer artístico, a influência dos contextos, da experiência do artista, entre outros, pode auxiliar na compreensão do fazer científico, uma vez que ambos são desenvolvidos por meio de um cérebro humano e complexo, que faz uso de seus dois hemisférios para tal, e tem a criatividade e a imaginação como base. Nesse sentido, reforça-se a importância da inter e transdisciplinaridade em cursos de formação de professores para que haja essa comunicação entre as diferentes perspectivas e o contato com a natureza desses conhecimentos no sentido de superar determinadas visões alternativas e passar a enxergar a conexão entre os saberes.

Na próxima categoria, organizada no Quadro 12, discutiremos as concepções dos participantes relacionadas ao desenvolvimento do processo científico.

Quadro 12 - Terceira categoria “Desenvolvimento do processo científico” do bloco temático Natureza do Conhecimento.

Natureza do Conhecimento					
Categoria					
3. Desenvolvimento do processo científico					
Perguntas do questionário de onde os excertos foram retirados					
3) Para você, como um cientista desenvolve o seu trabalho? O que determina suas escolhas? O que diferencia o trabalho de investigação de um cientista de outros processos investigativos de outras áreas? 9) Qual a sua posição sobre a seguinte afirmação: “Os melhores cientistas são sempre muito abertos, lógicos, imparciais e objetivos em seus trabalhos”. Justifique. 13) Qual a sua posição sobre a seguinte afirmação: “Quando uma nova Teoria Científica é proposta, os cientistas devem decidir, por meio de um consenso, se ela será aceita ou não. Para isso, a nova proposta deve convencer a maioria da comunidade científica”. Justifique. 16) Qual a sua posição sobre a seguinte afirmação: “Os melhores cientistas são aqueles que seguem os passos do método científico”. Justifique.					
Descrição					
Um dos pontos que auxilia compreender a NdC é a partir da noção de como se dá o processo científico, se ele é encarado como algo contextualizado, que sofre influência internas e externas a ele, que é realizado por meio de um coletivo e de uma comunidade formada por cientistas que não seguem um único método, entre outros (Beltran, Saito, Trindade, 2014; Kuhn, 1982). Essa categoria busca analisar a maneira como os licenciandos de cada turma compreendem o processo científico.					
Unidade de registro	Descrição das Unidades de Registro	Excertos	%		
			Artes V.	Química	Total
Dinâmico	Processo não linear, escolhas mudam o caminho tomado, não existe apenas um caminho a ser seguido.	- “A partir de um problema, o cientista busca formas para solucioná-lo e no desenvolvimento tem resultados que vão moldando a pesquisa e afetando nas escolhas a serem tomadas. O que diferencia cada ação de um cientista para outro está na criatividade e busca por respostas. Um exemplo, quando descobriram o DNA em que cada grupo de pesquisa seguiu um caminho de acordo com o que pensavam e cada um contribuiu para o resultado final.” (OQ1) - “[...] Embora seja necessário um objetivo para as pesquisas, sempre acabamos observando outros fenômenos que possam ser de interesse também, e por vezes eles são muito relevantes. [...]” (OQ11) - “[...] O caminho de investigação de um cientista muitas vezes não resultará no resultado esperado ou	30	53,8	43,5

		em resultado algum; é um caminhar no escuro de certa forma; o que o difere de outros trabalhos de investigação.” (OQ8) - “Acredito que seja um estereótipo (questão 9), pois há muitas formas de se fazer ciência.” (OA8) - “[...] A ciência é dinâmica, e com o tempo as teorias vão ganhando novas propostas [...]” (OA4)			
Metódico	Não considera necessariamente o método científico, mas sim etapas a serem seguidas.	- “O cientista precisa necessariamente de uma pergunta de pesquisa, que é aquela que a pesquisa busca responder. Tendo a pergunta de pesquisa, é necessário ter a metodologia que a pesquisa seguirá, bem como os principais referenciais teóricos (que definirão as "lentes" pela qual o pesquisador analisará seus dados). É importante ressaltar que embora estes sejam pontos essenciais da pesquisa, conforme o andamento do projeto, estão sujeitos a modificações e complementações. [...] O principal diferencial do cientista é que necessariamente ele precisa seguir um método, previamente definido, bem como seus resultados e conclusões sempre precisam vir de dados e a análise destes.” (OQ11) - “Um cientista pode desenvolver seu trabalho de diversas formas, porém acredito que a forma convencional é primeiramente identificar um problema, uma questão a ser respondida, uma melhoria a ser feita. A partir disso desenvolve-se o trabalho, através da pesquisa de literatura e posteriormente o desenvolvimento prático de seu trabalho, colocando a "mão na massa" para desenvolver e solucionar a questão trabalhada. Acredito que todos os processos de investigação são baseados em pesquisa e desenvolvimento, então o que diferencia é a área de atuação, pois cada uma tem sua singularidade de estudo.” (OQ7) - “O cientista desenvolve seu trabalho partindo principalmente da observação e das perguntas que tentam solucionar, ou das respostas encontradas. Suas escolhas partem do visível e o que ultrapassa o olho nu. O processo investigativo da ciência é pautado em métodos, diferente de algumas outras áreas no qual o método não é um aspecto central” (OA9) - “Um cientista desenvolve seu trabalho através da observação minuciosa a partir do objeto em estudo. Suas escolhas são direcionadas de modo racional, traçando metodologias que o levem a conclusões possíveis. Acredito que o que diferencia a investigação científica de outros processos é justamente as experimentações seguindo uma metodologia rigorosa e racional” (OA4).	40	46,1	43,5
Influenciado por diversos fatores	Considera diversos fatores no processo científico, tanto próprios do cientista quanto outros contextuais.	- “Concordo em partes, não acredito que exista imparcialidade na ciência, pois deve-se estar 100% do lado do que os fatos comprovam. Isso não significa que a pessoa precisa ser intolerante, porém não é imparcial. Porém acredito que os cientistas, não sei se os melhores, talvez todos, devem ser abertos e lógicos, e a objetividade é subjetiva, pois as vezes é a partir do questionamento e divagação que surgem outras	30	69,2	52,2

		questões importantes para a (sic) ciência.” (OQ7) - “[...] As escolhas do cientista precisam sempre estar pautados em referenciais, mas sempre carregam a identidade do pesquisador, suas motivações, crenças, percepções de mundo e afins, uma vez que a ciência não é neutra.[...] Creio que é impossível ter um cientista assim. Na própria escolha de referencial teórico já se obtém uma "lente" pela qual serão feitas as constatações, que apresentam alguma parcialidade, uma vez que foram frutos de humanos também.[...]” (OQ11) - “[...] Tendo em vista o potencial de transformação social que a ciência proporciona, eu não diria que a imparcialidade seria uma qualidade daquele que produz ciência. Se ela é algo que pode transformar, o estudioso por trás dela deve reconhecer de forma crítica as defasagens do universo que o cerca, sejam elas políticas, sociais ou ambientais.” (OQ9) - “Acredito que se analisarmos de uma forma estereotipada podemos contrapor o trabalho de um cientista e de um artista como opostos. [...] o cientista faz uso da razão e da lógica. Não há espaços para sensibilidades na ciência [...]. Mas na verdade acho que as coisas são um pouco mais complicadas. [...] acredito que existem também um caráter humano e sentimental dentro da ciência e dentro das ações de cientistas. Acredito que também seria de certa forma desmerecer o trabalho de um cientista se resumíssemos ele ao caráter sistêmico do método científico e não levássemos em conta a vivência, experiências pessoais, emoções e até mesmo a intuição da pessoa que está por trás dessa pesquisa. [...]” (OA6). - “Concordo com a afirmação (questão 9). Questiono somente a parte da imparcialidade, pois acredito que nesse mundo em que vivemos não é possível ser imparcial politicamente, por exemplo. Há momentos em que as pesquisas carregam posições ideológicas marcadas e os cientistas que ali estão naquele momento estão assumindo uma posição. Toda ciência é política, assim como toda arte é política também.” (OA7)			
Imparcial	Considera a imparcialidade como algo possível e necessário no processo científico.	- “[...] Concordo pois apresenta todas as características esperadas de um cientista ético, buscar ser o mais imparcial possível e se guiar pelos fatos e resultados da pesquisa e não por crenças, desejos e etc.” (OQ5) - “Com certeza, para fazer ciência a imparcialidade e mente aberta para novas propostas não podem faltar, somente assim os cientistas podem levar todos os cenários em consideração e chegar na resposta mais precisa possível.” (OQ10) - “Não concordo (questão 13). Uma teoria científica só pode ser derrubada por métodos científicos. Ela deve ser testada de forma metódica e imparcial [...]” (OQ9) - “Concordo, ciência não deve ser atrelada às questões pessoais, mesmo sabendo que de qualquer forma sempre teremos uma lente pessoal derivada da nossa formação, precisamos permanecer atentos aos nossos valores e as nossas pesquisas como coisas diferentes	50	38,5	43,5

		[...] Se o cientista é parcial ele nem precisaria gastar seu tempo fazendo pesquisa, uma vez que o resultado esperado será sempre o conclusivo, e ao meu ver, isso não é ciência.” (OA4) - “Dependendo da área de trabalho em questão, a imparcialidade e objetividade é muito importante, por exemplo, se tratando de assuntos de benefícios públicos.” (OA2)			
Não absoluto	Considera que o processo científico se desenvolve com base na superação de paradigmas.	- “[...] mas lembrando que a ciência está em constante evolução e mudança, e isso que ele considerou como resultados satisfatório de sua pesquisa, pode ser invalidados por outro cientista, depois de um determinado espaço de tempo.” (OQ2) - “O principal objetivo do cientista é estar "menos errado" em sua pesquisa, falsificar qualquer teoria para que assim ela seja aplicada no maior número de ocasiões dentro do contexto possíveis, até que surja outra com uma explicação mais plausível. [...]” (OQ13) - “[...] Até mesmo na ciência há dogmas que com os anos foram quebrados e substituídos por novas teorias.” (OA8)	10	23,1	17,4
Senso Comum	Visões mais generalizadas sobre o processo científico, como fazer estudos e experimentos e que se baseia em fatos.	- “O cientista é alguém que falsifica e testa hipóteses além de formulá-las de modo a compreender algum fenômeno, não diferencia muito das outras áreas, porém pode ser mais detalhado.” (OQ10) - “Um cientista deve desenvolver seu trabalho com base em experimentos e observações estudos e pesquisas que sejam possíveis de se explicar racionalmente. O que determina suas escolhas é a natureza do objeto a ser estudado, creio também que o benefício que aquela descoberta ou estudo pode trazer para sociedade. o que diferencia a investigação científica é o fato de que os argumento são baseados em evidências físicas e fortes acima de qualquer coisa.” (OQ12) - “Através de pesquisas, investigação, testes e teoria.” (OA2) - “O cientista busca provar evidências ou procurar por elas” (OA3)	40	15,4	26,1
Papel da comunidade científica	Visão que considera o papel da comunidade científica no desenvolviment o do processo científico.	- “A teoria para ser aceita deve ter uma base teórica com resultados que comprovem ou mostrem o objetivo do estudo e assim é aceita pelos demais cientistas, pois segue um raciocínio lógico.” (OQ1) - “Concordo, pois na ciência apenas uma nova teoria que seja mais aceita na comunidade científica derruba outras. Apenas assim, o cinturão de ideias se modifica, podendo ainda ser de maneira progressiva ou degenerativa, mas nunca mudam o núcleo principal de ideias.” (OQ11) - “Concordo, pois para que uma nova Teoria Científica seja aceita pela comunidade científica, é necessário que o responsável pela sua proposta apresente uma série de dados e estudos que comprovem a veracidade do que está sendo proposto para além de uma opinião pessoal.” (OA1)	100	92,3	95,6

		- “Concordo. Nenhuma teoria científica é validade se não há consenso na comunidade científica pois se trata muitas vezes de teorias que irão influenciar um modo de enxergar e até fazer determinadas coisas, logo é preciso ter o máximo de certeza em relação a isso, não somente do indivíduo que desenvolveu a teoria mas de toda a comunidade científica.” (OA7) - “Acredito partindo do senso comum que compartilho que seja uma afirmação correta, pois na ciência novas teorias não são necessariamente únicas e todas como verdade absoluta, mas são aceitas as que se aproximam mais, que justificam ou conseguem buscar comprovar o fenômeno.” (OA9)			
Método científico enquanto possibilidade	Considera o método científico enquanto uma das possibilidades ou norteador para se fazer ciência, e não um caminho único e verdadeiro.	- “Não necessariamente, acredito que os melhores cientistas são aqueles que conseguem enxergar formas possíveis para a resolução de seus questionamentos, independente da forma. O método científico ajuda na organização das ideias e no desenvolvimento do trabalho em si, porém isso não te caracteriza melhor ou pior, te caracteriza apenas como organizado.” (OQ7) - “Fazer ciência é partir do pressuposto de que tudo está em um constante processo de melhoria. O método científico é uma boa forma de conduzir estudos, mas não é a única.” (OQ9) - “Não concordo com a afirmação, pois acredito que existem bons cientistas que não seguem o método científico, como por exemplo os povos indígenas, que possuem inúmeros saberes e medicinas, todas descobertas sem o método científico. Seus experimentos e investigações são feitos de outras formas. O modo de fazer ciência tal qual falamos aqui possui um tipo de validação do “ocidente” mas não é a única forma válida e que merece ser considerada e respeitada.” (OA7) - “Concordo em partes, é necessário um rigor científico em relação ao método, porém, acredito que como nas artes, as vezes fazer alguma mudança no processo pode ser benéfico à pesquisa abrindo novos caminhos do conhecimento.” (OA4)	50	46,1	47,8
Método científico enquanto um método único para se fazer ciência	Considera o método científico como o único caminho para se fazer ciência, para se alcançar a verdade de forma correta.	- “Concordo pois o método científico é o que nos garante uma linha de raciocínio lógico que contenha sentido e garanta o avanço da ciência como um todo, obvio que propostas e ideias podem ser testadas sem um grande rigor a primeiro momento mas para se propor uma nova teoria ou algo do tipo é imprescindível a utilização do método científico.” (OQ5) - “Correta, o método científico foi feito para que as descobertas, serão sempre corretas, ou ao menos o mais próximo disso, para que possam ser aplicadas na realidade.” (OQ10) - “Concordo em partes, pois, os cientistas podem usar a criatividade a seu favor ao pensarem em teorias e possibilidades, entretanto, ao comprová-las, necessitam de métodos científicos para que sejam aceitas” (OA1) - “Imagino que um cientista desenvolve seu trabalho	40	38,5	39,1

		de maneira criteriosa e que suas escolhas são feitas de modo a tentar buscar uma resposta o mais confiável possível, pautada no mundo material. O que diferencia o trabalho de investigação de um cientista de outros processos de investigação é o método científico. Em outras áreas de investigação, como nas Artes Visuais por exemplo, esse processo se dá de uma forma totalmente diferente, onde cada artista terá seu jeito de investigar sua poética, não tendo uma forma "correta", "confiável", ou não sendo isso julgado por toda uma comunidade posteriormente.” (OA7)			

Fonte: Elaborado pela autora.

Uma das formas de também tentar compreender a natureza do conhecimento de uma forma geral, ou o científico, especificamente dessa categoria, é refletindo sobre seu processo de desenvolvimento. Nesse sentido, a pergunta deixa de ser “o que é Ciência?” e passa a ser “como a Ciência se desenvolve?” e todas as demais perguntas que podem fluir a partir disso. Pensar no como pode, muitas vezes, nos levar a respostas mais complexas sobre a natureza do conhecimento científico e até mesmo contraditórias em análises desta natureza (uma vez que os alunos acabam desenvolvendo mais suas ideias), de maneira que perguntas que caminham para uma direção da definição muitas vezes não conseguem, seja por exigirem uma certa síntese ou por enfatizarem uma ideia de certo ou errado (algo bem presente em avaliações escolares) (Castro, 2016; Matthews, 1995; Nardi, 1994).

A primeira unidade de registro engloba as respostas dos alunos que apresentaram a ideia que o processo científico é dinâmico (43,5%), tanto no sentido não linear, ou seja, que considera não só as continuidades, mas também as descontinuidades (no sentido de processo histórico), de que permite idas e voltas ao longo desse processo, como também que o caminho trilhado ali pode ser modificado conforme as escolhas que vão sendo tomadas ao longo dele. Logo, não há um único caminho a ser seguido.

Em contrapartida, temos as unidades relacionadas ao método científico, que estão divididas entre aquelas que contemplam as concepções que consideram que a ciência é feita por um único caminho, chamado método científico, e aquelas que consideram a existência e a importância do mesmo, mas compreendem que existem outras possibilidades a serem seguidas.

Sobre os dados obtidos, podemos observar que, focando nos alunos de Artes Visuais, apenas 30% reconhece o dinamismo que há dentro deste processo, ou seja, que foge um pouco daquele olhar de que a ciência é algo fechado, pré-determinado e

sem liberdade criativa (por mais que existam graus diferentes de liberdade). Entretanto, 40% ainda apresenta a concepção de que há um método científico enquanto único caminho a ser seguido para se obter bons resultados.

Apesar disso, 50% dos alunos de Artes Visuais reconheceram que apesar de existir um método científico, muitas vezes ele pode servir como norteador, mesmo existindo outros caminhos a serem seguidos. Ou seja, de certa forma, também concordam com a ideia de que há uma certa liberdade criativa dentro do processo científico e que o mesmo também é movido por escolhas, o que nos leva a pensar que mais do que 30% (unidade “dinâmico”) dos alunos reconhecem, de fato, esse dinamismo.

Frente a estes dados e de outros estudos que apontam para a presença desse ideal de método científico ainda hoje entre diferentes públicos (Scheid; Ferrari; Delizoicov, 2007), um dos pontos que talvez pudesse ser mais explorado na divulgação científica seriam as concepções sobre como se faz ciência, o que foi e o que é o método científico de fato, e como se dá esse processo na realidade.

Inclusive, como é possível observar nos excertos, há uma certa confusão não somente sobre o que é o método científico, mas também sobre seu papel neste processo. O aluno OA7, por exemplo, ao mesmo tempo que reconhece a possibilidade de se fazer ciência utilizando outras metodologias na penúltima unidade, também afirma na última que o método científico é o que diferencia o método de investigação da Ciência, e que esse seria o caminho correto e confiável a ser seguido.

Já em relação aos alunos de Química, mais da metade (53,8%) considerou o dinamismo do processo científico, principalmente no que se refere a novos pontos que podem surgir ao longo desse processo e mudar a forma como ele foi previsto inicialmente. Ainda, comparando as duas unidades de registro relacionadas ao método científico, uma menor parte (38%) reconhece o mesmo como garantia de uma ciência correta e bem sucedida, enquanto 46%, apesar de apontarem o método científico como um bom caminho possível, demonstram uma noção de que há outras formas de se fazer ciência.

Como já discutido anteriormente, a ideia de um método científico no sentido de etapas rígidas e pré-determinadas que sempre devem ser seguidas para garantir o sucesso do processo científico ainda segue enraizada nas concepções tanto de pessoas que lidam com a Ciência quanto de pessoas de outras áreas. Essa é uma concepção que sempre aparece como resultados nas pesquisas voltadas para o

levantamento de concepções sobre Ciência (Lederman *et al.*, 2002; Ryan; Aikenhead, 1992; Scheid; Ferrari; Delizoicov, 2007).

Entretanto, fica evidente que a própria ideia do que seria o método científico acaba, por vezes, sendo confundida. As vezes ele é visto como princípios a serem seguidos, como imparcialidade, repetibilidade e falseabilidade, entre outros; as vezes como etapas mecânicas como criar hipóteses, observar e experimentar; ou também como os elementos exigidos, muitas vezes, por um relatório, pesquisa ou artigo científico, como objetivo, fundamentação, metodologia, conclusão.

Além disso, foi observado também em diversas respostas a confusão da ideia de método enquanto rigor (isso também aparece em outras categorias, como a próxima que iremos discutir), como por exemplo nos excertos: “Sim, pois garantem maior seguridade e mantém um padrão de qualidade nas pesquisas efetuadas (OQ6)”;

“Acredito que o método científico exista por um motivo, que é apresentar uma teoria bem fundamentada (OA5)”, “[...] óbvio que propostas e ideias podem ser testadas sem um grande rigor a primeiro momento, mas para se propor uma nova teoria ou algo do tipo é imprescindível a utilização do método científico (OQ5)”.

Para alguns alunos, essa ideia de método com etapas definidas é sinônimo de rigor no fazer científico, no sentido de garantir uma qualidade e também que o não uso desse método, ou seja, fazer uso da liberdade criativa comprometeria o processo científico (quando na realidade, a criatividade e a imaginação se fazem presentes ao longo de todo esse processo). Nessa mesma linha, este equívoco se inverte no campo das Artes, onde se evidencia uma noção de falta de rigor do processo artístico por não fazerem uso de um método dado como certo.

Não é porque a ciência não se desenvolve com base em um único método que significa que seu lado metódico não seja uma de suas principais características. Os trabalhos científicos, sejam eles da área de exatas, biológicas ou humanas, sempre contam com metodologias específicas, cujas etapas são descritas em detalhes a fim de que possam ser melhor compreendidas e passíveis de serem reproduzidas, e também com um questionamento/problemática que direciona todo o percurso desse fazer científico. Esse foi um aspecto considerado nas concepções de 43,5% dos licenciandos participantes na unidade “metódico”.

Entretanto, vale ressaltar certas visões empiristas e exclusivamente analíticas que por vezes fundamentam a compreensão da dimensão metódica do fazer científico, isto é, compreender a Ciência apenas sob o olhar do trabalho experimental

(geralmente acompanhado de uma crença sobre a neutralidade dessa etapa), cujo processo de construção do conhecimento acaba sendo ignorado, tendo o foco na divisão das etapas do estudo (Gil-Pérez, 1993; Fernández *et al.*, 2002).

Esse olhar neutro sobre o processo científico foi apresentado também por 43,5% dos alunos na unidade “imparcial”, apesar de a maior parte ter sido entre alunos de Artes Visuais (50%). A imparcialidade ou neutralidade da Ciência é um aspecto identificado de forma recorrente em pesquisas que buscam compreender as concepções de Ciência de um determinado público (Lederman *et al.*, 2002; Ryan; Aikenhead, 1992; Scheid; Ferrari; Delizoicov, 2007). Essa é uma visão muito disseminada pelo positivismo e reforçada pela abordagem cartesiana do fazer científico. Não é à toa que esse também seja um dos principais pontos que a NHC busca trabalhar, ressaltando a importância da contextualização social e histórica dos conhecimentos, além de buscar trazer um olhar mais crítico e humano sobre os fatores que influenciam sua construção (Castro, 2016; Matthews, 1995).

Por meio das respostas obtidas, foi possível perceber que a noção de imparcialidade está muito atrelada a ideia de ética no processo científico, isto é, a maior parte das respostas que apontou a importância da Ciência ser neutra, ressaltaram o fato de esse ser o caminho mais correto, mais ético para se fazer ciência.

Nesse sentido, a confusão reside no fato de que o processo científico é influenciado por fatores externos e contextuais (econômico, político, histórico e social) como também por fatores internos ao próprio cientista (humor, corpus de conhecimento, relacionamento com pares, intuição, crenças, valores, entre outros). Todos esses aspectos têm sua parcela de influência no fazer científico. Isso não significa que o cientista vá burlar dados, não respeitará o comitê de ética que analisa os projetos a serem desenvolvidos, ou as leis que regem um determinado país, mas sim que as decisões e interpretações realizadas ao longo do processo científico estão sendo influenciadas tanto por um arcabouço contextual no qual a pesquisa está inserida quanto pessoal do cientista. Em outras palavras, um mesmo dado pode ser analisado sob outras perspectivas justamente pelos diferentes backgrounds que cada cientista carrega, e é nisso que reside a dialética que permite que a Ciência progrida.

Esse encontro de diferentes ideias é o que gera discussões e permite que a Ciência esteja sendo sempre revista, possibilitando que seus paradigmas sejam superados (Kuhn, 1982). Nesse sentido, essa visão não encara a ciência como algo

absoluto, ou seja, compreende que a mesma não trabalha com verdades definitivas, mas sim com base no conhecimento que se tem até aquele momento. Como dito anteriormente, a Ciência trabalha com um conhecimento aproximado (Bachelard, 1974), e essa visão foi identificada em apenas 17,4% dos alunos. Entretanto, o papel da comunidade científica, que é responsável por essas discussões e definições das mudanças de paradigmas, foi reconhecida por praticamente todos os licenciandos participantes (95,6%).

Portanto, vale ressaltar mais uma vez a importância do papel da história e da filosofia - e também da interdisciplinaridade - em cursos de formação de professores e no ensino de Ciências de maneira geral, uma vez que esse tipo de abordagem busca a contextualização e humanização do conhecimento científico. Além disso, também apoia uma reflexão mais crítica e holística sobre o mesmo, auxiliando na superação dessas visões alternativas sobre o processo científico, como também as de senso comum (26,1%), reforçadas pelo pensamento positivista.

A reflexão crítica sobre a não neutralidade da Ciência, o papel exercido pela mesma, a forma como o fazer científico se dá de fato, bem como as dimensões cognitivas e interpessoais que envolvem o cientista e a contextualização de todo esse processo, são alguns pontos centrais discutidos pela NHC (Beltran, Saito, Trindade, 2014; Cachapuz *et al.*, 2005; Zamboni, 2006). Esse é um caminho que tem sido apontado como promissor no aprimoramento da compreensão da Ciência e, conseqüentemente, do Ensino de Ciências de uma forma geral. É interessante notar que praticamente a metade dos licenciandos (52,2%) consideraram alguns desses aspectos em suas concepções sobre o processo científico, apesar da grande maioria ter sido entre alunos de Química (69,2%), o que indica a necessidade desse tipo de discussão ser mais explorada na Educação Básica como um todo, como também na divulgação científica.

Ainda, é importante ressaltar que apesar de ter sido observado um bom número de alunos com essa visão, nem sempre os mesmos apresentam uma compreensão clara desse papel contextualizado da ciência. Um exemplo disso é o aluno OQ9, que afirma que a imparcialidade não faz parte do cientista na unidade “influenciado por diversos fatores”, principalmente por causa da relação da ciência com a dimensão social, mas também afirma, na unidade “imparcial”, que uma teoria científica deve ser testada de forma metódica e imparcial. Isso reforça novamente a confusão sobre a ideia de imparcialidade discutida anteriormente, como também a noção de que há

momentos em que a ciência pode ser considerada por esses alunos como neutra e/ou parcial, dependendo da perspectiva.

Em resumo, é possível identificar diversas concepções relacionadas ao processo científico e o que é a Ciência entre os licenciandos, apresentando por vezes visões mais próximas ao que é defendido hoje pela linha mais crítica da NdC, como também aquelas mais limitantes já discutidas por Gil-Pérez (1993) e outros autores ao longo do tempo. Nesse sentido, a HFC e o conhecimento sobre outras áreas do saber é uma maneira de compreender melhor o fazer científico que, de acordo com Martins (2006, p. XIX), podemos resumir da seguinte forma:

[...] Os pesquisadores formulam hipóteses ou conjecturas a partir de idéias que podem não ter qualquer fundamento. Baseiam-se em analogias vagas, têm idéias preconcebidas ao fazerem suas observações e experimentos, constroem teorias provisórias que podem ser até mesmo contraditórias, defendem suas idéias com argumentos que podem ser fracos ou até irracionais, discordam uns dos outros em quase tudo, lutam entre si para tentar impor suas idéias. As teorias científicas vão sendo construídas por tentativa e erro, elas podem chegar a se tornar bem estruturadas e fundamentadas, mas jamais podem ser provadas. O processo científico é extremamente complexo, não é lógico e não segue nenhuma fórmula infalível. Há uma arte da pesquisa, que pode ser aprendida, mas não uma sequência de etapas que deve ser seguida sempre, como uma receita de bolo. O estudo histórico de como um cientista realmente desenvolveu sua pesquisa ensina mais sobre o real processo científico do que qualquer manual de metodologia científica.

Seguindo a mesma lógica dessa categoria, o Quadro 13 traz as perspectivas dos licenciandos com relação ao desenvolvimento do processo artístico.

Quadro 13 - Quarta categoria “Desenvolvimento do processo artístico” do bloco temático Natureza do Conhecimento.

Natureza do Conhecimento
Categoria
4. Desenvolvimento do processo artístico
Pergunta do questionário de onde os excertos foram retirados
4) Para você, como um artista desenvolve o seu trabalho? O que determina suas escolhas? O que diferencia o trabalho de criação de um artista de outros processos criativos de outras áreas? 10) Qual a sua posição sobre a seguinte afirmação: “Os melhores artistas são sempre subjetivos, ilógicos e parciais em seus trabalhos”. Justifique.

14) E na Arte? O que faz algo ser considerado obra de arte? Uma obra de arte pode deixar de ser considerada arte ou aceita como tal ao longo do tempo?

17) Qual a sua posição sobre a seguinte afirmação: “Ao contrário dos cientistas, os artistas nunca precisam seguir um método para desenvolver seus trabalhos”. Justifique.

Descrição

Um dos pontos que auxilia compreender a Natureza da Arte é a partir da noção de como se dá o processo artístico, se ele é encarado como algo contextualizado, que sofre influência internas e externas a ele, que o artista é movido por dimensões intuitivas e racionais, que há método na arte, etc. (Benedicto, 2018; Bronowski, 1983; Kuhn, 1982). Essa categoria busca analisar a maneira como os licenciandos de cada turma compreendem o processo artístico.

Unidade de registro	Descrição das Unidades de Registro	Excertos	%		
			Artes V.	Química	Total
Dinâmico e pessoal	Considera que o processo artístico não é linear, há mais liberdade criativa e presença de quem o faz.	- “O processo criativo artístico, por outro lado, ocorre de forma mais individualizada, pois o processo de criação é algo individual e intransferível e as etapas nem sempre ocorrem de forma linear e comum à todos. Além disso, por vezes, o processo criativo se inicia antes mesmo que o artista/produtor saiba o que se pretende produzir e acaba que, o processo dita o resultado e não o contrário, como comumente ocorre em outras áreas e processos.” (OA1) - “[...] Vale dizer que os processos criativos são amplos, e que não existe uma regra fixada, estou apenas descrevendo parte do meu processo pessoal.[...] O que diferencia a criação de um artista de outros processos, é que geralmente, o artista se expõe dentro do próprio processo, se colocando de corpo e alma na produção, algo íntimo e pessoal.” (OA4) - “No caso de artistas, não há método convencional de desenvolvimento. Acredito que a arte, por ser expressões pessoais, varia de acordo com cada artista, de modo que o processo de desenvolvimento para cada um é único, e essa é a diferença de outras áreas. Na arte pode haver pesquisa também, mas pode haver o desenvolvimento “bruto”, que vem apenas da expressão do ser humano. [...] Acredito que para a arte não existe uma regra, e o melhor artista pode ser contradições de características.” (OQ7) - “[...] A criatividade no contexto artístico geralmente envolve mais liberdade, possibilitando que o artista desenvolva suas visões de inúmeras formas e sem restrições.” (OQ9)	60	61,5	60,9
Objetivado	Considera que o	- “Não tenho muito conhecimento sobre o	10	30,8	21,7

	processo artístico parte de objetivos e que não acontece do nada.	assunto, mas penso que todos devem ter um objetivo e a partir disso desenvolvem seu trabalho em forma de arte.” (OQ1) - “O desenvolvimento da produção do artista, precisa em primeiro momento, delimitar o seu alvo na qual ele quer fazer sua representação segundo a sua percepção. Portanto, esse processo pode ser diferenciado, pois o produto final pode ser diferente do original, já que, existe sua interpretação pessoal, e, isso permite a sua releitura poética da sua interpretação.” (OQ2) - “O artista desenvolve seu trabalho com base no que ele imagina inicialmente, sendo essa imaginação, derivado de algum conceito que este queira trabalhar ou alguma mensagem que este queira passar [...]” (OA4)			
Influenciado e desenvolvido a partir de diversos fatores	Considera os diversos aspectos que influenciam o desenvolvimento do processo artístico, sejam eles internos ou externos ao artista.	- “O artista desenvolve o seu trabalho partindo de seu ponto de vista acerca de determinado fenômeno. O processo criativo pode vir alinhado a uma vivência emocional e individual, mas também como resposta a um contexto coletivo (envolvendo fatores sociais, políticos, ambientais, etc). [...] É equivocado atrelar a qualidade de uma obra ao seu grau de subjetividade, uma vez que a arte também permite a expressão de visões e sentimentos de forma objetiva e eficiente; a arte não deixa de ser arte por ser pontual e direta. A respeito da parcialidade, por acreditar que a arte parte sempre de um ponto de vista único, ela nunca será capaz de ser imparcial, e mesmo quando tenta ser, perde a potencialidade de transformação individual e coletiva.” (OQ9) - “O desenvolvimento do trabalho de um artista é livre e depende de muitas coisas, como inspiração, incentivo, desejo, necessidade, sentimento, razão, etc. [...]” (OQ3) - “Acredito que se analisarmos de uma forma estereotipada podemos contrapor o trabalho de um cientista e de um artista como opostos. O artista realiza suas ações de maneira emocional e intuitiva [...] a arte é muito subjetiva para ser regrada e sistemática [...] Mas na verdade acho que as coisas são um pouco mais complicadas. Falo da perspectiva de ser artista, arte-educadora e estar no meio dessa área, conhecimento artístico precisam de muito estudo e prática, e não é tão abertamente livre como as pessoas pensam. Há muito esforço em ser um artista, e quando digo artista eu não quero dizer qualquer pessoa que faz arte, essa distinção é importante. Apesar de não existir exatamente um marco ou pré -requisitos determinados para alguém levar o título de artista, não deveríamos deixar qualquer pessoa levá-lo. Acho que esse é um problema que vem dos estereótipos que comentei no começo da minha resposta, quando falamos que a arte é totalmente intuitiva e emocional esquecemos de	90	92,3	91,3

		todo o trabalho e esforço que vem dentro da pesquisa daquele artista[...] há mais do que emoção e subjetividade dentro de uma pesquisa em artes, e isso também deve ser reconhecido” (OA6) - “Para o desenvolvimento em arte é preciso exploração, prática e referência teórica. O que determina as escolhas podem ser muito variados: questões estéticas, ideológicas etc. Processo criativo é processo criativo, seja em arte ou em qualquer outra área. Não acredito que há diferenciação a não ser a materialidade, suporte, formas de expressar e comunicar essa criatividade [...] Acredito que seja um estereótipo, porque há muitas formas de se fazer arte.” (OA8)			
Validado por um público/comunidade	Considera o papel do público-alvo na validação do processo artístico.	- “Para algo ser considerado obra de artes, é um processo complexo, pois depende para qual público-alvo esta está sendo direcionada. Um exemplo disso, é a arte do grafite urbano, antigamente era considerado como marginalização dos centros urbanos, e, atualmente tem pessoas que consideram esse tipo de intervenção artísticas não sendo obras de arte, mas, em contrapartida, existe um público que as consideram obras de arte.” (OQ2) - “A arte é algo naturalmente abstrato, algo que não era visto como grande coisa com o passar do tempo pode ser vista como um grande clássico, mas isso não significa que não fosse arte antes, apenas não tinha o status que veio a possui, mas acredito que algo não deixe de ser arte com o passar do tempo, ela pode ter seu status alterado mas continuará sendo arte.” (OQ5) - “É muito complexo dizer o que faz algo ser ou não considerado uma obra de arte visto que existiram diversos movimentos que visavam combater esse pensamento excludente, como o Dadaísmo. Entretanto, sabe-se que ainda existem padrões acadêmicos e visuais vigentes que ditam o que é ou não uma obra de arte e se aplica dentro de diferentes contextos, como as obras de artes históricas expostas em museus, obras de artes contemporâneas a serem enviadas e analisadas por galerias e salões, exposições coletivas em espaços de menor prestígio social e artístico, entre outros.” (OA1) - “[...] Acredito também que para algo ser considerado uma obra de arte, principalmente nos moldes do mercado de arte hoje em dia, ela precisa ser reconhecida e prestigiada e isso implica em outros fatores comerciais que podem ou não estar relacionados com a fama prévia do artista. Acredito que a partir de alguma obra ser considerada uma obra de arte, ela dificilmente pode perder esse mérito, principalmente quando entendemos que o estudo de história da arte leva em consideração o impacto que tal obra teve em	80	38,5	56,5

		seu período, e isso não pode ser apagado.” (OA6)			
Validado individualmente	Considera a validação de uma obra de arte proveniente do indivíduo que a fez.	- “O caráter artístico de uma obra pode ser analisado de forma individual, sendo assim, ela pode ser considerada arte a partir do instante que alguém enxerga na mesma valores artísticos. Um grande exemplo disso é o Romero Britto, enquanto uma parcela da sociedade classifica suas obras como arte, outra as enxerga apenas como produtos e itens de validação de classe econômica.” (OQ9) - “Acredito que para arte não cabe o julgamento do que se considera ou não arte. Alguém pode não achar uma obra de arte legal ou não entender, porém, se foi feita como expressão e destinada como arte pelo artista, então ela sempre será arte, até que o artista diga o contrário.” (OQ7) - “Acredito que primeiramente o que faz algo ser considerado arte é a definição pela própria pessoa que criou. Como Duchamp fez ao afirmar que o mictório era uma obra de arte. Claro que é muito relevante que mais pessoas enxerguem como tal, mas se o artista considera tal feito uma obra de arte, pessoas podem questionar e até mesmo não considerar como tal, mas isso não tira o título que o próprio criador conferiu à criação.” (OA7) - “Para a área da Arte essa definição é mais subjetiva e também depende do seu conceito de obra de arte. Se para você obra de arte é apenas um trabalho artístico ou se para adquirir o título de “obra de arte” esse trabalho precisa ser reconhecido e apreciado, todavia nota-se que eu não necessariamente especifiquei entre esses requisitos que a arte seja “boa”, até porque essa classificação também é subjetiva e pessoal. Mas para os fins desta pergunta acredito que você esteja referindo obra de arte a uma arte considerada “boa”. Na minha opinião, para uma arte ser considerada boa ela precisa ser honesta e quando ela tem uma lógica interna, que conversa com o propósito do artista ao mesmo tempo que conversa com a percepção do leitor [...]” (OA6)	20	53,8	39,1
Senso Comum	Visão mais generalizada do processo artístico.	- “Concordo” (questão 17) (OQ4) - “O processo do artista é bem parecido com o do cientista, existe hipótese, pesquisa, experimentação etc. Mas o artista não precisa lidar com a razão necessariamente.” (OA5)	10	7,7	8,7
Presença de método na Arte	Destaca a presença de métodos no desenvolvimento do processo artístico.	- “Não concordo com essa afirmação, onde que no teatro você tem um script a seguir para dar sentido a peça teatral, para o estilista o desenvolvimento de peças para determinada coleção, segue uma lógica de detalhes, combinações de cores e formato das peças. Essas, são apenas alguns exemplos, de como algumas linhas artísticas utilizam de métodos, para desenvolvimento de suas criações.” (OQ2) - “Não acredito nessa afirmação também, e a	100	76,9	86,9

		maior prova disso é a música, os acordes, notas e ritmo tudo deve ser planejado para encaixar com a letra, mas para as outras áreas da arte também existe uma sequência ou método mais padrão e em cima desse método cada artista desenvolve seu método próprio dando assim sua identidade a obra.” (OQ5) - “Não concordo. Mesmo no trabalho mais surreal de um artista, existe um conceito, uma razão, uma lógica e um caminho que foi seguido [...]. Cada artista elabora sua obra da maneira que preferir, mas todos nós precisamos pesquisar e estudar a história e os materiais.” (OA5) - “Os artistas podem, sim, seguir métodos para desenvolver seus trabalhos desde que isso tenha a ver com o seu processo de criação ou técnica escolhida, como por exemplo, o desenho/pintura hiperrealista, que consiste em algo extremamente verossímil e não pode ser realizado senão através da representação do elemento desejado com o máximo de detalhes possível. Entretanto, quando esse não é o caso, não é necessário que o artista siga um método específico e pode se deixar levar pelo processo e pela fluidez do mesmo.” (OA1)			

Fonte: Elaborado pela autora.

Assim como discutido na categoria anterior, refletir sobre como o processo artístico se desenvolve também é uma forma de tentar compreender as concepções que os alunos têm sobre a natureza do conhecimento dessa área.

A primeira unidade de registro “Dinâmico” abrange as respostas dos alunos que consideraram que o processo artístico não é linear, isto é, permite idas e voltas, e também que possui maior liberdade criativa, no qual o autor se faz mais presente. Comparando as duas turmas participantes, praticamente a mesma porcentagem de alunos de cada uma apresentaram tal aspecto em suas concepções, sendo o total de 60,9%.

Uma das semelhanças entre o processo científico e artístico é justamente que ambos são dinâmicos. Os mesmos não se constroem de maneira linear, tanto historicamente (não se desenvolvem e/ou progridem por meio de uma sequência exata de fatos, várias coisas acontecem ao mesmo tempo que influenciam essa construção tortuosa, continuada e descontinuada) quanto de maneira prática (diversos fatores e escolhas vão modificando o processo ao longo de seu desenvolvimento). Além disso, há liberdade criativa em ambos os processos, apesar de ocorrer em graus diferentes (o que interfere também na atividade realizada), e a imaginação e a

criatividade se fazem presentes - e necessárias - na construção tanto da Arte quanto da Ciência (Bachelard, 1974; Bronowski, 1983; Vigotski, 2009).

Entretanto, comparando com a categoria anterior, enquanto 60,9% dos alunos consideram esse aspecto no desenvolvimento do processo artístico, apenas 43,5% dos mesmos reconhecem essa característica no processo científico. Isso demonstra que há ainda um estereótipo relacionado ao fazer científico no imaginário dos licenciandos que o compreendem como algo fechado, rígido (no sentido de não permitir explorar novos caminhos) e mecânico. Daí a importância do trabalho interdisciplinar, que permite que o fazer científico/artístico seja experienciado de fato e compreendido sob uma perspectiva mais real.

Outra unidade de registro interessante de se observar foi a “presença de método na Arte”. Apesar de vários alunos apontarem (tanto nas categorias anteriores quanto na próxima) para a questão do método como um dos principais pontos que diferenciam Arte e Ciência, no sentido de que a Ciência sempre deve seguir um método (seja ele o método científico ou outros) e que a Arte não tem essa necessidade, 86,9% dos alunos consideraram que o método se faz presente no desenvolvimento do processo artístico, um número bem superior à qualquer unidade de registro relacionada à presença de métodos no processo científico (categoria anterior).

Arte e Ciência lidam de formas diferentes com a questão do método. Como discutido na fundamentação teórica desta pesquisa, a ciência segue alguns princípios como o da reprodutibilidade e da repetitividade, no intuito de alcançar uma universalidade (sem ambiguidades), ou seja, os produtos da ciência devem ser passíveis de ser reproduzidos diversas vezes alcançando resultados semelhantes. Nesse sentido, seja nas Ciências Sociais, Exatas ou Biológicas, os métodos precisam ser muito bem definidos e detalhados para que possam seguir os princípios mencionados e, posteriormente, serem aceitos pela comunidade científica (Benedicto, 2018).

Já a Arte não se fundamenta nestes princípios, mas sim no da originalidade, além de permitir uma impressão mais pessoal à obra e também diferentes interpretações (Benedicto, 2018). Sendo assim, o método se faz presente na Arte de outras formas, não é algo raso, criado do nada. De certa forma, o trabalho artístico é objetivado (aspecto considerado por 21,7% dos alunos), mesmo que o objetivo seja não ter um. Muitas vezes o método criado pelo artista é o que vai aumentar o grau de

originalidade de sua obra. Outras vezes, ele pode ser criado ou escolhido ao longo do processo de criação, como também pode não exercer um papel tão decisivo na obra final (apesar de o artista seguir em algum momento, de forma consciente ou não, etapas por ele já conhecidas).

A unidade de registro “senso comum” não se fez muito presente nesta categoria (8,7%), o que é algo positivo de se observar, uma vez que abrange respostas mais estereotipadas em relação ao processo artístico. Entretanto, mais uma vez é possível perceber como algumas concepções contrárias são carregadas ao mesmo tempo por um mesmo aluno. O participante OA5, por exemplo, afirma nesta unidade que o artista não precisa lidar com a razão necessariamente. Essa é uma das visões equivocadas que usualmente aparecem ao se comparar Ciência e Arte, como se fosse possível deixar de fazer uso de um dos hemisférios do cérebro que comanda as atividades criativas e cognitivas do ser humano (Zamboni, 2006). Apesar disso, o mesmo licenciando afirma na unidade “Presença de método na Arte” que “[...] Mesmo no trabalho mais surreal de um artista, existe um conceito, razão, uma lógica e um caminho que foi seguido [...]”.

É interessante observar que, dependendo da forma como certo tópico é abordado, diferentes concepções sobre um mesmo assunto podem aparecer, assim como podem também ser construídas. Essa é uma das vantagens de desenvolver um questionário de concepções alternativas com os alunos antes do início da atividade pretendida, uma vez que isso permite identificar algumas contradições e o professor/pesquisador pode melhor direcionar suas discussões a fim de aprimorar tais noções. Isso também reforça a importância de trabalhar questões sobre a natureza do conhecimento na formação de professores.

Em relação às influências que o processo artístico sofre, isto é, dos diversos fatores pessoais e contextuais que se fazem presente no seu desenvolvimento, fazendo que o mesmo não seja algo neutro/imparcial, 91,3% dos licenciandos consideraram tal perspectiva em suas concepções. Assim como na Ciência, a Arte também se constrói por meio de um processo complexo, inserido em um determinado contexto e desenvolvido por alguém com crenças, valores, conhecimento, história de vida e habilidades criativas e imaginativas.

Apesar de ambas as áreas compartilharem essa característica, quando comparamos com a categoria anterior, apenas 52,2% dos alunos consideraram que o processo científico é influenciado por fatores contextuais e pessoais do cientista. Isso

ressalta o olhar estereotipado que ainda se tem em relação à Ciência, tanto do público interno quanto externo a ela e justifica ainda mais a necessidade de abordagens que busquem um olhar mais crítico e humano das Ciências.

Por fim, outro aspecto relacionado ao processo artístico levantado no questionário foi a questão da validação da obra de Arte. Duas unidades de registro foram identificadas, a primeira que considera que tal reconhecimento/validação é realizada por um conjunto de pessoas, público ou comunidade, e a segunda que considera que isso ocorre de forma individual.

De fato, como Kuhn (1982) afirma, uma das diferenças entre Arte e Ciência é a forma como ambas são avaliadas. Enquanto a Ciência necessita passar pelo crivo da comunidade científica para ser divulgada e aceita, a Arte pode ser avaliada e ser considerada Arte tanto de maneira individual quanto a partir de um grupo seleto de pessoas da área, uma vez que a mesma permite ambiguidades em sua interpretação, além de outros aspectos de sua natureza como a não necessidade de explicação e suas finalidades que possibilitam que ambas as formas aconteçam.

É interessante observar que a maioria dos licenciandos de Artes Visuais consideraram mais a validação por um público, enquanto a maioria dos licenciandos de Química consideraram mais a validação individual. Isso pode estar relacionado com uma visão de senso comum que confere um valor exacerbado para a subjetividade que há na Arte, o que dificulta a compreensão de toda uma dimensão crítica que há, por exemplo, nas pesquisas em Arte ou entre avaliadores de obras, entre outros.

Por meio dessa análise é possível perceber que há mais visões equivocadas em relação ao processo científico do que sobre o processo artístico. Isso pode estar relacionado com o fato de a Arte ser mais aberta com o público em relação ao seu processo de construção e também, de certa forma, estar mais próxima a ele. Esse é um dos aspectos que a Ciência, no âmbito do Ensino, poderia aprender com as Artes e, conseqüentemente, aprimorar seus processos de ensino e aprendizagem. De acordo Fazenda (2002, p. 48):

A interdisciplinaridade visa à recuperação da unidade humana através da passagem de uma subjetividade para uma intersubjetividade e assim sendo, recupera a idéia primeira de Cultura (formação do homem total), o papel da escola (formação do homem inserido em sua realidade) e o papel do homem (agente das mudanças no mundo).

A última categoria deste bloco temático (Quadro 14) aborda a interdisciplinaridade, no sentido de que para pensar de forma interdisciplinar, compreender as conexões entre os saberes, construindo um pensamento complexo, e, conseqüentemente, desenvolver trabalhos dessa natureza (uma vez que o foco é a formação de professores), é necessário refletir sobre as diferenças e semelhanças entre os campos do conhecimento, além das potencialidades de tal intersecção para a formação docente.

Quadro 14 - Quinta categoria “Interdisciplinaridade” do bloco temático Natureza do Conhecimento.

Natureza do Conhecimento				
Categoria				
5. Interdisciplinaridade				
Pergunta do questionário de onde os excertos foram retirados				
5) Discorra sobre algumas diferenças e semelhanças que você considera que há entre Ciência e Arte. 6) Para você, os conhecimentos acerca dessa outra área do saber (Ciência ou Arte) poderiam contribuir para a sua formação? Justifique.				
Descrição				
Para assimilar a complexidade do processo interdisciplinar é necessário não só experienciá-lo, mas também compreender determinados aspectos que caracterizam cada área do conhecimento envolvida no processo para que seja possível refletir sobre as potencialidades e contribuições que tanto as semelhanças quanto as diferenças podem proporcionar aos processos de ensino e de aprendizagem (Hartmann; Zimmermann, 2007). Essa categoria busca analisar a maneira como os licenciandos de cada turma compreendem tais aspectos e as potencialidades da relação entre Arte e Ciência para a sua formação.				
Unidade de registro	Excertos	%		
		Artes V.	Química	Total
Diferenças entre Arte e Ciência	- “[...] As diferenças, também estão relacionadas sobre as representações, diferente da arte que pode ter uma licença poética em representar determinadas coisas diferente do original/real, a ciência só pode fazer representações similares do real, pois, essas representações são realizadas com bases em dados experimentais verificados por uma comunidade científica.” (OQ2) - “A maior diferença entre arte e ciência é que ciência exige o método científico e a aprovação da comunidade científica. Já na arte há maior	60	84,6	73,9

	liberdade na sua produção e não exige aprovação de uma comunidade específica, apesar de se esperar tal aprovação dos entendidos, em geral ela procura expressar uma beleza ou mensagem, sem necessariamente ser explicada e aprovada.” (OQ3) - “Vejo a ciência e a arte como duas coisas opostas, uma racional e outra emocional, uma lógica e ordenada enquanto podemos observar uma desordem na outra [...] mesmo sendo diferentes ambas possuem enorme importância para a vida humana” (OQ5) - “A ciência é razão e a arte é emoção” (OA5) - “A arte é encarada pela sociedade como algo não muito necessário. Já a ciência tem uma valorização muito maior [...]” (OA7) - “[...] porém, na arte há, talvez, uma liberdade maior de experimentar. Uma vez que na arte, não há necessidade de comprovar nada, apenas fazer.” (OA8)			
Semelhanças entre Arte e Ciência	- “Uma semelhança é que ambas buscam e têm suas maneiras de explicar o mundo e produzem conhecimento sobre a realidade.” (OQ12) - “As principais semelhanças se encontram nas motivações e intenções no processo de criação de um produto, bem como este reflete as características de época e sociedade em que estão inseridos. Outra semelhança é a utilização de metodologias, que são provenientes de referenciais.” (OQ11) - “Acho que eu falei de algumas delas na minha resposta anterior, do caráter humano na ciência e do estudo por trás da pesquisa em artes, mas acredito que essas duas áreas se conversam de outras formas também. Acho que de certa forma ambas as artes e a ciências são maneiras de estudar, descrever e analisar o mundo que vivemos e a experiência humana nele. Tanto um artista quanto um cientista se esforçam para entender o mundo de novas maneiras e comunicar essa visão, essa curiosidade é uma das semelhanças que eu consigo encontrar. Um outro ponto (que talvez seja mais pessoal para mim) é que ambos podem ser belos para aqueles que não entendem, quando se tornam uma experiência estética. Da mesma maneira que um quadro para uma pessoa que não tem um conhecimento prévio em arte, ou sobre esse quadro em específico pode ser considerado belo simplesmente pela sua visualidade e isso também ocorre por exemplo quando alguém folheia um livro de microbiologia e se depara com uma imagem microscópica de uma ilhota pancreática. Eu tive essas reflexões quando conheci o livro Hidden Beauty - Exploring the aesthetics of medical science.” (OA6) - “Acredito que tanto a arte quanto a ciência precise de criatividade para ser exercida [...]” (OA8)	100	69,2	82,6
Contribuições da outra área para a formação	- “Acredito que teria contribuição no ensino-aprendizado, pois assim buscaríamos diversificadas maneiras de resolver problemas.” (OQ1) - “Sim, iriam contribuir, já que, no novo ensino médio, existem as disciplinas de eletivas, que trabalham a interdisciplinaridade, e saber um pouco de cada área, ajudaria a enfrentar esses desafios do novo modelo de ensino que está sendo introduzido no ensino básico.” (OQ2) - “Sim, todo conhecimento é importante e diversificar a área permite uma visão mais ampla em diversas situações uma vez que na realidade todas as áreas se relacionam” (OQ5) - “Para mim, desde que a Arte não sirva como suporte para a Ciência, ambas as áreas podem se complementar e agir de forma intrínseca.” (OA1) - “Vou ser honesta com você, eu acho que sim porque o conhecimento artístico não se limita ao campo das Artes.	100	100	100

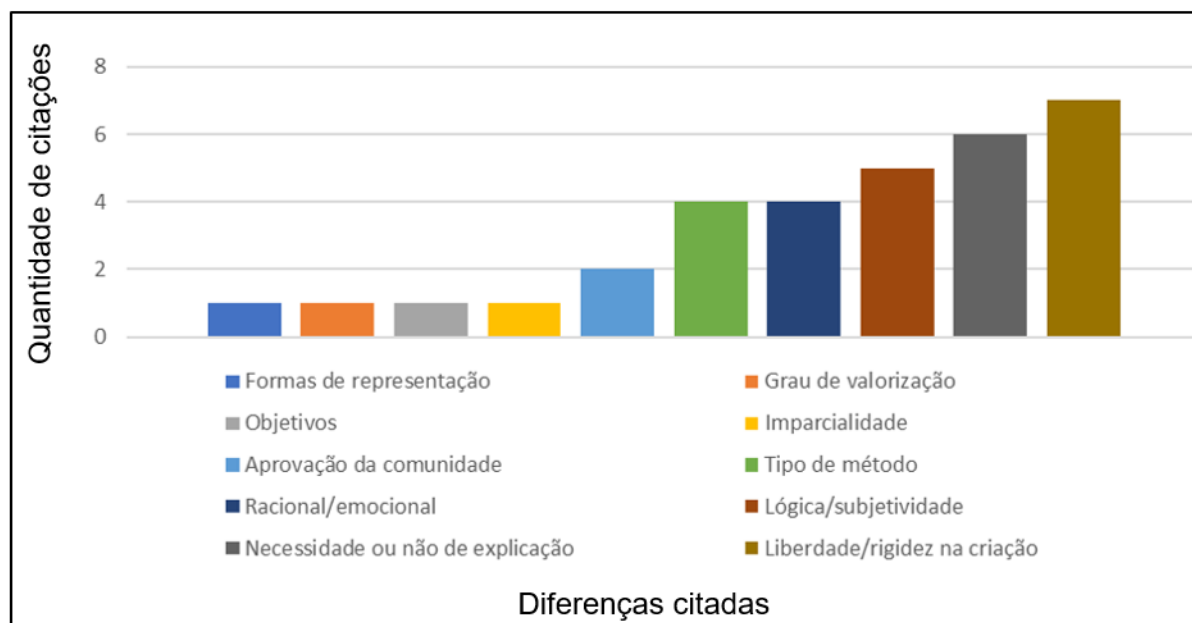
	Pessoalmente, como artista e pesquisadora em arte gosto de explorar conteúdos filosóficos e antropológicos. Dito isso não sei muito bem como conteúdos da área de Química fariam muito sentido para minha pesquisa em arte, mas estou aberta a experiência. (Uma questão que eu teria interesse em aprender certos conteúdos de Química seria relacionado a conservação e restauração de obras de arte, área que não estudamos durante a graduação)” (OA6)			
Não soube responder	- “Não sei.”	30	46,1	39,1

Fonte: Elaborado pela autora.

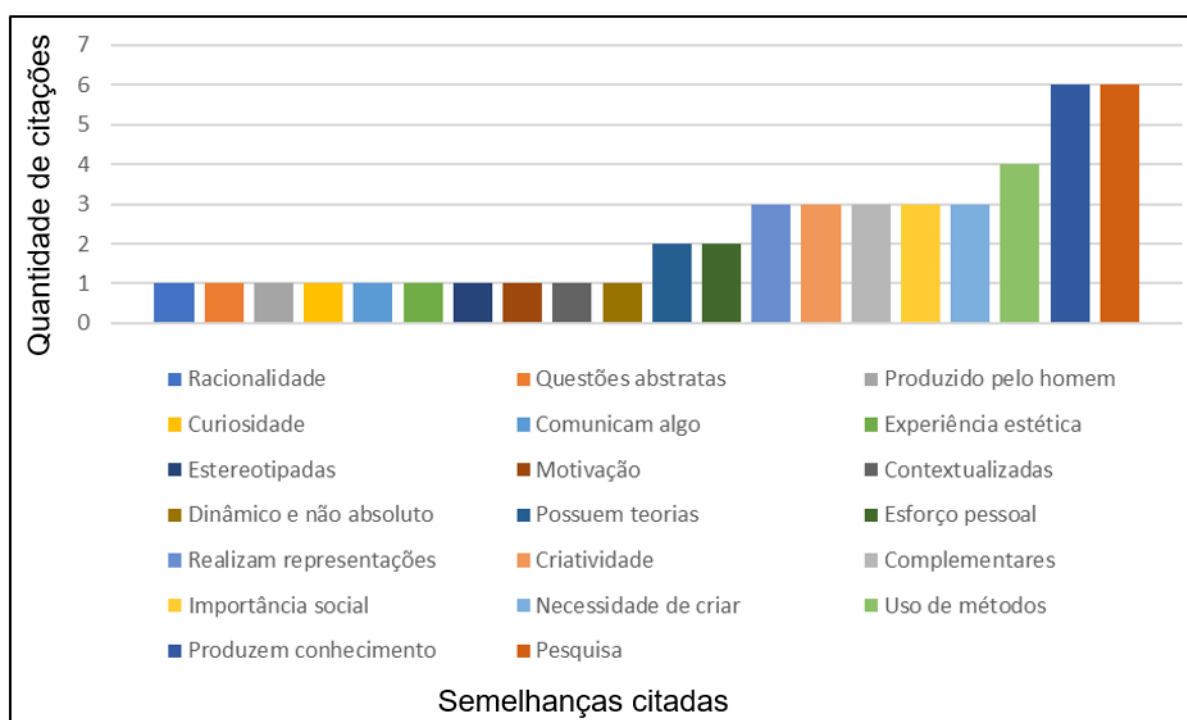
Como discutido no segundo capítulo, há diversas diferenças e semelhanças entre o campo da Arte e da Ciência. Entretanto, como afirma Kuhn (1982), tais diferenças não são essas comumente expressadas como “razão e emoção”, “objetiva e subjetiva”, e as semelhanças vão muito além do fato de ambas serem áreas do conhecimento.

Apesar de Arte e Ciência serem colocadas como opostas ou como algo impossível de se relacionar, foi possível perceber a partir da análise realizada que as semelhanças (82,6%) foram mais apontadas pelos licenciandos do que as diferenças (73,9%).

Além disso, houve uma maior diversificação de aspectos semelhantes considerados pelos alunos quando comparados aos divergentes, como é possível conferir nos gráficos apresentados pelas Figuras 46 e 47, que foram elaborados no intuito de obter um panorama mais claro dos aspectos considerados pelos participantes da turma como um todo.

Figura 46 - Gráfico com as diferenças entre Arte e Ciência.

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 47 - Gráfico com as semelhanças entre Arte e Ciência.

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir desses gráficos, observa-se que no que diz respeito às diferenças, algumas daquelas consideradas equivocadas, como “racional/emocional”, “imparcialidade” e “lógica/subjetividade”, estão presentes nas concepções alternativas

dos licenciandos. Já no que se refere às semelhanças, todos os aspectos apontados configuram, de fato, pontos de convergência entre essas áreas, inclusive a criatividade, foco desta pesquisa.

Tanto as diferenças quanto as semelhanças devem ser exploradas em uma abordagem interdisciplinar que busque o desenvolvimento de um pensamento complexo, uma vez que as particularidades de cada área oferecem diferentes perspectivas sobre algo e as intersecções permitem conectá-las. Deste modo, superando a visão dicotômica e encarando Arte e Ciência como complementares, desenvolve-se um olhar mais holístico, humano e criativo sobre o mundo (Bachelard, 1974; Bronowski, 1983).

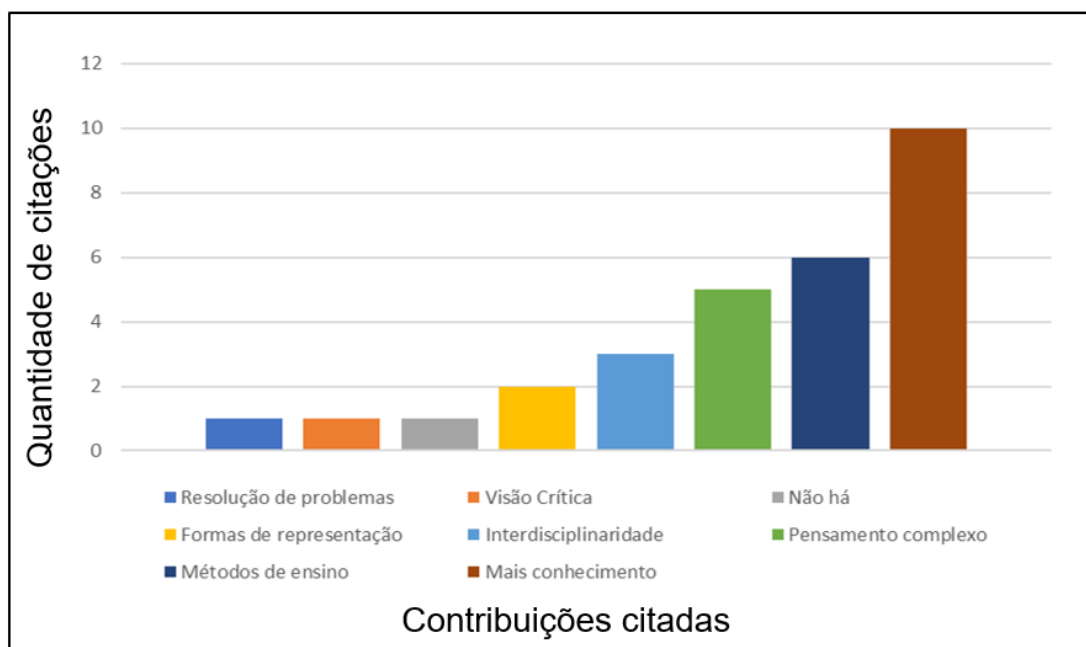
Retomando o quadro de categorias, é interessante notar a diferença da frequência das respostas dos alunos de cada turma nessas unidades de registro. Sobre o que se refere às semelhanças entre Arte e Ciência, todos os alunos de Artes Visuais apontaram pelo menos um aspecto, enquanto apenas 69,2% dos de Química citaram algo, indicando certa dificuldade em compreender a relação entre diferentes áreas em boa parte desses licenciandos. Já em relação às diferenças, 84,6% dos licenciandos de Química consideraram determinado aspecto e apenas 60% dos de Artes Visuais elencaram algum ponto. Isso reforça a ideia de que, muitas vezes, a forma como a Ciência é ensinada e entendida, isto é, de maneira mais rígida, conteudista, mecânica - o famoso ensino tradicional - que não explora uma abordagem interdisciplinar e crítica, limita a compreensão e o desenvolvimento de um pensamento complexo (Guarnieri, 2018; Bastos *et al.*, 2016).

Isso dificulta não só a própria compreensão de Ciência, como também a visão das relações, possibilidades de interconexões entre os diferentes saberes que compõem o conhecimento e a natureza e, conseqüentemente, o desenvolvimento da habilidade criativa e imaginativa. Quando o foco é apenas na Ciência chamada de “dura” de maneira tradicional, o acesso a outros conhecimentos, perspectivas, materiais e experiências é restrito, e isso acaba limitando tais habilidades, uma vez que menos material estará disponível no nosso imaginário para ser trabalhado.

Frente a isso, a outra unidade de registro aborda justamente a forma como tais licenciandos encaram as possibilidades dessa relação entre Arte e Ciência para a sua formação enquanto docente. Todos os alunos apontaram algum aspecto de contribuição que essa abordagem interdisciplinar poderia promover.

A Figura 48 traz um gráfico mais detalhado de quais foram os pontos elencados nas respostas dos licenciandos.

Figura 48 - Gráfico com as contribuições da outra área para a formação docente.



Fonte: Elaborado pela autora.

O aspecto mais citado pelos alunos foi o de que a formação do professor e sua prática docente são aprimorados conforme os mesmos têm contato com mais conhecimentos e informações no decorrer de sua jornada formativa, como é possível observar no excerto “[...] acredito que qualquer informação, método de pensamento e pesquisa ajude a formação e experiência de um educador, maneiras diferentes de se lidar com alunos e dar aula (OA2)”.

Isso também se relaciona com a segunda contribuição mais citada, relacionada aos métodos de ensino, isto é, outros conhecimentos e perspectivas permitem a diversificação de abordagens e a elaboração de novos métodos e estratégias no intuito de aprimorar os processos de ensino e aprendizagem - isso também reforça o ponto de como novas experiências e conhecimentos aprimoram nossa capacidade criativa (Vigotski, 2009).

O terceiro ponto mais comentado foi o pensamento complexo. Aqui os alunos trouxeram a ideia de que outra área do conhecimento permite que novos olhares sejam construídos sobre um determinado tópico, que abordagens mais críticas sejam realizadas e que novas coisas possam ser compreendidas a partir de uma outra

perspectiva, como no excerto “[...] todo conhecimento é importante e diversificar a área permite uma visão mais ampla em diversas situações uma vez que na realidade todas as áreas se relacionam (OQ5)”.

O pensamento complexo também se relaciona com o quarto ponto mais citado, a interdisciplinaridade. É possível observar que os alunos enxergam a interdisciplinaridade como algo importante a ser desenvolvido no ensino, o que pode estar relacionado com o fato de esse ser um dos tópicos que geralmente são abordados em disciplinas pedagógicas da licenciatura. No entanto, esse aspecto acaba não sendo muito experienciado durante a formação, o que imprime uma ideia vaga do que é, de fato, a interdisciplinaridade no imaginário dos licenciandos, e de como torná-la possível em sala de aula. No segundo excerto do quadro, um dos participantes faz referência ao Novo Ensino Médio, referindo-se à reforma do EM que vem sendo introduzida desde 2020. Este aluno traz a ideia de que a interdisciplinaridade é um desafio proposto por este novo modelo, quando na verdade, a mesma corresponde a um tópico já requisitado por documentos anteriores, cujo desenvolvimento vem sendo dificultado por esta reforma (Mozena, Ostermann, 2016).

É interessante que a interdisciplinaridade em si tenha sido considerada como uma das contribuições de se estudar as relações entre Arte e Ciência, entretanto, pode-se perceber que também é um ponto que deve ser melhor explorado nos cursos de formação de professores. Como afirma Hartmann e Zimmermann (2007), é necessário que a interdisciplinaridade seja realmente experienciada para que seja compreendida. Sendo assim, a abordagem proposta pelo minicurso elaborado nesta pesquisa é uma forma de desenvolver esse conhecimento.

Formas de representação, visão crítica e resolução de problemas também são fatores que essa relação (Arte e Ciência) pode proporcionar, seja a partir de uma perspectiva prática, conceitual ou filosófica que cada uma dessas áreas é capaz de oferecer. É interessante trazer o penúltimo excerto do quadro, que destaca a problemática da Arte servir apenas de suporte para a Ciência. Esse é um ponto que está ancorado no grau de valorização que ambas as áreas recebem dentro do âmbito educacional.

Nesse cenário, a Arte muitas vezes é encarada como um passatempo ou divertimento, algo a não ser levado a sério, além do fato de que muitos trabalhos ou educadores que dizem desenvolver abordagens interdisciplinares, na verdade, limitam a Arte a um mero momento ou objeto, sem estimular muitas reflexões acerca

de seu conhecimento. Essa é uma problemática legítima que evidencia a importância de se refletir sobre a natureza do conhecimento das áreas do saber com as quais se busca trabalhar e conectar por meio de uma abordagem interdisciplinar. Entretanto, contanto que auxilie ou aprimore os processos de ensino e aprendizagem, é válido uma área servir como suporte para outra. O ponto em questão é que quanto mais se explorar e aprender sobre a outra área, melhores, mais profundas, críticas, humanas e criativas poderão ser as abordagens realizadas.

Por fim, também houve uma resposta na qual o participante afirmou que “A priori diria que não, pois são áreas que foram pouco exploradas em conjunto durante meus anos escolares e, portanto, tenho dificuldade de enxergar correlações (OQ8)”. Às vezes, nem sempre fica muito claro como essa relação pode, de fato, auxiliar na resolução de um problema ou contribuir para uma visão mais crítica. Daí reforça-se mais uma vez a importância de proporcionar esse contato entre diferentes grupos e esse encontro de ideias, para que possam construir juntos um conhecimento interdisciplinar voltado para a educação, uma vez que ambos possuem o intuito de se tornarem educadores.

O próximo quadro, Quadro XX, inicia as discussões sobre o segundo bloco temático, relativo à criatividade, cuja primeira categoria aborda o exercício da mesma no fazer científico.

Quadro 15 - Primeira categoria “Exercício da criatividade no fazer científico” do bloco temático Criatividade.

Criatividade
Categoria
1. Exercício da criatividade no fazer científico
Pergunta do questionário de onde os excertos foram retirados
15) Os cientistas realizam experimentos/investigações ao tentar resolver problemas. Além do planejamento e design desses experimentos/investigações, os cientistas usam sua criatividade e imaginação durante e após a coleta de dados? Explique sua resposta e forneça exemplos.
Descrição
O ato de criar é uma das principais características do fazer científico. A criatividade é uma capacidade humana que se faz necessária ao longo de todo o processo científico, seja na elaboração dos estudos como também para

observar e interpretar os dados (Bronowski, 1983; Kneller, 1978; Ostrower, 1987; Zamboni, 2006). Essa categoria busca analisar a maneira como os licenciandos de cada turma compreendem o papel da criatividade no processo científico.				
Unidade de registro	Excertos	%		
		Artes V.	Química	Total
Criar experimentos	- “A criatividade é algo importante na elucidação de respostas a partir dos experimentos e na criação do mesmo. Como exemplo, o experimentos de Thomsom com tubo de raios catódicos para entender por quê” (OQ1) - “Com certeza, experimentos de imaginação e construção do próprio experimento é sempre feito usando criatividade e imaginação.” (OQ10) - “Para comprovar uma teoria é preciso ser criativo e criar um modo de testagem, por exemplo como os cientistas que testaram as correntes elétricas.” (OA3)	10	30,8	21,7
Construir respostas e conhecimento	- “Quando pensamos em experimentação para fins pedagógicos, tanto a imaginação como a criatividade estão presentes para relacionar os fenômenos que estão ocorrendo, com os assuntos abordados teoricamente. Exemplo disso é a efervescência do sal de fruta em águas com temperaturas diferentes, e ao final utilizar a imaginação coletivas dos alunos para explicar o fator de temperaturas sobre as reações químicas” (OQ2) - “Sim, pois mesmo que a ciência seja baseada em fatos e dados, nem sempre a resposta para as questões é clara e rápida de encontrar. Por exemplo, na definição da estrutura de DNA, houve muita pesquisa, mas também houve muita imaginação a fim de determinar a estrutura do DNA, de modo que a imaginação complementou o que havia de fatos sobre o DNA, e através da imaginação atribuída aos dados foi possível determinar a estrutura de dupla hélice do DNA.” (OQ7) - “Acredito que sim. Pois para encontrar o problema a ser investigado, coletar os dados, testar as hipóteses, elaborar possíveis resultados, para tudo isso junto ao lado racional há também um lado imaginativo que cria possibilidades, suposições, aponta caminhos e respostas. A criatividade é aliada nesse processo.” (OA7) - “Sim, temos como um dos grandes cientistas o Leonardo Da Vinci, sem a criatividade e imaginação não seria possível chegarmos a conclusões ou novos projetos. Não seria possível propormos hipóteses para inclusive, testarmos se as mesmas têm coerência ou não.” (OA4)	40	53,8	47,8
Desenvolvimento humano	- “A criatividade é essencial para o desenvolvimento humano desde o início da humanidade. É graças ao processo criativo que estamos vivos até hoje e isso não seria diferente com os cientistas. Acredito que em muitos momentos é preciso abrir mão do rigor científico para conseguir concluir estudos.” (OA8)	10	0	4,3
Desenvolver pesquisa	- “Apesar de seguir com a liberdade limitada pelo método, a criatividade pode ser usada no desenvolvimento da pesquisa.” (OQ3) - “Para investigar é preciso pesquisar, nenhuma pesquisa é feita sem criatividade na minha opinião [...]” (OQ13)	0	15,4	8,7

Resolver problema	- “Sim a criatividade e imaginação fazem (sic) parte do trabalho dos cientistas para resolver problemas, seja elaborando um sistema para realizar a extração de um composto ou usando a criatividade para improvisar em uma situação onde não se tem todos os equipamentos ideais.” (OQ5) - “A criatividade e imaginação são essenciais para resolução de problemas, uma vez que pessoas com tal capacidade conseguem promover soluções distintas e talvez não antes pensadas. Albert Einstein por exemplo, possuía um grande poder de visualizar seus problemas em sua mente, conseguindo relacionar dados e possíveis variáveis de suas situações adversas, além de promover sistemas mais simplificados dos experimentos” (OA6) - “Sim, a criatividade é a capacidade de resolver problemas, todos os profissionais podem ser criativos em suas áreas de atuação.” (OA10)	20	7,7	13
Não fazem uso	- “Acredito que não, pois para o planejamento e realização de experimentos e estudos científicos, os cientistas utilizam-se de métodos científicos concretos, que restringem o uso da criatividade em sua execução.” (OA1) - “[...] mas a criatividade deve ser evitada na interpretação dos fenômenos” (OQ4) - “Acredito que na ciência não exista muito espaço pra criatividade” (OA5)	20	7,7	13

Fonte: Elaborado pela autora.

Uma das principais características da Ciência é o fato de a mesma se desenvolver, além de outros aspectos, por meio da observação. Ou seja, ela é empírica, entretanto, esse processo não se dá de uma maneira mecanicista e puramente racional, mas sim também fazendo uso da criatividade, imaginação e intuição. Nesse sentido, todas essas dimensões cognitivas se fazem presentes ao longo de todo o processo científico, seja na elaboração dos estudos ou na observação da natureza, na interpretação dos dados e dos resultados, uma vez que a Ciência também possui uma natureza inferencial (Lederman *et al.*, 2002).

De acordo com os dados levantados, a maioria dos alunos considerou diferentes aspectos nos quais a criatividade se faz presente no processo científico. Apenas 13% apresentaram a ideia de que a criatividade não é muito presente no fazer científico, demonstrando, mais uma vez, uma certa confusão de que a criatividade diminui o rigor da pesquisa, como se ela trouxesse um caráter fantasioso para a interpretação dos dados, ou também a ideia de senso comum de que a criatividade não faz parte da ciência, uma vez que faz uso de um único método científico.

É interessante ressaltar que na categoria sobre concepções de ciência do bloco temático anterior, 43% dos alunos apresentaram uma visão rígida sobre a NdC, ressaltando o papel do método científico enquanto algo já determinado e exato. Além disso, 39% apontaram o método científico como o único caminho para se fazer ciência.

Ou seja, apesar de um número diferente de alunos acreditarem que a ciência se desenvolve de uma forma pré-determinada, isto é, onde a criatividade não tem espaço, a grande maioria reconhece sua presença ao longo de todo o processo científico quando o assunto da criatividade é abordado de forma mais direta.

Isso demonstra a importância de se abordar e de se trabalhar o papel da criatividade dentro do ensino de Ciências de uma forma mais direta, isto é, além de deixar claro a necessidade da presença das habilidades criativa e imaginativa tanto para a NdC quanto para o processo científico, permitir também que os alunos exerçam e desenvolvam tais habilidades de uma maneira mais explícita ao longo do processo formativo. Mesmo que a criatividade esteja presente no ensino tradicional, isso ocorre em um grau menor. Se houvesse uma maior abertura para explorar a criatividade por meio de abordagens mais interdisciplinares e criativas, estimulando os alunos a também criarem, e não só reproduzirem, tal habilidade pode ser desenvolvida em graus mais elevados.

Daí a importância de os licenciandos compreenderem melhor o funcionamento do processo criativo e os aspectos apontados como necessários para o desenvolvimento do mesmo - como os dos referenciais utilizados nesta pesquisa (Alencar 1991; Alencar; Fleith; Pereira, 2016; Kind; Kind, 2007; Zavadil; Tschimmel; Silva, 2016). Dessa forma, permite-se que os licenciandos reflitam não só sobre seu próprio processo formativo e em como aprimorá-lo, mas também sobre sua prática docente e em como alavancar tais habilidades em seus alunos.

Um dos pontos que une o papel da criatividade na Ciência e a compreensão da natureza da mesma são os conceitos de criação e descoberta, que configura na segunda categoria deste bloco, descrita no Quadro 16.

Quadro 16 - Segunda categoria “Noção de criação e descoberta” do bloco temático Criatividade.

Criatividade
Categoria
2. Noção de criação e descoberta
Pergunta do questionário de onde os excertos foram retirados

18) Para essa questão, assuma que um minerador “descobre” um minério até então desconhecido e um artista “inventa” uma escultura. Algumas pessoas pensam que um cientista descobre teorias científicas e outros pensam que o cientista as inventa. Qual é a sua posição sobre isso? Explique sua resposta.				
Descrição				
A diferenciação das noções de criação e descoberta é um ponto que auxilia em uma compreensão mais adequada de como a criatividade se faz presente na Ciência como também da própria natureza da mesma (Cestari Júnior; Beltran, 2016). Sendo assim, essa categoria busca analisar a maneira como os licenciandos de cada turma compreendem esses termos.				
Unidade de registro	Excertos	%		
		Artes V.	Química	Total
Teorias criadas são	- “As teorias são criadas de acordo com os resultados de experimentos realizados pelos cientistas, tanto que os modelos atômicos ao longo do tempo foram sendo atualizados devido aos resultados de experimentos, então, dentre as opções dadas não concordo com nenhuma.” (OQ1) - “Ele cria. A Ciência é vista geralmente não contendo erros, sem contar o que e como fizeram para chegar no resultado apresentado. As falhas, tentativas, alternativas, infelizmente não são divulgadas, dando a falsa impressão que o cientista já tinha as respostas ou que não foram doadas semanas para uma pesquisa ou conceito ser desenvolvido.” (OQ13) - “Todos nós criamos algo baseado naquilo que já vimos ou sentimos, uma inspiração ou uma curiosidade.” (OA5)	10	30,8	21,7
Teorias descobertas são	- “Descobre, as coisas já existem. Apenas estão momentaneamente distantes/incompreensíveis, esse assunto pode ser exemplificado pela teoria da caverna de Platão.” (OQ6) - “Acredito que os cientistas dão explicações sobre questões existentes e sobre problemas existentes, então ele descobre teorias científicas. Por exemplo, a gravidade sempre existiu, ninguém a inventou, cientistas apenas a descobriram e teorizaram sobre [...]” (OQ7) - “O cientista não pode simplesmente inventar uma teoria, ela precisa estar ancoradas em fatos, do mesmo modo que o minério desconhecido sempre esteve lá as teorias propostas pela ciência também sempre estiveram lá nós apenas não tínhamos conhecimento dela.” (OQ5) - “Acredito que ele descobre, uma vez que aquilo já existe basta ser comprovado, tudo que existe já foi inventado.” (OA3) - “Acredito que o cientista descobre teorias, já que os materiais e as leis da natureza já estão presentes, o que precisamos é estudá-las.” (OA4)	50	30,8	39,1
Podem ser criadas e descobertas	- “Creio que os dois um cientista pode criar ou descobrir as teorias.” (OQ12) - “Descobrir e inventar são palavras distintas. Inventar está ligado a criar algo inédito, descobrir está ligado a achar primeiro, sem necessariamente ter construído. Na minha opinião o cientista faz as duas coisas ao mesmo tempo.” (OA10)	30	7,7	17,4

	- “Acredito que pela ciência ser algo que é lógico e precisa de dados para ter suas teorias comprovadas, assume-se que essas teorias são verdades esperando para serem descobertas mas eu acredito que até que alguma teoria se prove verdadeira ela é uma invenção” (OA6)			
Descoberta e/ou invenção não se faz presente na ciência	- “Descobrir é muito fantasioso. Ele desenvolve e interpreta um fato ou fenômeno a partir de outros conhecimentos prévios. Então inventar ou descobrir não tem muito haver com ciência.” (OQ3) - “Não concordo. O processo científico envolve o desenvolvimento. Termos como "descobrimento" ou "invenção" só reduzem as teorias a coisas prontas e simples.” (OQ9) - “Nem descobre, nem inventa, afinal não pode se afirmar com certeza que seja daquela forma, sempre há a possibilidade de outra teoria ser mais aceita. Ele propõe representações, de acordo com suas pesquisas e conhecimentos prévios.” (OQ11) - “Para mim, a base do conhecimento não é "descobrir" nem "inventar" nada. Pode ocorrer que essas coisas aconteçam, mas com muito estudo envolvido. Eu acredito que o cientista estuda e com isso consegue chegar em teorias científicas. Mas criar e inventar são palavras que parece não demandar esforço, método ou compromisso com a área do conhecimento.” (OA8)	10	30,8	21,7

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com Ryan e Aikenhead (1992), um ponto discutido pela epistemologia da ciência é se o conhecimento científico realmente representa aquilo que existe de fato no universo (visão ontológica) ou se ele é fruto da mente humana e suas interpretações (visão epistemológica). O primeiro caso, segundo os autores, se aproxima mais de uma visão positivista, na qual a verdade está pronta e só precisa ser descoberta, e o segundo caso condiz mais com uma visão contemporânea, que trabalha com paradigmas, um conhecimento não acabado.

A pergunta realizada foi inspirada no trabalho dos autores citados anteriormente, que faz uma metáfora da questão ontológica por meio do exemplo de descoberta do minerador e uma metáfora da questão epistemológica a partir do ato de inventar/criar do artista. Apesar de ter sido feita a mesma pergunta, os resultados obtidos na pesquisa citada e os aqui presentes foram diferentes.

De acordo com a categorização realizada, a maioria dos alunos (39,1%) apresentou uma concepção puramente ontológica, isto é, de que os cientistas descobrem uma teoria, no sentido de que as coisas já existem, já estão prontas, e no momento em que são reveladas/descobertas, temos contato com o que é real. Já a unidade “Teorias são criadas” foi apresentada por 21,7% dos licenciandos, e representa uma visão puramente epistemológica, ou seja, de que os cientistas inventam as teorias, uma vez que tudo faz parte de um processo em construção onde

teorias vão sendo criadas de acordo com o conhecimento e experiência que se tem disponível naquele momento, podendo ser aprimorados ao longo do tempo.

É interessante ressaltar a diferença de alunos de cada área nas duas unidades mais extremas (teorias são descobertas e teorias são inventadas): 50% dos alunos de Artes Visuais apresentaram uma visão mais ontológica enquanto apenas 10% apresentaram uma visão mais epistemológica. Já em relação aos licenciandos de Química, a mesma porcentagem, 30,8%, foi identificada em ambas as unidades.

Além disso, foram identificadas também respostas que consideraram que as teorias podem ser tanto descobertas quanto inventadas pelos cientistas. Cerca de 17,4% dos alunos apresentaram essa visão.

A presença de uma noção mais ontológica no geral pode estar relacionada com uma tradicional (porém equivocada) ideia de que os fenômenos observados pelos cientistas se deram de maneira acidental enquanto os mesmos buscavam observar outra coisa, uma vez que este tipo de situação é bastante divulgado na mídia e reforçada pela forma como alguns historiadores da ciência relatam os acontecimentos (Ryan; Aikenhead, 1992). Apesar de isso acontecer e ser importante de ser considerado, como diz Louis Pasteur “O acaso favorece a mente preparada”⁴⁴, essa noção muitas vezes se faz presente por conta de uma historiografia tradicional, que não aborda o processo de construção do conhecimento de maneira adequada. Isso reforça a importância do papel da HFC no ensino, principalmente de abordagens que partem da NHC, que busca superar essa historiografia em forma de anedota (pseudo-história), internalista, que incorre também no Whiggismo e acaba distorcendo a compreensão do fazer científico (Leite, 2020).

É possível notar que há uma confusão na compreensão da distinção entre teorias e leis e os fenômenos que as mesmas abordam. O fenômeno existe, a natureza existe e está lá, mas as interpretações e a compreensão daquilo que está sendo visto, experienciado e estudado são construções humanas. É por isso que essas explicações vão sendo aprimoradas ou superadas ao longo do tempo, mas os fenômenos seguem existindo.

A unidade “Descobertas e/ou invenção não se faz presente na ciência” também recebeu 21,7% dos alunos no total, sendo a maioria da turma de Química. Percebe-se aqui, mais uma vez, uma interpretação equivocada dos termos descobrimento e

⁴⁴ Disponível em: <https://www.pasteurbrasil.com.br/citacoes>. Acesso em 14/05/2024.

invenção como sinônimo de falta de rigor, como se descobrimentos e invenções ocorressem ao acaso, por acidente, e também de fantasia, como se fosse algo não relacionado ao real (apesar de até mesmo a fantasia estar relacionada com a realidade, de acordo com Vigotski (2003).

Esses dados ressaltam como a criatividade é um ponto chave da NdC e também de sua epistemologia, e a importância desse tema ser mais abordado e desenvolvido dentro do ensino de Ciências, não só no intuito do aprimoramento pessoal e profissional de tal habilidade, mas também de uma compreensão mais aprimorada do conhecimento científico como um todo.

A próxima categoria, apresentada no Quadro 17, aborda a noção de criatividade apresentada pelos licenciandos.

Quadro 17 - Terceira categoria “Noção de criatividade” do bloco temático Criatividade.

Criatividade				
Categoria				
3. Noção de criatividade				
Pergunta do questionário de onde os excertos foram retirados				
19) a) Marque verdadeiro (V) ou falso (F) para as seguintes afirmações: a) A criatividade é algo exclusivo de artistas e pessoas consideradas geniais; b) A criatividade é um tipo de talento que apenas algumas pessoas herdam; c) Ou uma pessoa é criativa ou ela não é; d) A criatividade é um potencial humano que pode ser desenvolvido por todos; e) A criatividade está presente no desenvolvimento de todas as áreas do conhecimento. b) Justifique as alternativas assinaladas como falsas na questão anterior.				
Descrição				
Para desenvolver um ensino para a criatividade é necessário compreender os aspectos que a caracterizam, a fim de superar algumas ideias equivocadas como a de que a mesma é um talento herdado ou que se faz presente apenas no campo artístico (Kneller, 1978; Vigotski, 2009). Nesse sentido, essa categoria busca avaliar a maneira como os licenciandos de cada turma compreendem a noção de criatividade.				
Unidade de registro	Excertos	%		
		Artes V.	Química	Total
Exclusivo de artistas e gênios	- “Acredito que a criatividade possa ser estimulada em todas as pessoas” (OA7)	100	100	100

(falso)	- “Qualquer pessoa independente da área de atuação, pode ser criativo, por exemplo, um repositor de mercado, que organiza os produtos a fim de deixar eles destacados para chamar atenção do cliente” (OQ2)			
Exclusivo de artistas e gênios (verdadeiro)	-	0	0	0
É um talento herdado (falso)	- “Criatividade não é um gene de DNA ou um bem material para ser passado para o próximo da linhagem” (OQ2) - “A criatividade não é um dom. Ela pode e precisa ser exercitada e incentivada durante o processo de desenvolvimento do indivíduo” (OQ9) - “Algumas pessoas recebem estímulos direcionados para a criatividade, assim como outras recebem outros tipos de estímulos. Só se desenvolve algo se aquilo lhe for possibilitado” (OA7)	100	100	100
É um talento herdado (verdadeiro)	-	0	0	0
Você é ou não criativo (falso)	- “A criatividade pode ser desenvolvida/despertada a qualquer momento da vida das pessoas, dependendo somente do tipo de estímulo que esta recebe, dos lugares que frequenta, pessoas que convive e aquilo que pratica” (OA7) - “É subjetivo, pois, é necessário saber qual critério está sendo levando em conta, para considerar ou não da pessoa se criativa, dentro daquele parâmetro” (OQ2)	100	92,3	95,6
Você é ou não criativo (verdadeiro)	- “Acredito que sim, existem pessoas que são naturalmente criativas e habilidosas, seja na música, na pintura, ou na atuação.” (OQ7)	0	7,7	4,3
É um potencial humano (falso)	-	0	0	0
É um potencial humano (verdadeiro)	- “A criatividade ao meu ver, não é algo inato (sic) ou inacessível a capacidade humana, é algo que se constrói por estímulos, normalmente por capital cultural” (OA9) - “A criatividade não é algo exclusivo de artistas e não pode ser herdada, pois diz respeito a um potencial inerente ao ser humano e que pode ou não ser estimulada ao longo de sua vida.” (OA1) - “Todos são criativos em alguma escala, apenas uns mais e outros menos, ou apenas com assuntos diferentes. Por vezes ainda, há a relação de criatividade com a quantidade de tempo que se dispõe para exercitá-la ou ter os materiais e meios necessários.” (OQ11) - “Verdadeiro. Porém, as pessoas podem desenvolver a criatividade, talvez não no mesmo nível de alguém que naturalmente é artista, porém o treino e a dedicação podem ajudar no desenvolvimento da criatividade. Por isso, não acredito que a criatividade é algo exclusivo e nem herdado, porém acredito que existam pessoas que naturalmente são criativas - não por causas genéticas, necessariamente, e acredito também que as pessoas possam desenvolver a criatividade, mas isso não te considera uma pessoa criativa, e sim que conseguiu desenvolver habilidades, o que é diferente.” (OQ7)	100	100	100

	- “Verdadeiro. Todos podem ser criativos, mas algumas áreas requerem mais criatividade do que outras. Algumas dessas áreas precisam de um pensamento mais linear” (OA5)			
Presente no desenvolvimento do conhecimento (falso)	-	10	0	4,3
Presente no desenvolvimento do conhecimento (verdadeiro)	- “A criatividade permite visualizar o mundo e resolver problemas de formas transformadoras e isso não é exclusivo de uma área. Pensar em maneiras novas de enxergar problemas e as nossas vivências é necessário em todas as esferas da vida humana.” (OA6) - “A criatividade é aplicável em todas as áreas do conhecimento, sendo na verdade já usada em todas elas, principalmente para solucionar problemas nessas áreas” (OQ10)	90	100	95,6

Fonte: Elaborado pela autora.

Como discutido nos capítulos anteriores, a capacidade de criação é uma das principais características do ser humano e está envolvida na maior parte das atividades que ele desenvolve. A criatividade e a imaginação são habilidades humanas que possibilitaram a sobrevivência do ser humano e sua liberdade durante todo o processo evolutivo e o fazem até os dias de hoje, uma vez que permitem a retenção, previsão, modificação e criação de imagens e outras coisas. Nesse sentido, como aponta Bronowski (1983), o ser humano possui um espírito criativo, cujos frutos foram tornando fértil o caminho para a construção dos conhecimentos até a atualidade.

Além disso, de acordo com Zamboni (2006), a mente humana é composta por diversas dimensões, como por exemplo, a imaginativa, criativa, intuitiva e racional. Para a compreendermos, é necessário considerar o funcionamento de tais dimensões de forma complementar. Sendo assim, seja numa atividade lógica e racional e/ou criativa, todas essas capacidades cognitivas estarão presentes, o que ditará o grau de participação de cada uma serão os fundamentos da natureza de cada atividade.

Frente a isso, a criatividade não é algo exclusivo de um grupo específico, como artistas ou pessoas consideradas geniais, ou ainda uma questão de talento herdado, como, por exemplo, a ideia de senso comum de que não podemos realizar determinada atividade porque não temos talento para ela, ou de que alguém é muito boa em algo porque seus pais também eram. Também não é uma questão definitiva, uma pessoa é ou não é criativa, isso depende das condições contextuais da mesma. Em resumo, a criatividade é uma habilidade humana que pode ser desenvolvida em graus diferentes de acordo com a experiência individual e social de cada um e,

portanto, está presente no desenvolvimento do conhecimento humano, uma vez que para a criação de algo (uma teoria, lei ou obra de arte) é necessário combinar e recombinar elementos provenientes dessas experiências (Bronowski, 1983; Vigotski, 2009; Zamboni, 2006).

De acordo com a categorização realizada, percebe-se que a maioria dos alunos de ambas as turmas possuem uma noção adequada da capacidade criativa do ser humano, apesar de, em alguns momentos, em categorias anteriores, a ideia de criatividade ter sido considerada não existente no fazer científico.

Percebe-se também algumas contradições, como o participante OQ7, que considerou verdadeiras as afirmações “você é ou não criativo” e “é um potencial humano”. Em sua explicação, ele demonstrou acreditar que a criatividade não é uma questão de herança genética, mas que algumas pessoas são naturalmente mais criativas, apesar de concordar que isso é algo que pode ser desenvolvido. Há uma crença de que algumas pessoas nascem com uma predisposição maior para determinadas atividades ou outras, o chamado talento natural, entretanto, como já explicitado, o desenvolvimento da criatividade, assim como a familiarização com um determinado tipo de atividade que exige maiores graus dessa capacidade, estão atrelados ao contexto no qual essa pessoa se desenvolveu e as experiências que ela viveu.

Vale comentar também o excerto do participante OA5 na unidade “é um potencial humano”, que afirma que algumas áreas exigem mais criatividade do que outras, pois algumas necessitam de um pensamento mais linear. Isso reforça, mais uma vez, uma confusão na compreensão da noção de criatividade e de como o processo de construção do conhecimento funciona, no sentido de que para algo ser considerado rigoroso ele tem que ser linear (pensamento positivista) e logo não faz uso da criatividade, que permitiria explorar ideias que saem do caminho já determinado, isto é, a criatividade poderia prejudicar tal rigor.

Compreender a criatividade enquanto um potencial humano faz com que novos horizontes possam ser enxergados e explorados tanto de maneira individual quanto profissional no que diz respeito ao desenvolvimento das áreas do conhecimento. Tal compreensão nos leva a um pensamento de que não precisamos nos limitar a apenas um caminho, e de que diferentes experiências nos permitem desenvolver tal capacidade em graus mais elevados, possibilitando uma maior compreensão da complexidade que compõe os conhecimentos.

A próxima categoria, exposta no Quadro 18, reflete sobre a visão dos licenciandos sobre a criatividade na prática docente.

Quadro 18 - Quarta categoria “Criatividade na prática docente” do bloco temático Criatividade.

Criatividade					
Categoria					
4. Criatividade na prática docente					
Pergunta do questionário de onde os excertos foram retirados					
20) Para você, o que é ser um professor criativo? Qual a importância da criatividade no ensino?					
Descrição					
A proposta dessa pesquisa é o desenvolvimento de um ensino para a criatividade na formação de professores. Nesse sentido, um dos pontos centrais é fazer com que os licenciandos reflitam sobre o papel da criatividade tanto na prática docente como também a importância da mesma para o Ensino de uma maneira geral. Essa categoria busca compreender como os licenciandos encaram o papel da criatividade no processo educativo.					
Unidade de registro	Descrição das Unidades de Registro	Excertos	%		
			Artes V.	Química	Total
Maneira de ensinar	Considera que a maneira de ensinar define um professor criativo.	- “Buscar diversas formas de ensinar e atingir os alunos, não se prender a um único modelo de aula que beneficia alguns alunos que já possuem facilidade. A criatividade é importante porque garante a inclusão e permite que todos tenham acesso ao conhecimento [...]” (OQ5) - “Grande parte do processo de ensino-aprendizagem se dá pelo desenvolvimento de meios para que o conhecimento seja alcançado. Com o exercício da criatividade, o professor consegue chegar a métodos diferenciados e que provoquem transformações na experiência do aluno.” (OQ9) - “[...] cuja didática não se restringe à um mesmo método ultrapassado e engessado [...]” (OA1) - “Utilizar de diversos métodos em função da educação e fazer com que os alunos, mesmo aqueles com dificuldade tenham interesse em aprender e absorver o conteúdo, vários métodos mais criativos são mais eficientes.” (OA2)	50	84,6	69,6

Capacidade de se reinventar/adaptar	Considera que um professor criativo é aquele que desenvolve sua capacidade de se reinventar e se adaptar às diferentes situações no âmbito educativo.	- “É aquele que consegue se adaptar à situação de cada sala de aula, se atualizar sobre os temas em altas entre os alunos [...]” (OQ2) é estar sempre reinventando a maneira de ensinar e saber criar maneira novas de explicar um conceito ou utilizar novas ferramentas, sejam verbais, artísticas entre outras.” (OQ12) - “Um professor criativo é um professor capaz de se reinventar e [...] que leva em consideração as demandas de seus alunos e suas respectivas realidades e, a partir daí, adapta o seu modo de trabalhar, a fim de estimular verdadeiramente o aprendizado de seus alunos.” (OA1) - “É um professor capaz de se reinventar constantemente, aquele que está aberto a mudar quando as coisas não funcionam quando os alunos não respondem aquilo que está sendo ensinado.” (OA3)	60	15,4	34,8
Superação de obstáculos	Considera que a criatividade é muito importante para a superação de obstáculos.	- “A criatividade é essencial na educação, pois como processo racional permite contornar os obstáculos que aparecem no processo do ensino, como desânimo, falta de verba, dificuldade em processos mentais complexos, quebra de paradigmas, etc.” (OQ3) - “Ser um professor criativo é estar atento e tentar resolver problemas simples, complexos ou apenas discutir sobre eles com seus alunos.” (OA10)	10	7,7	8,7
Desenvolvimento da criatividade dos alunos	Considera que ser criativo ajuda no desenvolvimento da criatividade dos alunos.	- “[...] É essencial a presença desse tipo de profissional uma vez que impulsiona a criatividade e o dinamismo nos alunos.” (OA4) - “[...] e utilizando criatividade no ensino podemos formar alunos que também serão mais criativos favorecendo assim seu futuro” (OQ5) - “[...] para instigar os alunos a quererem aprender e também a serem criativos.” (OQ1)	10	15,4	13
Estimula novas formas de pensar	Considera que a criatividade é importante, pois pode estimular novas formas de pensar.	- “A criatividade pode ajudar o aluno a estimular outras formas de pensar e o maior interesse do aluno em relação ao tema, talvez levando a uma aprendizagem mais significativa.” (OQ7) - “[...] super importante para um ensino mais atrativo, incluindo mais interdisciplinaridade e com maiores participações e aprendizagem significativa dos alunos.” (OQ8)	0	15,4	8,7
Importante para a sociedade	Considera a criatividade um fator importante para o desenvolvimento social.	- “A criatividade é importante para evolução social e melhora das relações interpessoais.” (OQ1)	0	7,7	4,3

Fonte: Elaborado pela autora.

Como discutido no segundo capítulo da tese, criatividade e ensino estão intimamente relacionados, uma vez que a mesma possui uma natureza social. Nesse

sentido, segundo Vigotski (2009) e Saccomani (2014), um ensino de qualidade deveria proporcionar aos seus alunos o contato com o novo, estimulando seu desenvolvimento constante e considerando momentos de real experiencição pelo sujeito ao longo deste processo.

Tanto os conhecimentos quanto a criatividade humana estão, de certa forma, cristalizados nos produtos, seja uma ferramenta, uma teoria ou uma obra de Arte. Dessa forma, o aperfeiçoamento de tais produtos ao longo do tempo também refletem a continuação do desenvolvimento do próprio ser humano. Assim, quando temos contato com produtos de gerações anteriores, também temos acesso ao conhecimento e ao processo criativo contido neles, o que influencia no nosso próprio eu, que precisa ressignificar aquilo para si mesmo por meio da imaginação e da criatividade. Por isso a importância da escola apresentar o novo, não no sentido de algo que acabou de ser concebido, mas novo de apresentar algo não conhecido pelos alunos até então. Nesse sentido, a função do ensino seria de proporcionar ao aluno uma compreensão que vai além da aparente, instigando a criatividade, a fim de superar o senso comum (Leontiev, 1978; Saccomani, 2014, Vigotski, 2003).

A criatividade pode ser foco do ensino e ser desenvolvida tanto por meio da prática docente, ao ensinar um determinado tópico ou quando se busca desenvolver certa habilidade, como também de maneira curricular, isto é, tornando a criatividade um ponto a perpassar o currículo, como um eixo integrador. Para isso, diversos são os aspectos que se referem às atitudes a serem tomadas no âmbito escolar para alcançar tal objetivo, como por exemplo: o estímulo da participação, valorização de ideias originais, instigar a curiosidade sobre o mundo, etc. (Alencar, 1991; Alencar; Fleith, Pereira, 2016; Kneller, 1978).

Vários desses pontos importantes para o desenvolvimento da criatividade no ensino foram levantados pelos alunos. A maioria (69,6%) dos participantes no geral e os de Química, especificamente, apontaram o aspecto “maneiras de ensinar” como uma das principais características de um professor criativo, ou seja, que um professor criativo é aquele que busca diversificar suas estratégias, metodologias e abordagens ao longo de sua prática a fim de estimular o interesse dos alunos, aprimorando a aprendizagem e acessibilizando o conhecimento que, se fosse sempre explorado da mesma forma, talvez não fosse compreendido por todos os alunos.

A segunda maior unidade de registro (34,8%), que corresponde também à maioria dos alunos de Artes Visuais (60%), apontou para a capacidade de se

reinventar/adaptar do professor, isto é, o professor é criativo quando está aberto a mudanças e consegue se adequar às diferentes situações do ambiente escolar ao qual ele é exposto.

Já no que se refere à importância do papel da criatividade, foram destacados a superação de obstáculos e o estímulo a novas formas de pensar, o que também impacta a sociedade. Também, na terceira maior unidade de registro, os alunos destacam o fato de que um professor criativo também auxilia no desenvolvimento da criatividade de seus alunos.

Esses pontos levantados correspondem a alguns dos aspectos apontados por Alencar (1991) e Kneller (1978) como necessários na prática docente para o desenvolvimento da criatividade no ensino. Isso é interessante de se observar, uma vez que esse tipo de discussão, na maioria das vezes, não se faz presente nos cursos de formação de professores, entretanto, os alunos demonstraram ter consciência sobre a necessidade e a importância de trabalhar essas questões. Daí a importância de cursos como o proposto nesta pesquisa, que tem como foco o desenvolvimento de um ensino para a criatividade, para que esses pontos possam ser mais esclarecidos e experienciados.

O Quadro 19 traz a última categoria da análise do questionário e se refere aos aspectos que os licenciandos consideram que influenciam seu próprio potencial criativo.

Quadro 19 - Quinta categoria “Influência no potencial criativo” do bloco temático Criatividade.

Criatividade
Categoria
5. Influência no potencial criativo
Pergunta do questionário de onde os excertos foram retirados
21) Complete a frase a seguir com todos os aspectos que julgar necessário: “Eu seria mais criativo se...”
Descrição
Partindo da perspectiva contextual da criatividade, nossa capacidade criativa é influenciada tanto por fatores internos quanto externos ao indivíduo (AMABILE, 1997; Csikszentmihalyi, 1988; Sternberg, 1988; Woodman;

Sawyer; Griffin, 1993; Zavadil; Tschimmel; Silva, 2016). Nesse sentido, essa categoria busca analisar os aspectos de influência do processo criativo que os licenciandos de cada turma reconhecem.				
Unidade de registro	Excertos	%		
		Artes V.	Química	Total
Falta de estímulo	- “Na minha graduação, tivesse mais disciplinas que promovessem relações de interdisciplinaridade, entre a química com as outras áreas do conhecimento.” (OQ2) - “Tivesse sido mais incentivado a isso e não estritamente motivado a seguir caminhos mais lógicos.” (OQ8) - “[...] For incentivado também. Encontrar objetivo para isso. For bem pago na minha área de atuação (kkkk) Reconhecimento. [...]” (OQ3) - “Tivesse mais aulas práticas, que fossem colocadas propostas que me impulsionassem a pensar soluções e criar novos projetos.” (OA4) - “Vivesse em comunhão com a natureza; não trabalhasse de forma alienada; vivesse num mundo mais justo” (OA7)	30	61,5	47,8
Falta de tempo e/ou liberdade	- “[...] Trabalhar com tempo e liberdade.” (OQ3) - “Eu seria mais criativa se tivesse mais tempo [...] para fazer o que gostaria.” (OQ11) - “Eu seria mais criativa se tivesse tempo e folga, principalmente da faculdade e do trabalho, para que eu pudesse exercitar minha criatividade.” (OA2) - “Se eu pudesse fazer as coisas sem ser obrigada” (OA5) - “Eu seria mais criativo se não fossem as limitações que a sociedade impõe em seus alunos, seus artistas e seus professores” (OA6)	50	23,1	34,8
Falta de dedicação	- “Eu seria mais criativa se consumisse menos memes na internet, se voltasse a ler mais como eu lia antes, se compreendesse melhor a realidade de cada aluno (pensando numa sala de aula) e se tentasse efetivamente criar mais coisas ao invés de replicar ou adaptar.” (OQ13) - “Me dedicasse a isso” (OQ4) - “Me arriscasse mais.” (OQ12) - “Eu seria mais criativo se não fosse tão preguiçosa.” (OA3) - “Se me permitisse ouvir mais o outro.” (OA10)	20	38,5	30,4
Falta de habilidade	- “Se eu tivesse habilidades para pintar, cantar ou algo do tipo.” (OQ7)	0	7,7	4,3
Compreender a si mesmo	- “Eu seria mais criativa se entendesse melhor o meu processo criativo e [...] entendesse o valor do meu próprio processo.” (OA1)	10	0	4,3
Pensar em resultados	- “[...] deixasse de produzir pensando somente em um resultado X ou Y” (OA1)	10	0	4,3

Fonte: Elaborado pela autora.

Diversos são os aspectos que favorecem a inibição do potencial criativo. De acordo com os referenciais utilizados nesta pesquisa (Alencar; Fleith, 2003; Amabile,

1997; Kneller, 1978; Zavadil; Tschimmel; Silva, 2016), tais aspectos incluem não só o indivíduo, mas também o ambiente e os grupos nos quais os mesmos estão inseridos.

As respostas obtidas no questionário reforçam essas ideias. Como é possível observar no quadro anterior, os alunos consideraram fatores de influência tanto internos quanto externos. A unidade de registro com maior frequência geral (47,8%) e entre os alunos de Química (61,5%) foi a falta de estímulo, que está relacionada com o ambiente que os licenciandos estão inseridos, tanto no contexto social (quando citam remuneração) quanto no contexto educacional (quando se referem à falta de propostas que exercitam um perfil mais ativo do aluno), mas que também influencia na motivação intrínseca de cada um (tudo se conecta).

Também relacionado ao ambiente, a segunda maior unidade de registro (34,8%), e que representa a metade dos alunos de Artes Visuais (50%), destaca a falta de tempo e/ou liberdade como impeditivos do desenvolvimento do seu potencial criativo. Muitas vezes, um modelo engessado de ensino e o cotidiano que exige ocupações com uma repetição de tarefas constante, acabam privando a liberdade de criação, a originalidade e a dedicação de tempo para a fruição dos pensamentos, dificultando que o processo criativo seja desenvolvido de maneira mais natural.

Os pontos destacados por esses alunos corroboram Alencar (1991) e Alencar; Fleith e Pereira (2016), que apontam alguns comportamentos do professor que podem constituir obstáculos para um ensino para a criatividade, como a falta de estímulo para o uso da imaginação, não demonstrar/explicar a possibilidade de múltiplas soluções ou caminhos para se chegar nas respostas, dedicar pouco tempo para o processo de resolução dos problemas, desencorajar a tomada de riscos e condenar erros ou falhas, entre outros.

Ainda vale ressaltar alguns pontos individuais, como a falta de dedicação e compreender a si mesmo. Nesse caso, os alunos destacam tanto a questão de objetivar a criatividade, isto é, quando se tem por objetivo desenvolver mais seu potencial criativo, é preciso começar a trabalhar mais em si mesmo e no ambiente onde está inserido para favorecer o processo, tentar separar um tempo para isso ou consumir outros conteúdos e experienciar situações diferentes para que mais material fique disponível no nosso imaginário para ser acessado e trabalhado.

Isso exige uma reflexão sobre nós mesmos e sobre como nosso processo criativo funciona para podermos entender quais pontos precisam ser trabalhados para melhor desenvolvê-lo, pois apesar de o processo criativo seguir um padrão entre as

mentes humanas, cada pessoa recebe estímulos diferentes de acordo com a sua experiência de vida. A falta de habilidade também é citada e, como já discutido na categoria anterior, é uma concepção equivocada, uma vez que a criatividade é um potencial humano que todos possuem em graus diferentes, mas que pode ser mais desenvolvida em determinados aspectos.

Considerando o que foi exposto até aqui, ressalta-se a complexidade do processo criativo, que vai além do próprio indivíduo e que engloba diversas variáveis. Nesse sentido, para desenvolver um ensino para a criatividade, é preciso que tanto alunos quanto professores conheçam e vivenciem os elementos necessários para isso. Daí a importância deste tópico ser discutido e experienciado logo na formação inicial de professores, e o fato de a criatividade possuir uma natureza social ressalta também a relevância da abordagem interdisciplinar, principalmente a partir da relação Arte e Ciência, uma vez que

[...] Todas as obras criadas, em ciência e em arte, são extensões da nossa experiência em novos reinos. Têm todos de estar em conformidade com a experiência universal da humanidade e com as experiências particulares de cada homem. A obra científica ou artística toca-nos profundamente, no espírito e nas emoções, quando condiz com a nossa experiência e, ao mesmo tempo, aponta para além dela. É este o sentido de verdade que arte e ciência partilham; e é mais importante do que as diferenças de conteúdo factual que as separam (Bronowski, 1983, p. 45).

4.2 Descrição e análise das aulas teóricas do minicurso

Após a etapa do levantamento de concepções por meio do questionário, demos início ao minicurso. Como especificado no Quadro 6 do capítulo anterior, o minicurso realizado de forma remota teve seis encontros de 14 horas no total, sendo os três primeiros teóricos, mas com momentos de discussões, que serão descritos e analisados aqui.

O tema desenvolvido no primeiro encontro foi a relação histórica entre Arte, Ciência e Sociedade. No segundo, as diferenças e semelhanças entre Arte e Ciência e o potencial dessa relação no ensino. E, no terceiro encontro, as dimensões representacionais da Química, além dos critérios de avaliação desenvolvidos pelos próprios alunos. Todas as aulas tiveram como base o primeiro e o segundo capítulo desta pesquisa.

Os principais pontos discutidos pelos alunos ao longo das aulas estão representados no Quadro 20, e todos os trechos das discussões podem ser conferidos no Apêndice A desta pesquisa:

Quadro 20 - Tópicos discutidos ao longo das aulas teóricas.

Aula 1	Aula 2	Aula 3
As relações entre as áreas vão sendo esquecidas ao longo do processo formativo.	Olhares estereotipados	Critérios de avaliação
Relações nunca pensadas	Artistas e cientistas não estão alheios à sociedade	Interação entre os integrantes
Essa discussão tinha que acontecer mais cedo no curso de formação	A desvalorização da expressão de ideias conforme crescemos e o discurso científico	Equilíbrio entre as áreas
Importância do PIBID	A Arte vai além do entretenimento	Domínio do assunto
Preconceito contra as Artes no Ensino de Ciências	Os artistas demoram muito mais para serem reconhecidos	Aplicabilidade
Interdisciplinaridade mais presente em cursos de Arte	A forma como arte e ciência são encaradas depende da época, não neutralidade.	Limitações
Ir além da perspectiva europeia	A Arte expõe mais a Ciência dentro dela	-
Concepção de arte	Modelos e fotografias são aproximações da realidade	-
Dificuldade de encontrar fontes sobre a arte de outros povos	História da Ciência	-
A história da arte está relacionada com tudo	Exemplo de Arte e Ciência	-
A forma como a Ciência lida com os erros	-	-
Arte enquanto experiência	-	-

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com a visão contextual da criatividade, o domínio, que inclui o conhecimento que o indivíduo possui e as informações que são trabalhadas no ambiente, e os modelos mentais compartilhados em grupo são elementos chave no desenvolvimento da criatividade. Portanto, as aulas que antecederam a atividade em grupo foram essenciais não só para isso, mas também para o processo de construção do conhecimento dos participantes (Alencar; Fleith, 2003; Zavadil; Tschimmel; Silva, 2016). Ao longo desses três encontros, os alunos dos diferentes cursos tiveram a oportunidade de compartilhar e aprimorar seus pontos de vista.

Como dito no início do capítulo, o minicurso teve início com o questionário, que foi aplicado antes dos encontros acontecerem. Todas as questões feitas foram trabalhadas ao longo das aulas teóricas, e muitos alunos retomaram suas respostas

para discutirem a partir das informações e conteúdos ali desenvolvidos, fazendo novas reflexões e apresentando um olhar diferente do anterior.

Um dos primeiros pontos levantados foi que, às vezes, até é possível ver algumas relações entre as diferentes áreas na Educação Básica. Porém, ao longo do processo formativo, com as especializações cada vez mais profundas das áreas, essas relações passam a ser esquecidas e, muitas vezes, encaradas como impossíveis.

Quando o currículo não tem um caráter interdisciplinar, ou quando a formação de professores insiste em focar apenas nos conteúdos específicos de cada curso, acaba construindo-se uma compreensão de que cada área do conhecimento se desenvolve apenas de forma internalista, ou seja, os saberes são entendidos apenas a partir de um ponto específico, o que dificulta a compreensão da complexidade das coisas, afetando esse olhar mais humano para se encarar a natureza e o mundo. Além disso, desenvolve-se uma visão equivocada tanto sobre o próprio campo do saber, quanto sobre os demais (Bicudo, 2008; Favarão; Araújo, 2004; Fourez, 1995).

De acordo com Morin (2007), a disciplinarização comum na estrutura da Educação, de uma maneira geral, pode resultar em uma hiperespecialização do estudante e na “coisificação” do conhecimento, de modo que o mesmo não consegue ser compreendido para além de si mesmo, isto é, desconsiderando o processo de construção e as relações complexas que o envolvem. Em suas palavras,

[...] estamos numa época de saberes compartimentados e isolados uns dos outros. Não se trata somente de especialização, mas de hiperespecialização porque as especializações não chegam a se comunicar umas com as outras. Uma justaposição de compartimentos faz esquecer as comunicações e as solidariedades entre os conhecimentos especializados que constituem o reinado dos *experts*, isto é, dos técnicos especialistas que tratam os problemas de modo isolado e esquecem que, nessa época de mundialização, os grandes problemas são transversais, multidimensionais e planetários (p. 32).

Por meio da História da Ciência e da Arte e de uma abordagem interdisciplinar, que busca não só compreender as diferenças, mas, também, as semelhanças entre as diferentes áreas, as relações e a complexidade que abrangem os conhecimentos e o desenvolvimento da próprio ser humano enquanto ser único e coletivo passam a ser visualizadas, como os próprios alunos acabaram trazendo em suas falas:

“[...] a minha perspectiva, na hora que eu vi o tema desse minicurso, eu pensei: ‘ciência e arte, onde que elas se encontram?’ e eu não consegui achar nenhum ponto [...] mas na aula você percebe realmente que você sabia muita coisa das duas isoladamente, mas nunca foi passado essa visão conjunta, então eu fiquei maravilhado pela aula.” (OQ8);

“[...] e eu até acho que a gente visualiza esse indivíduo artista ou cientista de uma forma muito solitária e individual, assim, fora de uma sociedade, fora de um contexto exatamente, tipo uma pessoa que tá alheia a tudo isso, alheia a todos esses processos, que é coletivo, né.” (OA10).

Por isso a importância de disciplinas de caráter histórico e filosófico em currículos de formação de professores e, também, da abordagem interdisciplinar ser experienciada por licenciandos. Segundo Guarnieri (2018), a HFC é capaz de abordar a NdC de maneira mais embasada, indo contra visões equivocadas e consolidadas pelo positivismo, como verdades absolutas e a neutralidade. Dessa forma, esse tipo de reflexão pode proporcionar aprimoramentos na formação de professores, uma vez que busca o desenvolvimento do pensamento crítico, tornar os conteúdos mais significativos, além de humanizar a Ciência.

Em relação à interdisciplinaridade, Morin (2007) afirma que a necessidade de ser trabalhada na formação de professores:

[...] a reforma deve originar-se dos próprios professores e não do exterior. Pode ser estimulada por eles. [...] ‘é preciso que o corpo docente se coloque nos postos mais avançados do perigo que constitui a incerteza permanente do mundo’. É justamente isso que devemos compreender neste fim de século XX: o mundo não gira sobre um caminho previamente traçado, não é uma locomotiva que anda sobre trilhos. Como o futuro é absolutamente incerto, é preciso pensar com e na incerteza, mas não a incerteza absoluta, porque sempre navegamos num oceano de incerteza por meio de arquipélagos de certezas locais (p. 37).

Algo que reforça isso é o fato de que, no curso de Artes, os alunos têm contato com uma carga horária bem superior de disciplinas de caráter histórico e filosófico, e essas discussões com abordagem interdisciplinar também são mais presentes, como os próprios alunos mencionaram. Isso também se reflete nas discussões apresentadas pelos mesmos, tanto no questionário, onde todos conseguiram apresentar algum aspecto de semelhança entre Arte e Ciência, quanto nas aulas. Os alunos de Artes Visuais que participaram do minicurso, por exemplo, foram responsáveis por levantarem tópicos como: a importância da História da Arte ir além da perspectiva europeia (os próprios alunos estão engajados em tentar aprimorar o currículo, como pode ser acompanhado nos excertos do apêndice A); as concepções de Arte e o que isso implica; a forma como a História da Arte se relaciona com tudo ao nosso redor; o olhar estereotipado sobre as áreas; a noção de que artistas e cientistas fazem parte de um coletivo; ou que a forma como Arte e Ciência são vistas dentro da sociedade depende do contexto sócio-histórico.

Esse olhar apresentado pelos licenciandos de Artes Visuais demonstra que os mesmos têm feito parte de um processo formativo mais crítico e humano, e isso influencia na maneira de encarar e compreender tanto a própria área do conhecimento, quanto as demais.

Outro ponto interessante levantado por uma aluna de Química foi a importância de realizar esse tipo de abordagem e de conduzir esses tipos de discussões no começo do curso, uma vez que isso muda perspectivas e inspira certos trabalhos, mas que acaba acontecendo (quando acontece) apenas no final do curso:

“[...] eu acho que isso devia ser falado no curso mais cedo, porque é super importante depois que a gente tem todo o conhecimento, a parte mais exata das coisas, e depois a gente passa para partes mais humanas. Eu acho que é uma boa, no final você consegue relacionar os conteúdos que você aprendeu mais cedo. Porém, se a gente tivesse essa percepção de interdisciplinaridade no começo do curso, pelo menos um pouquinho mais na metade, eu acho que serviria muito para gente para as próximas aulas, sabe [...]” (OQ13).

Por isso, é importante que a abordagem interdisciplinar e o pensamento complexo sejam desenvolvidos na formação de professores, uma vez que não precisam acontecer em momentos específicos dentro de uma disciplina pedagógica no final de um curso de licenciatura. Se isso fosse internalizado e fizesse parte do perfil do docente, esse tipo de abordagem e pensamento poderia ser desenvolvido dentro de qualquer disciplina, potencializando os processos de ensino e aprendizagem não só das disciplinas pedagógicas, mas, também, dos conteúdos científicos.

Essa mesma aluna (OQ13) também alertou para a importância do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), que foi onde ela teve a oportunidade de desenvolver trabalhos de natureza interdisciplinar, explorando a relação entre Arte e Ciência de maneira coletiva, com professores de outras áreas do conhecimento. Por isso, é necessário reforçar e enaltecer programas dessa natureza, que permitem que futuros professores possam, de fato, experienciar o fazer docente e promover propostas que possam potencializar e inspirar o ensino de Ciências.

Outro ponto discutido pelos alunos foi a desvalorização da expressão de ideias conforme crescemos. De acordo com Alencar e Fleith (2003) e Zavadil, Tschimmel e Silva (2016), um dos principais pontos para o desenvolvimento de um ensino para a criatividade é criar um ambiente onde haja maior liberdade para explorar e expressar

novas ideias, e isso depende da forma como o gestor/líder, ou, no caso do ensino, o professor, irá conduzir suas aulas e mediar o ambiente.

Como os próprios alunos trouxeram, enquanto crianças, somos incentivados a brincar, explorar, perguntar, e, conforme avançamos no ambiente escolar, e até mesmo fora dele, começamos a aprender a nos moldar conforme o que já foi estabelecido e a experienciar menos coisas novas. O ato de se expressar acaba sendo punido, testar caminhos e propostas diferentes são considerados um erro. Com isso, a criatividade e a imaginação passam a ser cada vez menos desenvolvidas, e isso acaba afetando os processos de ensino e aprendizagem dos estudantes.

Segundo Vigotski (2009, p. 22),

[...] a atividade criadora da imaginação depende diretamente da riqueza e da diversidade da experiência anterior da pessoa, porque essa experiência constitui o material com que se criam as construções da fantasia. Quanto mais rica a experiência da pessoa, mais material está disponível para a imaginação dela. Eis por que a imaginação da criança é mais pobre que a do adulto, o que se explica pela maior pobreza de sua experiência.

Essa desvalorização da expressão de ideias acaba sendo um desperdício de possibilidades, pois, como Vigotski (2009) explica, a pessoa adulta tem mais material disponível em seu imaginário, uma vez que já experienciou mais eventos, logo, possui uma capacidade maior de imaginar e criar. O que falta é o mesmo grau de liberdade – e tempo – de quando éramos criança para fazer isso.

Isso acaba recaindo em outro ponto muito comum encontrado no Ensino de Ciências, e que também foi levantado nas discussões do minicurso, que é a forma como a Ciência lida com seus erros:

“[...] você falou sobre essa visão mesmo que a gente tem sobre a ciência linda, perfeita. Como isso vem sendo construído até hoje dentro do curso, dentro da academia, quando a gente, por exemplo, tem um experimento que não dá certo, mas você aprende que ‘não tem essa de não deu certo, tem que dar certo’, então, os erros em laboratórios, erros em qualquer experimento, são sempre escondidos, porque tem que ser perfeito. ‘Se você seguiu um roteiro, como que não deu? É uma Ciência exata!’. Isso é muito louco, porque a gente, por exemplo, não publica artigo sobre o que deu errado, é sempre o que é lindo, que foi descoberto, mas e todos aqueles procedimentos que você usou, que você gastou, investiu dinheiro, investiu tudo, e não deu certo? A gente não teria evoluído tanto se a gente tivesse já publicado o que deu errado para evitar que outras pessoas também não fizessem o errado ou então ajudassem a descobrir o que aconteceu? [...]” (OQ14).

O Ensino de Ciências, dentro desse olhar positivista de como as coisas funcionam no mundo, isto é, de que deve haver um único método correto para saber

a verdade, que a Ciência não comete erros e que tudo se desenvolve dentro de um processo linear, acaba desenvolvendo uma compreensão equivocada sobre a própria Ciência, prejudicando, também, o desenvolvimento da mesma. Isso ressalta a importância da HFC na formação dos professores, uma vez que ela nos revela tais lacunas, como o fato de que erro e as divergências sempre estiveram presentes e foram responsáveis pela construção de muitos conhecimentos. Além disso, é uma das poucas oportunidades que os alunos possuem de começar a entender a Ciência por outra perspectiva (mais crítica e humana), e de refletir e questionar o processo científico (Gil-Pérez, 1993; Hidalgo; Lorencini Junior, 2016).

Além disso, essa maneira de encarar os erros também limita a criatividade. Dentro de um ensino para a criatividade, buscam-se avaliações construtivas, entender as limitações da proposição do aluno, entender o que foi considerado um erro no momento e, também, refletir sobre as potencialidades daquilo em um outro contexto. Esse é um dos pontos que o Ensino de Ciências pode aprender com o Ensino de Artes (Alencar; Fleith, 2003; Zavadil; Tschimmel; Silva, 2016).

Quando nos voltamos para o Ensino de Arte, nos deparamos com um ambiente mais propenso a experimentar, tentar e aceitar os erros, ou melhor, entendê-los e fazer algo a partir deles. A seguir, está uma interação entre um aluno de Artes Visuais e um de Química no chat do minicurso: *“hehe só queria comentar que achei divertido isso de não poder dar errado. Em artes a gente vive com tudo dando errado kaka”* (OA8); *“Kkkkkk com a gente dá tudo errado também na maioria das vezes, fingindo que tá certo”* (OQ14).

Claro que a ideia de certo e errado se dá de forma diferente dentro das artes e das ciências, uma vez que os diversos princípios que fundamentam cada uma também são diferentes. Um exemplo disso é o fato de a Arte não ter a obrigação da explicação e do entendimento universal que a Ciência possui frente à comunidade científica (Benedicto, 2018; Kuhn, 1982).

Entretanto, a maneira como o Ensino de Ciências lida com essa questão, muitas vezes de forma punitiva ou como sendo algo inaceitável, além de reforçar uma ideia equivocada de como o processo científico se desenvolve, acaba prejudicando os processos de ensino e aprendizagem e, também, a criatividade, uma vez que afeta a confiança do aluno e, conseqüentemente, sua vontade de arriscar (Alencar; Fleith; Pereira, 2016).

Segundo Alencar e Fleith (2003, p. 3),

[...] os alunos, de modo geral, recebem os problemas já estruturados, sendo muitas vezes punidos quando extrapolam a estrutura apresentada. Esta tem sido uma crítica feita a sistemas educacionais de distintos países, embora mais recentemente observa-se um movimento no sentido de se promover uma cultura de aprendizagem que privilegie também o exercício de resolução de problemas sem uma estrutura pré-determinada.

Outro ponto que precisa ser ressaltado é a questão da comunicação. Ela é um elemento essencial para o desenvolvimento de um ensino para a criatividade, uma vez que é na troca de informação e experiência com o outro que temos a oportunidade de aprender, recriar e ressignificar coisas para nós mesmos (Bronowski, 1983; Zavadil; Tschimmel; Silva, 2016). Além disso, como Snow (2015) afirma, a falta de comunicação entre pessoas de diferentes áreas é um dos principais causadores do preconceito e da compreensão limitada e equivocada que se tem sobre cada uma delas.

Por conta disso, esse foi um dos principais elementos que o minicurso buscou desenvolver, seja por meio do contato entre os diferentes grupos, como também em promover um ambiente propício para isso. Ao longo das aulas teóricas, os alunos de ambos os grupos contribuíram com as discussões e interagiram entre si, apresentando suas diferentes perspectivas. Inclusive, relataram o desejo de que aqueles momentos estivessem acontecendo de maneira presencial, para que pudessem compartilhar mais ideias após os encontros. Essa troca foi se desenvolvendo de maneira natural, e foi muito interessante observar o interesse que cada grupo tinha de no que o outro pensava e na forma como o outro curso funcionava, principalmente quando partiam para uma reflexão mais humana, sobre a maneira como eles se viam enquanto sujeitos participantes de um processo formativo.

Houve um momento na aula 2, por exemplo, enquanto discutíamos a questão da fotografia na Arte e na Ciência, em que uma aluna de Artes Visuais trouxe o exemplo da revista da Fapesp, que tinha uma sessão aberta para que pesquisadores mandassem fotografias (de caráter artístico) de suas pesquisas. A aluna relata sobre uma imagem que tinha visto e que possuía uma estética e sensibilidade muito interessante, que abria margem para várias interpretações. O trecho de sua fala pode ser conferido no Apêndice A. O professor da disciplina de Química também tinha visto a mesma fotografia, e tinha a revista que a aluna citou. Ele compartilhou com a turma e ambos começaram a discutir os detalhes da fotografia, como tinha sido feita, qual era a pesquisa por trás e o valor estético dela. Esse momento foi um exemplo muito claro da potencialidade que há no encontro de diferentes perspectivas no Ensino.

Uma das grandes riquezas da interdisciplinaridade reside no fato de que ela propõe e exige o diálogo e uma interação não só entre as disciplinas, mas, também, entre os diferentes sujeitos que compõem o processo educativo, isto é, ela tem base no trabalho coletivo. Nesse sentido, como pôde ser observado no minicurso, a interdisciplinaridade se embasa e promove uma forte relação humana, por isso ela acaba sendo fundamental para a compreensão da realidade, suas dimensões e da complexa rede que os conectam (Bicudo, 2008; Hartmann; Zimmermann, 2007; Pátaro; Bovo, 2012).

Na aula 3, o principal momento de interação foi quando solicitou-se aos alunos que determinassem os critérios avaliativos da atividade que teriam que realizar no minicurso, apresentados a seguir. Em parênteses, está o curso do aluno que sugeriu o critério:

- Se as contribuições pensadas para a proposta foram alcançadas (Química);
- A interação entre os integrantes (Arte);
- Se ambas as áreas foram contempladas (Arte);
- O domínio sobre o assunto na perspectiva da complexidade, no que se refere às duas áreas tratadas ou mais (Química);
- Aplicabilidade ao ensino ou em outras áreas (Química);
- Se foram apresentadas melhorias para as limitações (Química).

Como descrito no capítulo anterior, a atividade incluía representar de forma visual um conteúdo abstrato da Química, de forma que pudesse ter uma interpretação voltada para o ensino que também fosse artística e filosófica.

O primeiro critério buscava analisar se a contribuição pensada para o ensino poderia ser alcançada por meio da proposta; o segundo buscava olhar a interação dos integrantes no momento do desenvolvimento e apresentação do trabalho, se todos estavam por dentro da proposta; o terceiro ponto visava o equilíbrio entre as áreas, a fim de verificar se as duas tivessem o mesmo grau de relevância e presença, para que a proposta pudesse ser utilizada tanto no Ensino de Arte, quanto de Química; o quarto aspecto se referia à maneira como o conteúdo seria abordado, se o grupo teria domínio do mesmo e se conseguiria realizar as conexões entre as áreas; o quinto critério buscava avaliar o nível de aplicabilidade da proposta no ensino, se seria algo muito difícil ou não; e o último ponto proposto dizia respeito à apresentação de sugestões de melhorias pelo grupo para as limitações de suas propostas.

Todos os critérios propostos foram bem relevantes, abrangendo todos os pontos importantes a serem avaliados na atividade do minicurso. Observou-se que,

enquanto os alunos de Artes Visuais propuseram elementos voltados para o processo, isto é, a interação entre os integrantes e a busca pelo equilíbrio entre as áreas na elaboração da proposta, os alunos de Química se voltaram mais para a proposta final.

É interessante ressaltar que os elementos levantados pelos alunos de Artes Visuais foram preocupações apresentadas pelos mesmos tanto no questionário, quanto ao longo do minicurso. De acordo com a turma de Artes Visuais, uma lacuna que eles encontram nos trabalhos que se dizem interdisciplinares com a Arte é que, muitas vezes, ela é diminuída a apenas uma ferramenta rasa ou um momento específico dentro dessas propostas. Dessa forma, havia certo receio (que ficou mais evidente na análise do final do minicurso, com a roda de conversa final e a autoavaliação) de que suas opiniões não fossem ouvidas ou consideradas, ou que a atividade acabasse ficando voltada apenas para a Ciência, desconsiderando todo potencial da perspectiva artística, que vai além de questões técnicas visuais.

Segundo Leite e Gatti (2023, p. 3),

[...] Muitas vezes, a Arte é encarada apenas como uma ferramenta, momento de diversão ou passatempo, e não como uma área de conhecimento. Não é difícil se deparar com práticas como “colorir uma tabela periódica” ou “mostrar um quadro” sem maiores reflexões que são tratadas como uma atividade interdisciplinar, o que demonstra uma compreensão equivocada tanto sobre o que é a interdisciplinaridade quanto sobre o que representa a potencialidade da Arte enquanto conhecimento. Daí a importância desse tipo de discussão na formação de professores.

O momento da criação dos elementos avaliativos foi bem interessante, pois os alunos, enquanto futuro professores, tiveram a oportunidade de refletir sobre o que consideravam justo e importante a ser avaliado no próprio trabalho que iriam desenvolver. Isso permite que o estudante exerça sua autonomia e pensamento crítico e criativo. Além disso, o fato de ser uma turma mista fez com que eles tivessem contato com outros pontos relevantes de se avaliar, que não eram tão comuns para cada um deles.

4.3 Análise do desenvolvimento da atividade em grupo

Após os três primeiros encontros, demos início às aulas práticas. Os alunos foram divididos em 5 grupos como explicitado no Quadro 7 do capítulo anterior.

Cada grupo se reuniu separadamente em uma sala virtual da plataforma Google Meet nas aulas 4 e 5 para discutirem e desenvolverem a atividade.

Para essa análise, foi escolhido o grupo C, composto por três alunos de Química e três alunos de Artes Visuais. Esse foi o único grupo que achou necessário se reunir novamente em um terceiro encontro, contabilizando no final um total de 6h30 de reunião.

Para início da análise, iremos nos voltar para as características do indivíduo que são consideradas importantes para o desenvolvimento da criatividade, conforme já explicado no capítulo 2. Segundo Zavadil, Tschimmel e Silva (2016) e Alencar e Fleith (2003), diversas características influenciam esse processo, como habilidades cognitivas, criativas, conhecimento, experiência, motivação intrínseca e diversos outros aspectos próprios do indivíduo. Por meio das gravações, vários elementos foram expressados em diferentes níveis por cada um dos integrantes dos grupos. A fim de melhor compreender o processo criativo como um todo, no Quadro 21 resumiremos os principais pontos expostos por cada um.

Quadro 21 - Principais pontos expostos por cada aluno.

Aluno	Características do Indivíduo	Habilidades Cognitivas	Habilidades Criativas	Conhecimento e Experiência	Motivação Intrínseca
OQ13	- Foi a primeira a propor uma ideia, com base no teatro, demonstrando fluência nesse tópico, tentando relacionar isso com ideias dos outros participantes, e proatividade na elaboração de ideias. Ao mesmo tempo originalidade (foi o único grupo que considerou por um momento trabalhar com essa temática), e também abertura a fantasia, tanto quando estavam pensando nas cenas que seriam criadas quanto nos desenhos que também pensaram em fazer. Além disso, demonstrou persistência e autoconfiança ao defender e fundamentar sua ideia. Por fim, se mostrou bem aberta a novas experiências, uma vez que no final o grupo optou por trabalhar com fotografia, e a mesma, mesmo não tendo experiência com isso, se mostrou muito interessada e empolgada com a ideia de experimentar uma outra abordagem não tão comum para ela	- No primeiro e terceiro encontros em que esteve presente, foi bem ativa na tentativa de resolução dos problemas levantados pelo grupo tanto para relacionar as sugestões e processar as informações dos outros integrantes quanto no que se refere ao plano de aula. Nesse caso, a aluna buscava em suas experiências maneiras de tornar as ideias cabíveis em uma proposta de aula, sempre reforçando a necessidade de ambas as áreas serem contempladas. Entre os alunos de química, foi a que mais se fez presente nas tomadas de decisões.	- Em diversos momentos a aluna retomava os pontos para tentar encontrar uma conexão entre as ideias, se esforçando para encontrar sentidos mais poéticos nos temas propostos. Começou a colocar em um documento os pontos levantados para facilitar a visualização dessas ideias e, conseqüentemente, o exercício de criar algo a partir delas. Trouxe o conceito de triangulação de Johnstone para o grupo para tentarem articular o tema escolhido a partir das três dimensões do conhecimento, exigindo ainda mais da criatividade.	- Por já pesquisar mais a fundo a relação entre Ciência e Teatro, apresentou bastante conhecimento sobre o teatro. Tanto sua pesquisa quanto a proposta que ela fez tem base no fato de já ter trabalhado com isso anteriormente tanto em sala de aula quanto na vida pessoal. Também relatou certas experiências com a relação Arte e Ciência em sala de aula e críticas ao Ensino de Ciências com base em suas vivências. Apresentou o conceito de triangulação do conhecimento químico de Johnstone, o que foi fundamental para o desenvolvimento da proposta do grupo.	- As principais motivações intrínsecas apresentadas foram a positividade de poder ter a oportunidade de desenvolver uma atividade que explorasse a relação com a Arte, uma vez que esse tema era de seu interesse. Ter a possibilidade de desenvolver algo com teatro, que era seu tema de pesquisa, o que foi bem recebido pelos demais integrantes do grupo (sentimento de valorização). Demonstrou estar disposta a conhecer novas coisas, sempre interessada no que os alunos de arte estavam propondo e animada em tentar fotografar por ser algo não muito comum a ela (disposição ao risco). Outra motivação apresentada foi a vontade de sempre tentar transpor aquilo para a realidade escolar no intuito de tentar de fato desenvolver aquela ideia hipotética do minicurso com seus alunos da Educação Básica.
OA10	- Sendo uma das integrantes que participou de todos os encontros, demonstrou muita fluência, apresentando diversas ideias sobre um mesmo assunto. Buscava integrar os conhecimentos	- Executou um papel de quase liderança no grupo, sendo essencial nas tomadas de decisões do processo e na resolução de problemas. A mesma buscava encontrar maneiras de realizar outras	- A aluna sempre buscava fazer alguma relação artística com cada ponto que era levantado pelo grupo e o contrário também, buscava algum conhecimento químico de seu passado no Ensino	- Apresentou conhecimento sobre exposições que uniam Arte e Ciência (da artista X que abordava pigmentos retirados da terra, composição e formas de realizar a extração), experiências em	- Algumas motivações que puderam ser percebidas foi que a aluna se mostrou bem positiva e aberta em se arriscar ao longo do processo, se interessando nos assuntos que não tinha tanto domínio

	químicos a certas abordagens artísticas, mostrando boa flexibilidade, citando e mostrando exemplos de obras, exposições e experiências em salas de aulas para enriquecer as discussões. Sua abertura a novas experiências e fantasia foi essencial pro desenvolvimento das ideias em grupo, buscando saber mais sobre os conteúdos de química que desconhecia e propondo interpretações e maneiras de relacionar os assuntos de forma mais poética. Bem autoconfiante e persistente em suas ideias apresentadas, e persistente ao longo do processo.	interpretações dos temas químicos propostos, e tentava adaptar as ideias tanto para o ensino formal quanto informal. No intervalo de um encontro para o outro, a aluna apresentava suas ideias que tinham sido sistematizadas para facilitar a compreensão do restante do grupo.	Médio para tentar relacionar com algo artístico ali proposto. Além disso, trazia muitas referências do campo da arte para o grupo refletir e exemplos visuais para instigar as percepções dos demais alunos.	salas de aula (objetivos traçados em aulas de arte para instigar a imaginação dos alunos e explorar a visão que os mesmos possuem do mundo), obras de artistas (cubo de acrílico vazio representando o vazio, exemplo apresentado quando discutiam maneiras de dar forma para o invisível), formas de abordagem (trouxe referenciais de semiótica, de triangulação dos saberes na arte). Também apresentou conhecimentos sobre teatro (construindo algumas cenas e diálogos que poderiam ser explorados), museus e construção de acervos, o que direcionou a construção do produto final que foi um acervo digital de fotografias.	(ficou interessada em ver e conhecer a química computacional e como a química está presente no cotidiano) e determinada em apresentar seus conhecimentos aos demais. Bem disposta em explicar suas ideias e interpretações que despertava o interesse do restante do grupo, principalmente dos alunos de química (valorização). Sua experiência em buscar refletir sobre o cotidiano se mostrou como uma motivação para também explorar isso na atividade.
OA7	- Apesar de não ter participado do primeiro encontro, demonstrou flexibilidade em tentar adaptar as propostas de uma maneira artística, originalidade na apresentação de diferentes abordagens. Apesar de deixar claro que não possuía experiência com teatro ou conhecimento sobre determinado assunto químico, a mesma também estava disposta a experimentar outras coisas e tentar entender novos conceitos. Apresentou fluência em relação aos desenhos, apontando diferentes formas de relacionar Arte e Ciência por meio deles. Se mostrou	- Também foi essencial na tomada de decisão, sempre retomando o objetivo da atividade, se preocupando o tempo todo em encontrar um equilíbrio entre as duas áreas, para que a Arte não fosse apenas uma ferramenta para explicar a química. Foi bem presente na resolução dos problemas, propondo temáticas do cotidiano que poderiam ser exploradas pelas duas áreas, e também contribuiu para a organização da apresentação e do plano de aula.	- Sempre que retomava os objetivos, novas ideias surgiam ou uma reelaboração das que tinham sido propostas acontecia. Também, a aluna instigava os demais participantes e também a si mesma a encontrar elementos do cotidiano e como olhar para aquilo de uma outra forma. Ainda, a aluna buscava sistematizar as ideias do grupo de forma mais objetiva e perguntava aos demais colegas se concordavam ou não, aprimorando o trabalho em grupo. Ainda, propôs de todos darem feedback nas produções do outro, a fim de se auxiliarem na construção	- Por ter mais experiência com desenho, a aluna desenvolveu mais a ideia de desenhar o sentido que determinada palavra do universo químico remetia a cada pessoa e depois buscar relacionar isso com o visível e o simbólico aceito na comunidade científica. Por conta dessa experiência, a mesma buscava dar dicas de como deixar a imaginação fluir mais para realizar esse tipo de atividade.	- As motivações intrínsecas que puderam ser percebidas foram as experiências e conhecimentos anteriores sobre desenho e fotografia, uma positividade em buscar entender assuntos de química e de relacionar com a arte. Se mostrou disposta a criar um produto para materializar as ideias e também a expor tais ideias, mesmo achando que poderia estar fantasiando demais, o que foi bem valorizado pelo restante do grupo e acabou incentivando a mesma a propor mais ideias ainda.

	autoconfiante e dedicada em relação às abordagens artísticas, se prontificando a ajudar os alunos de química a desenvolver um olhar/interpretação mais poético ao se tirar uma foto. Também foi bem aberta ao questionamento, perguntando quando tinha dúvidas e checando com os demais integrantes do grupo se os mesmos estavam entendendo suas ideias		de suas fotografias e nas diferentes interpretações que poderiam fazer delas, enriquecendo a criatividade.		
OQ4	- Se mostrou bem aberto a novas experiências, sempre aceitando as propostas de abordagens artísticas, mesmo não possuindo experiência com isso. Também se mostrou flexível e original em alguns momentos, buscando interpretações filosóficas na química e propondo temáticas que pudessem ser abordadas nas propostas que foram surgindo.	- Por não ter tido uma participação muito ativa nas discussões, não foi possível identificar elementos de como o indivíduo resolvia problemas, tomava decisões, ou processava informações.	- Apesar de não ter tido uma participação muito ativa, o aluno buscou em alguns momentos trazer reflexões filosóficas sobre o campo da química para auxiliar na construção das ideias do grupo	- Trouxe experiências da vida acadêmica com HFC para contribuir nas discussões. Apresentou um referencial (Bachelard) da filosofia para refletir sobre a relação entre Arte e Ciência. Auxiliou com alguns conhecimentos químicos na elaboração das ideias do grupo	- Se mostrou positivo e disposto a arriscar a desenvolver todas as ideias propostas. A partir dos conhecimentos apresentados, foi possível notar uma motivação e predisposição para refletir e interpretar filosoficamente assuntos químicos e do cotidiano.
OA9	- Apesar de ter estado presente em todos os encontros, a participação da aluna foi mínima, impossibilitando a identificação desses elementos. Entretanto, vale ressaltar que a mesma esteve disposta a participar de todas as ideias proposta, indicando abertura a novas experiências.	- Não foi possível identificar tais elementos.	- Não foi possível identificar tais elementos.	- A aluna apresentou que possuía experiência anterior e mais facilidade com o desenho, podendo auxiliar nesse aspecto.	- Não foi possível identificar tais elementos, com exceção do fato de que quando o grupo propôs a atividade com desenho, a mesma se demonstrou interessada e disse que tinha maior familiaridade com esse tipo de arte.
OQ15	- Apresentou autoconfiança e tolerância ao explicar tópicos de química aos outros integrantes. Apesar de suas	- Foi essencial em prover informações sobre química e interpretações científicas que	- O principal ponto apresentado foram temas sobre química que o aluno foi sugerindo ao longo dos	- Apresentou bastante conhecimento sobre química, principalmente química computacional, sendo esse o	- Se mostrou positivo e disposto a sair da zona de conforto e explorar seu olhar mais artístico. Seu

	ideias propostas sempre terem a química como centro, se mostrou aberto e flexível em tentar adaptar tais assuntos às abordagens artísticas. Esteve sempre aberto e interessado em arriscar novas experiências.	poderiam ser feitas de elementos do cotidiano.	encontros, auxiliando os demais colegas na construção da atividade.	tema central de sua pesquisa em Iniciação Científica. Além disso, trouxe também várias informações e curiosidades do mundo da química, aprimorando a interação e participação do grupo. Tentou demonstrar um pouco de sua experiência a fim de facilitar a compreensão dos demais participantes.	conhecimento e experiência com química (bem valorizado pelo grupo) também se mostrou como uma motivação para desenvolver uma atividade com um objetivo diferente do tradicional.

Fonte: Elaborado pela autora.

Primeiramente, é importante ressaltar que os aspectos descritos no quadro anterior são pontos que puderam ser percebidos por meio das gravações, mas isso não significa que os processos internos de cada indivíduo se limitaram apenas ao que foi identificado. Apesar de a aluna OA9, por exemplo, não ter se expressado muito nos encontros e isso ter dificultado a identificação de certas características, não significa que a mesma não possua habilidades criativas, cognitivas, motivações intrínsecas, entre outros.

As características do indivíduo são um dos principais fatores que influenciam o desenvolvimento da criatividade. Seu perfil e a maneira como o mesmo conduz e responde a pensamentos e atividades, por muito tempo, foi o principal foco dos estudos voltados para a compreensão da criatividade (Alencar; Fleith, 2003).

De acordo com os referenciais da visão contextual da criatividade, quando se olha para o indivíduo, é necessário levar em consideração: suas características pessoais (que envolvem fluência, flexibilidade, originalidade, elaboração de ideias, abertura a novas experiências e à fantasia, etc.); suas habilidades cognitivas e inteligência (que se relacionam com a forma como o sujeito busca resolver problemas, tomar decisões e como processa informações); habilidades criativas (que envolvem as estratégias para a geração de ideias e o estilo cognitivo e de trabalho de cada um); seu corpus de conhecimento e experiência anteriores; e a motivação intrínseca (que envolve positividade, sentimento de valorização, disposição ao risco, concentração, experiências, etc.) que influencia e é influenciada pelos aspectos anteriores (Amabile, 1997; Csikszentmihalyi, 1988; Kneller, 1978; Sternberg, 1988; Zavadil; Tschimmel; Silva, 2016).

Ao observar as contribuições e participação de cada integrante de maneira individual, ficou claro como os pontos destacados pelos referenciais são, de fato, essenciais no processo de criação, e como isso vai estimulando a criatividade de cada um. Percebeu-se que a primeira proposta de cada integrante teve base praticamente nas experiências pessoais, que possuíam um sentido bem presente para os mesmos. Por exemplo, o teatro para a OQ13, o desenho para OA7, o museu para OA10 e a química computacional para OQ15.

Isso reforça um ponto que vem sendo discutido na pesquisa sobre como a criatividade e a imaginação estão atreladas ao conjunto de conhecimentos e experiência que cada um tem, e que quanto mais coisas experienciamos, mais material temos disponível em nosso imaginário. Quanto mais material temos, mais

ressignificações conseguimos fazer, e só conseguimos dar continuidade no processo criativo quando somos capazes de dar sentido para as coisas que criamos e que são criadas e experienciadas por outros (Vigotski, 2009). Segundo Alencar e Fleith (2003),

“[...] contribuições criativas não ocorrem no vácuo, mas estão alicerçadas em um amplo conhecimento da área em que se está atuando. [...] é necessário ter muito conhecimento sobre uma área de modo a transformá-lo, derivar implicações do mesmo e combiná-lo de diferentes maneiras” (p. 4)

Além disso, foi possível observar, também, que apesar de iniciarem as discussões trazendo suas próprias experiências, os integrantes do grupo se mantiveram dispostos a sair da zona de conforto e ter novas experiências conforme as ideias iam surgindo. Essa é uma das contribuições mais ricas que o trabalho em grupo e interdisciplinar, envolvendo pessoas de diferentes áreas do conhecimento, pode proporcionar ao desenvolvimento do processo criativo e ao aprimoramento da construção do conhecimento. Em outras palavras, esse tipo de abordagem influencia uma atitude mais ativa dos alunos.

De acordo com Novaes (1972, p. 51),

“[...] a fim de se poder criar é preciso não se estar preso a ideias preconcebidas, não repetir servilmente o ensinado e assimilado, não prosseguir num estado mecanizado de pensar ou fazer, não ter uma atenção fragmentária, devendo o indivíduo tentar sempre penetrar, perceber, delinear novas relações.

Quando nos permitimos conhecer algo novo ou buscamos encarar um determinado assunto por uma outra perspectiva, novas compreensões passam a surgir, a complexidade de sentidos que envolve um saber começa a ser visualizada e novas relações podem ser criadas a partir disso. Para a autora supracitada, “[...] a sociedade contemporânea requer dos indivíduos maior abertura para novas experiências, tolerância às constantes mudanças e ambiguidade das situações, maior ênfase no que diga respeito à estimulação e à liberação da autenticidade individual” (Novaes, 1972, p.48).

Por isso a importância do desenvolvimento de um ensino para a criatividade, buscando desenvolver um ambiente que favoreça a expressão de ideias, a comunicação, o contato com conhecimentos e perspectivas de outras áreas. Isso permitiria que novas construções, experiências, e processos mentais fossem criados e compartilhados, aprimorando essa rede do saber e a capacidade criativa. Daí o interesse em desenvolver estes estudos no Ensino de Ciências, uma vez que este se

mostra como um caminho promissor para desenvolver perfil, formas de pensar e criar que se adequem à complexidade do mundo contemporâneo.

Outro ponto interessante observado na interação dos integrantes do grupo foi que boa parte deles mostrou-se bem aberta a fazer questionamentos ao longo do processo e a expor e compartilhar suas curiosidades. Sempre quando tinham uma dúvida ou pediam por mais explicações, os demais se prontificavam a tentar explicar. Isso foi criando um ambiente mais propenso a se arriscar, por não haver julgamentos. Por vezes, o aluno OQ4 falava *“não sei se estou viajando demais”*, e os demais incentivavam a pensar fora da zona de conforto.

A curiosidade é algo essencial no processo criativo e investigativo. O mundo ao nosso redor exige ao longo da nossa vida que passemos do conhecido para o desconhecido, são as incertezas que nos despertam e nos movem, que nos tiram da zona de conforto e nos fazem conhecer novas coisas. Se envolver e se comunicar com outras pessoas enquanto resolve problemas também estimula a criatividade (Jackson, 2014).

De acordo com Jackson (2014), um dos fatores que permite e incentiva a inovação ou mudanças estratégicas de maneira não imposta é a criação de um ambiente que promove uma comunicação eficaz, honesta e significativa. Para ele,

Uma comunicação honesta e significativa é capaz de conectar as mudanças sociais e individuais, e também é o caminho para superar as barreiras entre estes diferentes universos. Não é possível transformar uma organização sem transformar os diálogos que nela ocorrem. Uma comunicação efetiva e sincera gera confiança e compreensão mútua, que são essenciais para atingir a mudança. A má comunicação ou uma falta da mesma está fadada a causar problemas e a perda da confiança. A comunicação, e principalmente, a conversa, deve estar no coração da cultura de uma organização e sua capacidade de aprender e disseminar novas aprendizagens e os valores atrelados a elas (Jackson, 2014, p. 28, tradução nossa).

Outro ponto interessante observado foram as diferentes habilidades cognitivas e criativas de cada integrante, e como foram delimitando o processo como um todo. Muitos partiram para o campo visual, tentando exemplificar suas ideias com base em exemplos já criados (imagens de exposições e obras), ou tentando realizar junto com o grupo (um aluno mostrou o programa que usava na sua iniciação científica de química computacional e foi criando as moléculas para o grupo ver ao vivo). Além disso, as personalidades mais incisivas de outros influenciaram nos momentos de tomada decisões e escolhas dentre as diversas ideias que iam surgindo. Alguns

faziam questionamentos e retomavam sempre o objetivo da atividade para direcionar as discussões e não se perderem, enquanto outros sistematizavam as ideias em um documento que todos tinham acesso e outros buscava referenciais para fundamentar as discussões.

Observando individualmente, ficou claro como tais características apareciam em níveis diferentes entre os integrantes, e olhando de um panorama geral, percebe-se como cada personalidade influenciava as demais, evidenciando nossa capacidade de responder aos fenômenos que surgem a nós. Todos os pontos aqui destacados influenciam e evidenciam a não linearidade do processo criativo – assim como do processo de construção do conhecimento.

Por fim, é importante ressaltarmos o papel desempenhado pela motivação intrínseca. Esse é um elemento fundamental que abrange tanto a dimensão individual quanto a de grupo e o ambiente, em uma relação mútua. Nesse sentido, a motivação vai influenciar e ser influenciada por essas outras esferas, interferindo, conseqüentemente, no processo criativo (Amabile, 1997; Zavadil; Tscimmel; Silva, 2016).

Segundo Alencar e Fleith (2003, p.5), “[...] motivação intrínseca diz respeito à satisfação e envolvimento que o indivíduo tem pela tarefa, independente de reforços externos, e engloba interesse, competência e autodeterminação”. Ela engloba elementos que vão determinar a maneira como o individual vai atuar frente aos desafios.

Entretanto, vale ressaltar que a motivação intrínseca também é influenciada pela parte externa ao indivíduo:

[...] embora a motivação intrínseca seja uma característica individual, alguns fatores externos e a própria atividade na qual o sujeito está envolvido são influenciadores. Além disso, o trabalho em equipe e o ambiente também afetam a motivação pessoal, que por sua vez tem um papel decisivo no processo criativo de design (Zavadil, Tschimmel, Silva, 2016, p. 196).

Essa influência intrínseca e extrínseca no processo criativo do indivíduo é um ponto que já era percebido pelos participantes do minicurso. Recordemos a última categoria de análise “Influência no potencial criativo” (Quadro 19) do questionário inicial apresentado a eles, na qual diversos aspectos como tempo, investimento, incentivo, liberdade, entre outros, foram apontados como elementos que impactavam o desenvolvimento de seus potenciais criativos de forma individual.

Ao longo dos encontros, cada participante foi demonstrando alguns dos aspectos que faziam parte de sua motivação, como o corpus de conhecimento e experiência. Houve momentos em que a fala de um despertava um gatilho em outro participante, remetendo a alguma curiosidade, vontade ou experiência do próprio indivíduo, que o fazia se interessar em saber mais ou contribuir para a ideia. Podemos ver um exemplo de um excerto onde a fala de uma aluna trouxe à tona o conhecimento da outra, contribuindo para a construção da ideia que estava sendo discutida:

CONTEXTO DA FALA: A aluna mostra a imagem de uma obra que tem a imagem de uma cadeira com a descrição dela e, ao lado dessa imagem, está exposta a cadeira real.

OA10: *tem uma obra que eu pensei agora que é de um artista conceitual, esqueci o nome dele, mas ele expõe o nome de uma cadeira, como é escrito o nome da cadeira, a descrição dela [...] Acho que a gente poderia pensar nessas três fases [...] por exemplo, pensar nessa relação da imagem e da palavra, da descrição e do próprio objeto em si, que se relaciona com as nossas primeiras questões no sentido do que é visível e do que é invisível [...]*

OQ13: *tipo, isso é uma cadeira, isso é representação de uma cadeira.*

OA10: *isso! [...] Acho que a gente poderia partir dessa provocação [...]*

OQ13: *gente, tem um modelo aqui, representacional, o modelo é o conceito de Johnstone, que é um triângulo que tem o [...] atômico e molecular, o representacional, e o macro e tangível, que é o que a gente consegue pegar.*

Além disso, quanto mais o grupo demonstrava apoio a uma certa ideia ou incentivo para que falasse mais, despertando ali um sentimento de valorização, percebia-se um maior engajamento do outro de expor suas ideias. No caso do excerto acima, por exemplo, os integrantes do grupo ficaram bastante interessados por este conceito, buscaram saber mais, e isso acabou fundamentando a atividade proposta por eles até o fim.

Ainda, os participantes, de uma maneira geral, se mostraram positivos em relação à proposta da atividade, dizendo por vezes, que gostariam de ter mais oportunidades de trabalhar em conjunto com alunos de outro curso. Essa, provavelmente, era uma vontade que pôde ser realizada, enriquecendo a motivação para a participação e, conseqüentemente, criação.

Como é possível observar, apesar de termos buscado olhar para os participantes de maneira individual e entender como as características de cada um influencia no desenvolvimento próprio da criatividade, ficou evidente que diversos elementos se relacionam, influenciam e são influenciados tanto de maneira individual quanto contextual. Em outras palavras, “[...] embora a motivação intrínseca seja uma característica individual, alguns fatores externos e a própria atividade na qual o sujeito

está envolvido são influenciadores. [...] o trabalho em equipe e o ambiente também afetam a motivação pessoal [...]” (Zavadil; Tschimmel; Silva, 2016, p. 196).

As características e o perfil do indivíduo são um dos principais influenciadores do desenvolvimento da criatividade. Segundo Alencar e Fleith (2003), até os anos 70, o foco dos estudos sobre criatividade era voltado majoritariamente para o indivíduo, mas, posteriormente, passou a considerar atributos sociais, culturais e históricos, isto é, o contexto. Sendo assim, “[...] para se compreender porque, quando e como novas ideias são produzidas, é necessário considerar tanto variáveis internas quanto variáveis externas ao indivíduo” (Alencar; Fleith, 2003, p. 2).

Portanto, voltaremos nossa atenção agora para o grupo e os processos compartilhados de maneira coletiva. A fim de alcançar o objetivo da pesquisa, o foco das análises dos três momentos do minicurso (antes, durante e final) está voltado para o aprimoramento da criatividade e da compreensão e reflexão sobre a natureza do conhecimento.

Na análise anterior, buscamos refletir sobre como as características individuais interferem no processo de criação e construção do conhecimento e ressaltar como o trabalho em grupo interdisciplinar também contribui para esse processo de desenvolvimento da criatividade. Agora, a análise irá focar nos conhecimentos compartilhados e nas conexões realizadas pelo grupo, a fim de refletirmos sobre o potencial do trabalho interdisciplinar, da relação entre Arte e Ciência e de um ensino para a criatividade no aprimoramento do processo de construção do conhecimento e da criatividade.

Na Figura 49 listamos os principais assuntos levantados e contribuições de cada integrante do grupo C ao longo dos três encontros que tiveram para desenvolver a atividade.

Figura 49 - Principais assuntos levantados e contribuições de cada integrante do grupo C.

OA10

- Interação com o espaço;
- Jogo que trabalha com os sentidos;
- Obra que trabalha com pigmentos naturais;
- Definição de cor para as diferentes áreas;
- Visualizar o invisível;
- Relacionar objetos com o invisível;
- Partir de imagens químicas para explorar a arte do desenho;
- Buscar na intuição o que essas imagens químicas nos despertam;
- Usar material do cotidiano;
- O 3D permite ver em vários ângulos, o que desperta novos sentidos;
- A química é muito abstrata, sabemos o que são as coisas, mas não sabemos explicá-las;
- Proposta de apresentar imagens e depois apresentar definições e ver como elas se relacionam;
- Importância das imagens, do visual;
- É complicado querer que o leigo veja o que o químico vê. O químico está envolto em um contexto que permite que ele veja de uma forma que o leigo não enxerga;
- Proposta de explorar as relações que diferentes pessoas fazem com a mesma palavra/conceito;
- A química vê as coisas de forma mais objetiva;
- Tema covid saturou;
- Como realizar a peça de teatro de forma remota;
- Teatro permite a relação entre pessoas e com o espaço;
- Como provocar as cenas;
- Diálogo entre um vírus e bactéria;
- Proposta de pegar palavras do nosso imaginário e os alunos teriam que encenar ou desenhar o que aquilo desperta neles;
- Explorar a palavra científica enquanto experiência e não definição;
- Comparar imagens da química com as representações que os alunos fizeram;
- Iniciar a oficina por meio de música, notícia, imagem;
- Exemplo de uma exposição que relaciona o que é real e o que é representação;
- Como articular representação, conceito e real;
- Usar essa relação do visível e invisível como estopim da atividade;
- Abordagem triangular na arte (Relação entre contexto, prática e leitura de imagem);
- Covid e pandemia;
- Relação com visível e invisível;
- Química computacional;
- Abordagem triangular;
- Representações e imaginação para enxergar o não visível;
- Capacidade de representação e imaginação;
- Química, Arte e Ciências na nossa vida;
- Jogo teatral e desenho;
- Não se limitar a sala de aula;
- Estruturas de jogos teatrais;
- Elementos para descrever o jogo;
- Exemplo de jogo que usa o corpo e de questionamentos para a atividade;
- Aspectos para mediar jogos teatrais: intuição, transformação, instrução e avaliação;
- Estar aberto para o inesperado;
- Jogo ajuda identificar características dos grupos;
- Proposta de escrever situações cotidianas que envolvem química e arte (ex. museu de ciências);
- Atividade fictícia envolvendo tema museu e criação de cena;
- Obra chamada "silêncio" (algo invisível);
- Releitura do conceito por meio do jogo teatral;
- Jogos teatrais num sentido mais livre, para exercitar a expressão;
- Desenho também poderia ser construção de cena em formato HQ;
- O encontro entre as representações "reais" e as criadas pelo público;
- Usar a obra de arte para introduzir o assunto;
- Proposta de escolher uma imagem do banco da química computacional e tentarem desenhar a partir disso;
- Agrotóxicos;
- Trabalhar com a palavra cultura;
- Abordagem reversa, temas de arte com interpretações/desenhos da química;
- Não ficar só na esfera da representação, e usar o corpo também;
- A proposta é permitir que eles "viagem" (liberdade na expressão) e não medir nível num sentido de certo ou errado;
- A problemática seria trazer para o visível poético, palavras que representam o que não podemos ver;
- Não usar a arte pra falar de química;
- Relação visível e invisível e construção de acervos na escola com fotografia, explorando a química do cotidiano;
- A química muitas vezes é ensinada muito apartada do cotidiano;
- Como arte e química podem aprender uma com a outra;
- Esse equilíbrio entre Arte e Ciência depende do professor que estiver mediando. Depende do conhecimento que se tem de cada área;
- A proposta está muito voltada para a alfabetização visual;
- A alfabetização visual está a serviço não só das artes mas das outras áreas também porque envolve olhar e observar o mundo e a natureza;
- Superar a fragmentação e buscar uma proposta que transite entre as áreas;
- Fazer um acervo que possa ser explorado tanto na aula de química quanto de arte;
- Os líquens das árvores se relacionam com a pureza do ar;
- Poluição;
- Fotografia envolve luz, explorar diferentes formas;
- Relacionar combustíveis com poluição;
- Experimento de fazer uma lanterna de lava caseira (um tipo de mistura);
- Para cada foto tirada, pensar a potencialidade dela;
- A química das conservas;
- O processo vai e vem e o tempo curto acaba dificultando;
- Fotografia como processo exploratório;
- Educação visual está muito em alta no ensino;
- Ensinar como usar o celular para isso;
- Não tem como explorar muito a fundo a ideia química se a gente não partir da observação dos fenômenos para fazer alguma ligação;
- Museu não é algo estático;
- Criação de acervo faz parte da ideia de museu que pode ser a escola;
- A proposta une o exploratório e o estético;
- O museu pode ser imaginário, virtual, uma exposição real;
- Se o foco for um assunto específico de química, esvazia um pouco a interpretação artística daquilo;
- Professores diferentes farão interpretações diferentes porque possuem experiências diferentes;
- O trabalho interdisciplinar requer diferentes olhares para as coisas.

OA7

- Teatro científico;
- Visível e invisível;
- Johnstone;
- Imaginar as situações cotidianas seria a ponte entre arte e ciência;
- Propõe seguir o roteiro da atividade e delimitar o assunto;
- Dentro da instalação estaria a proposta teatral da atividade;
- Apresentar palavras de química para o público desenhar;
- Apresentar os modelos já existentes e estimular a discussão sobre o tema;
- Trabalhar com as imagens e ter algumas propostas diferentes, uma com desenho, outra com teatro;
- Apresentar materiais diversos, ideias, desenhos e abrir para outros públicos interpretarem;
- Apresentar o desenho como ferramenta pra trazer o visível pro invisível;
- Exemplo de ideias de desenho (cadeia carbônica);
- Proposta de algumas palavras (proteína, mol, massa, cadeias carbônicas, molécula, composto);
- Ideia de fazer os desenhos numa linha mais cômica, deixar rolar a imaginação;
- Ajudar o público a entender a diferença de sentido das palavras nas áreas;
- Proposta do plano de aula e dinâmicas, produto serão os desenhos;
- Propõe focar apenas na proposta da dinâmica de desenhos, sem o teatro, por conta do produto;
- O desenho é o suficiente para ir além nessas dimensões;
- Ideia de observar o nível de aproximação com o real (dos desenhos feitos), mas sem julgar;
- O que esperamos que as pessoas percebam?;
- Prefere a ideia de desenhar outros temas sugeridos do que os já prontos para estimular mais a criatividade;
- O que diferencia a abordagem? Possibilita múltiplas interpretações;
- Reflexão sobre o submicro e macro na arte;
- Problemática a ser resolvida;
- O que esperam que as pessoas compreendam no final da atividade?;
- Cuidado para não usar a arte apenas de forma utilitária;
- É possível relacionar química com fungos?;
- Explorar fungo visto em casa;
- Como o líquen se relaciona com a pureza do ar;
- Sal rosa e sal branco, diferença de composição;
- Pensar em como compor a foto de forma mais poética;
- Fazer feedback das fotos de cada um;
- Todos ajudam na interpretação das fotos;
- Uma atividade dessa natureza leva tempo, é complexa;
- Alunos de arte podem auxiliar os alunos de química a escolher ângulos ou explorar ideias para tirar as fotos;
- Se a foto for esteticamente pensada dá para trabalhar mais elementos;
- Exercitar o olhar para o cotidiano alcança melhor o equilíbrio entre as duas áreas;
- Museu de ciência não tem a mesma proposta de um museu de arte;
- O acervo em sala de aula rompe com essa diferenciação;
- Escolher um tema específico apenas e fazer uma série de fotos sobre o mesmo assunto;
- Buscar um sentido filosófico nas fotos.

OQ15

- Divulgação científica e química computacional;
- Ligações químicas;
- Proteínas e moléculas;
- Química do covid;
- Banco de dados de desenhos de proteínas;
- Proposta de trabalhar na peça com um vírus fictício;
- Proposta de falar das sensações, a química dos sentimentos;
- Acrescenta no chat ideia do pão sem química;
- Experiência com HFC em aula para desenhar um cientista;
- Experiência, com interpretação de imagem e indução de sentidos;
- Ideia de apresentar imagens e fazer esse exercício de interpretação similar à experiência;
- Explicação sobre o software que usa;
- Temas sugerido: compostos de fármacos ou vírus;
- Ligações químicas e tabela periódica;
- Montagem de moléculas do cotidiano;
- A química não é só uma disciplina, está presente em toda a nossa vida;
- Arte não está separada da química;
- Dá para falar de fungos na produção da cerveja, as leveduras;
- Química do pão;
- Combustão, queimadas;
- Sal do Himalaia vem de uma rocha, envolve mineralogia;
- Conteúdo sais na química;
- Dá para trabalhar com ferrugem, oxidação, algo bem presente no cotidiano;
- Misturas homogêneas e heterogêneas;
- Retratar o tema de remédios;
- Conservação de alimentos, carne com sal;
- Modelo atômico usando comida (como o panetone).

OQ4

- Bachelard (a própria química sendo um artefato artístico);
- Modelos de moléculas orgânicas;
- Modelar nas artes plásticas e modelo científico;
- Proposta para alunos criarem modelos a partir de imagens da química computacional;
- Proposta de encenar no teatro o drama sobre tentar visualizar e entender algo que não vemos;
- Proposta de focar mais na troca do que na transmissão de informações;
- Trazer humor para a abordagem;
- Espaço formal ou não formal;
- O vírus do covid metido porque está em alta e o da poliomielite que nem liga mais (ideias de cena);
- Mais equilíbrio entre arte e química;
- Pensar na motivação, no porquê da atividade;
- O visível do vírus seriam as consequências (uso de máscara, o respirador);
- Atividade representa o referencial teórico do grupo;
- É preciso delimitar a proposta;
- Tentar simplificar e conectar as ideias;
- Bachelard – razão instrumental;
- Visível e invisível se relacionam muito com as discussões em aula;
- Desenvolver uma instalação (objeto) para ser gatilho da atividade;
- Desmistificar a ideia de que os modelos são as representações reais;
- Ideia de fazer um diálogo reverso com temas de arte e buscar relações com conceitos de química;
- Usar o humor/ironia atraindo mais;
- Temas propostos: o que é natural e o que tem química na alimentação;
- Elemento é uma boa palavra para trabalhar na atividade.

OQ13

- Teatro;
- Divulgação científica;
- Peça de Copenhagen;
- Juntar teatro e pigmentação;
- Visualizar o micro em objetos do dia a dia;
- Tornar visível torna mais palpável;
- Partir do cotidiano do aluno;
- Fazer a peça de teatro dinâmica com o público;
- Como transpor a ideia para o ensino;
- Dinâmicas teatrais;
- Fazer crítica social dependendo da temática;
- Público alvo;
- Triângulo de Johnstone;
- Processo avaliativo, os alunos podem usar o triângulo de Johnstone para classificar os elementos da fotografia;
- O objetivo da proposta condiz mais com fotografar vários assuntos;
- Trabalhar vários assuntos na fotografia permite o aluno explorar mais a imaginação;
- Modelo de plano de aula e currículo paulista.

OA9

- Ter um ponto de partida para iniciar a dinâmica;
- Objetivo da atividade;
- Sugere usar as próprias habilidades para desenhar as imagens;
- Fazer duplas faz com que facilite ver como as pessoas interpretam diferente.

A criatividade é um fenômeno complexo que se manifesta de várias formas e é influenciada pelo contexto em que as pessoas estão inseridas. Nesse sentido, as interações com pessoas e com o ambiente são fundamentais no desenvolvimento tanto do conhecimento quanto do aspecto criativo. Um dos pontos que chamamos a atenção é para o trabalho em grupo.

O compartilhamento de conhecimentos em grupo desempenha um papel fundamental na promoção e ampliação da criatividade. Esta perspectiva é sustentada por nossos referenciais (Amabile, 1997; Csikszentmihalyi, 1988; Sternberg, 1988; Woodman; Sawyer; Griffin, 1993; Zavadil, Tschimmel, Silva, 2016), cujas obras têm destacado a importância da interação social e da troca de ideias para o desenvolvimento de novas abordagens e soluções inovadoras.

Segundo Zavadil, Tschimmel e Silva (2016, p. 201),

Os indivíduos quando trabalham em grupos (de projeto, neste caso), serão afetados pelas características do grupo, como a diversidade entre os membros, o tamanho e a coesão entre a equipe, além da confiança e a interdependência positiva entre os sujeitos. É importante considerar também os conhecimentos e processos que são compartilhados, formando modelos mentais comuns que podem contribuir para o processo coletivo de criação, bem como a comunicação entre o grupo. Esses aspectos irão afetar a motivação para o trabalho em equipe, que por sua vez irá influenciar e ser influenciada pela motivação intrínseca dos indivíduos.

De acordo com os autores supracitados, quando há uma tarefa em comum para ser realizada por um grupo composto por diferentes indivíduos, isto é, enquanto um sistema coletivo, este grupo está mais propenso para ser criativo. Todos os elementos citados acima são essenciais para o desenvolvimento desse trabalho em grupo, mas gostaríamos de chamar a atenção para os conhecimentos compartilhados.

Uma das principais razões para valorizar o compartilhamento de conhecimentos em grupo é sua capacidade de estimular a diversidade de perspectivas e experiências. Quando indivíduos com diferentes formações e habilidades se reúnem, o repertório de ideias e as possibilidades de combinação e recombinação de informações são potencializadas. Essa diversidade de ideias é crucial para romper com padrões convencionais de pensamento e encontrar soluções inovadoras para problemas complexos (Alencar; Fleith, 2003; Csikszentmihalyi, 1988, 2014).

Como é possível observar na Figura 49, diversos foram os assuntos discutidos pelos integrantes do grupo. A experiência de cada um e a área de domínio dos mesmos se fizeram muito presentes. O tema de pesquisa ou de iniciação científica de

alguns alunos foi a primeira proposta dos mesmos, e durante suas explicações sobre esses assuntos específicos, tais alunos assumiam um papel de liderança para apresentá-los aos demais, a fim de que eles pudessem entender algo que, para eles, era mais comum, uma vez que já trabalhavam com isso. Esses momentos geravam discussões, questionamentos, despertavam a curiosidade e permitiam que os outros alunos tivessem insights e conectassem aqueles assuntos a novas ideias. Apesar de cada aluno contribuir mais com informações de sua própria área, a discussão interdisciplinar fazia com que os mesmos buscassem ligações com os outros temas em suas experiências ou saberes extracurriculares, corroborando o que foi dito anteriormente sobre como essas relações e a troca de conhecimentos potencializa conexões que não foram pensadas antes.

Outro aspecto relevante do compartilhamento de conhecimentos em grupo é sua capacidade de promover a aprendizagem coletiva. À medida que os membros do grupo compartilham suas experiências e conhecimentos, ocorre uma difusão de expertise que beneficia todos os envolvidos. Esse processo de aprendizagem mútua fortalece os laços interpessoais dentro do grupo e auxilia na criação de um ambiente seguro e favorável para a expressão de ideias.

Quando partimos da visão contextual da criatividade e consideramos o ambiente, podemos falar tanto do ambiente criado para desenvolver um ensino para a criatividade, como o minicurso proposto por esta pesquisa, que considerou o máximo de elementos importantes para desenvolver isso, quanto do ambiente que o próprio grupo cria para si, frente às características pessoais de cada um e de como encaram a atividade. No caso desse grupo, os integrantes estavam abertos e dispostos a aprender coisas novas e a ouvir o outro. Todos sempre incentivavam os demais a expor suas ideias, tentando relacionar as diferentes propostas e tomando cuidado para manter o equilíbrio entre as duas áreas. Segundo Alencar, Fleith e Pereira (2016), a insegurança, o medo do julgamento, entre outras coisas, podem ser barreiras no desenvolvimento do conhecimento e da criatividade, pois a liberdade para explorar e arriscar é essencial para estimular esses processos. Portanto, esse ambiente favorável construído pelos próprios alunos foi fundamental para a pluralidade de conhecimentos trocados entre eles.

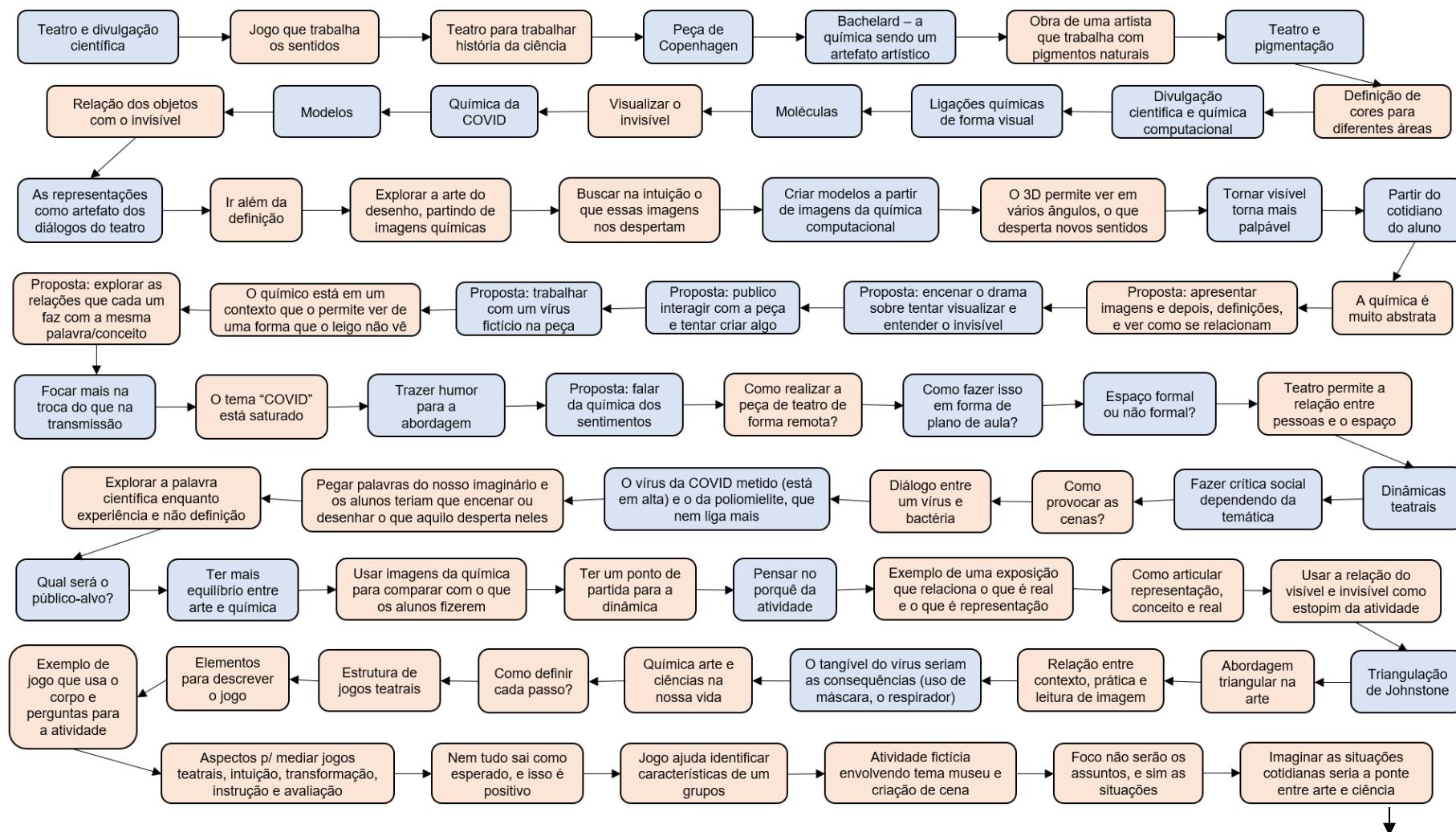
É importante ressaltar que apesar de ser muito importante o compartilhamento de diferentes conhecimentos entre pessoas variadas, isso também pode ser um desafio. Conflitos interpessoais, falta de comunicação eficaz e divergências de opinião

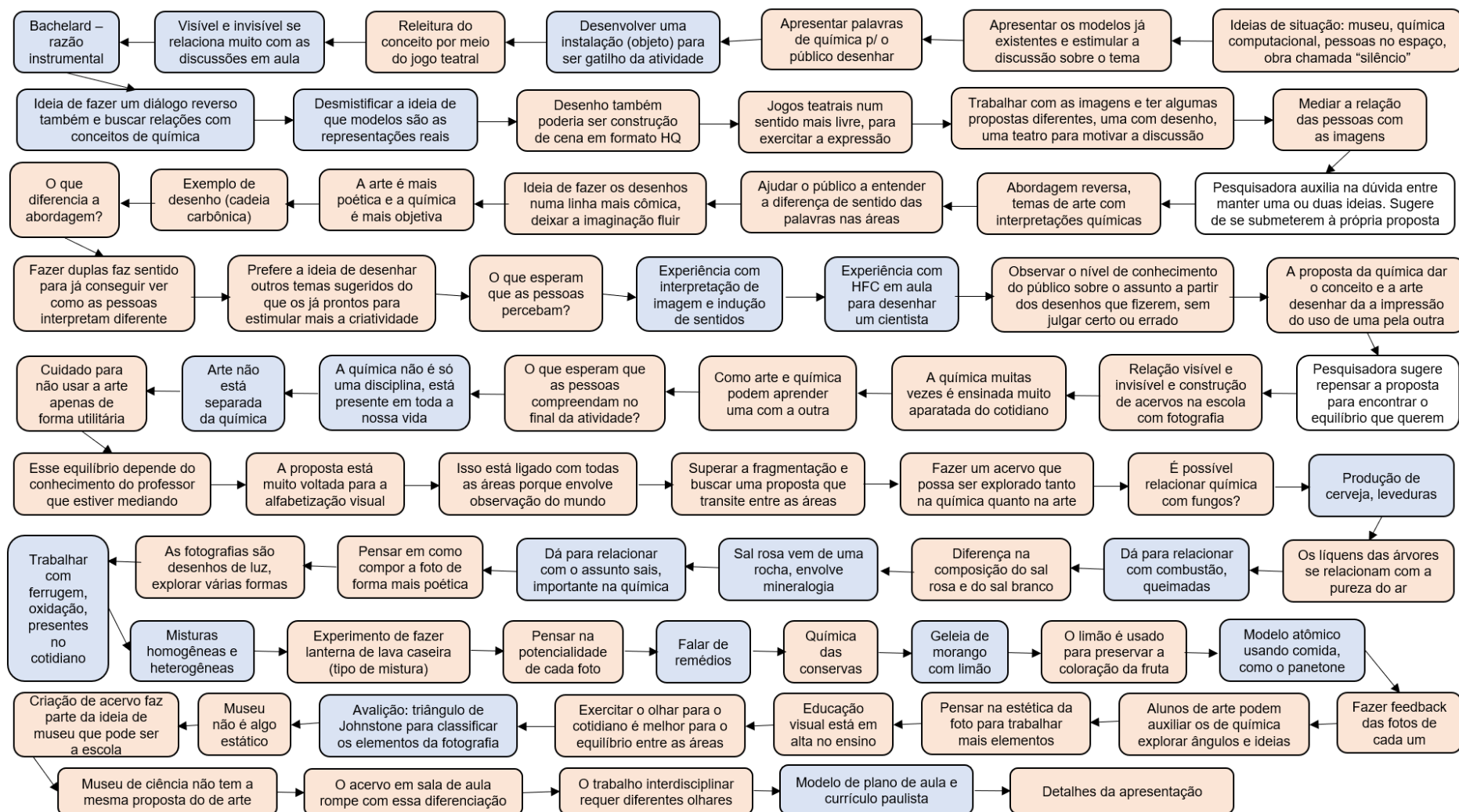
podem surgir e prejudicar o fluxo criativo. Além disso, ter um amplo conhecimento sobre algo pode te permitir fazer novas associações, mas também pode dificultar que a pessoa construa uma outra perspectiva sobre seu domínio. Portanto, é fundamental cultivar uma cultura de respeito, empatia e abertura ao diálogo e a novos olhares, a fim de superar obstáculos e promover um ambiente colaborativo e produtivo (Alencar; Fleith, 2003).

Em suma, o compartilhamento de conhecimentos em grupo favorece um ambiente propício para a colaboração e a construção conjunta de ideias. A interação entre os membros do grupo permite que ideias iniciais sejam refinadas e aprimoradas através do debate e da reflexão conjunta. Esse processo iterativo de feedback e revisão é essencial para o desenvolvimento de ideias robustas e bem fundamentadas.

Para tornar visível os processos compartilhados pelos alunos (azul os de Química e laranja os de Artes Visuais), ou seja, o modelo mental (Woodman, Sawyer e Griffin, 1993) desenvolvido pelo grupo, representamos o fluxo de todas as ideias trocadas ao longo de suas discussões (Figura 50). Esse modelo mental representa o processo de construção das ideias em grupo em um formato visual, facilitando a compreensão de como os alunos foram desenvolvendo a atividade e a diversidade e complexidade de ideias que surgem e se constroem nesse contexto interdisciplinar. É nessa troca que a criatividade e a imaginação se fazem muito presentes e necessárias.

Figura 50 - Fluxo de todas as ideias trocadas ao longo das reuniões do grupo.





Fonte: Elaborado pela autora

A figura apresentada teve o intuito de demonstrar o processo de construção desenvolvido pelo grupo tanto do produto quanto dos conhecimentos ali contidos. Apesar de ter sido apresentado na ordem em que cada informação foi sendo dada, esse processo não é linear. Como é possível conferir, várias ideias iam sendo retomadas e refinadas a partir das interações e das novas informações que eram dadas, formando uma rede de conexões (desenvolvimento de um pensamento complexo).

Assim como o processo de construção do conhecimento, o processo criativo também é dinâmico e complexo, envolvendo constante associações, dissociações e modificações (Vigotski, 2009). A criatividade é um fenômeno multifacetado que envolve uma interação complexa entre processos mentais individuais e influências contextuais. O compartilhamento de processos mentais em grupo emerge como um elemento crucial na promoção e no desenvolvimento da criatividade.

Woodman, Sawyer e Griffin (1993) e Csikszentmihalyi (1988, 2014) destacam a importância da interação social e da troca de ideias na geração de insights criativos. O primeiro ressalta como a discussão e o debate entre os membros do grupo podem levar a novas conexões e perspectivas, desencadeando o pensamento criativo. Já o segundo, aponta para a importância do fluxo, no qual os indivíduos estão imersos em uma atividade desafiadora e envolvente, para a manifestação da criatividade. O compartilhamento de processos mentais em grupo pode criar um ambiente propício para a emergência desse estado, estimulando a colaboração e a concentração em objetivos comuns.

Ao olhar para o fluxograma da Figura 49, fica claro como as diferentes formas de pensar se complementam e como isso potencializa o movimento de buscar novas soluções. As contribuições tanto dos alunos de Artes Visuais quanto de Química foram se costurando ao longo do processo ao invés de serem excludentes, corroborando o pensamento de Bachelard (1974) de que os diferentes saberes não precisam ser opostos, devemos buscar a complementaridade entre eles para alcançar novos olhares.

Ao unir alunos de Artes Visuais e Química, essa pesquisa buscou demonstrar como a diversidade de perspectivas e habilidades dentro de um grupo pode enriquecer o processo criativo e de construção do conhecimento. Acompanhando as discussões, percebe-se a preocupação de um olhar mais humano e filosófico (reflexão sobre si e sobre o espaço, por exemplo) para com a construção da ideia como um

todo. Além do estímulo constante em tentar pensar sob outra perspectiva, algo que não é muito comum no Ensino de Ciências.

Um trabalho de natureza interdisciplinar permite que os alunos tenham momentos de explorar, experimentar, debater e refletir, isto é, auxilia no desenvolvimento de um papel mais ativo do aluno no seu próprio processo de formação. Construir uma ideia em conjunto evidencia a não linearidade da construção do conhecimento e a importância disso, uma vez que permite a revisão e o aprimoramento contínuo das ideias, levando a insights cada vez mais profundos e inovadores.

Isso ressalta a importância do papel do ambiente, isto é, quando a interdisciplinaridade e a criatividade são visadas como um todo pelo contexto educativo e não em momentos específicos. Todas as etapas do minicurso foram essenciais. Por meio desta figura como fluxo das ideias compartilhadas, percebe-se a influência dos conteúdos e discussões desenvolvidas nas aulas teóricas, como por exemplo: a relação do visível e invisível, a triangulação de Johnstone, relação com o cotidiano, além da atividade em si que incluía essa interpretação mais filosófica.

Ainda, ao partir da noção da complementariedade dos saberes, assim como foi possível perceber nesse trabalho conjunto entre alunos de Artes Visuais e Química, fica claro como a interação entre diferentes grupos evidencia a diversidade de perspectivas e conhecimentos. Além disso, demonstra a importância da criação de um ambiente que propicie tais relações, a expressão da criatividade e do pensamento crítico. A construção coletiva do conhecimento é um caminho importante de ser explorado no enfrentamento dos complexos desafios do nosso século.

Enquanto pesquisadora do Ensino de Ciências, um dos pontos mais interessantes observados ao longo do minicurso foi a interação entre alunos de Artes Visuais e de Química, e como a perspectiva artística pode contribuir para a compreensão da natureza. Apesar de estudar e pesquisar sobre essa relação, enquanto discente nunca cheguei a ter esse tipo de experiência, e poder ver essas construções interdisciplinares acontecendo fez com que cristalizasse aquilo que os referenciais e a própria tese defendem.

Como afirma Araújo-Jorge (2007, sp.) existe “[...] um importante elo nas relações entre Arte e Ciência: a Arte pode sensibilizar a percepção, via expansão de nossos sentidos, de nossos olhares, e nos facilitar o encontro de novas ideias e soluções”. Isso condiz com o que foi observado no minicurso. Além de conhecimentos

de natureza mais teórica, os alunos de Artes Visuais também contribuíram para um olhar mais sensível e mais humano, por exemplo: trabalhar os sentidos; refletir sobre como outras áreas compreendem o mesmo assunto; ir além da definição, focar na experiência; explorar a intuição; reflexão sobre o corpo e o espaço; exercitar o olhar sobre o cotidiano; estar aberto para o inesperado; reflexão sobre o erro; preocupação com a liberdade em se expressar; a importância da alfabetização visual para todas as áreas; superar a fragmentação; exemplos de como buscar outros sentidos para o que é visto além da definição científica.

Exatamente por buscar desenvolver esses outros olhares e formas de encarar o conhecimento e a natureza no Ensino de Ciências que essa pesquisa buscou explorar a interdisciplinaridade com as Artes. Morin (2007) reflete sobre a diferença da cultura das humanidades e a científica. Segundo ele,

A cultura das humanidades fundamenta-se na história, na literatura, na filosofia, na poesia e nas artes. Em sua essência, ela transmitia a aptidão para a abertura e para a contextualização. Além disso, favorecia a capacidade de refletir, de meditar sobre o saber e, eventualmente, integrá-lo em sua própria vida para melhor esclarecer sua conduta e o conhecimento em si. [...] A cultura científica é uma cultura de especialização, que tende a se fechar sobre si mesma. Sua linguagem torna-se esotérica, não somente para o comum dos cidadãos, mas também para o especialista de uma outra disciplina. O saber em si mesmo cresce de forma exponencial e não pode ser abarcado por nenhum espírito humano. Através deste fantástico desenvolvimento da cultura científica, assiste-se a uma perda da reflexividade sobre o futuro da ciência e a natureza da ciência humana (Morin, 2007, p. 59).

Para o autor supracitado, a separação entre essas culturas apenas prejudica a nossa cultura como um todo. Um caminho para superar isso é por meio da Educação, principalmente por meio da formação de professores. O Ensino de Ciências precisa ir além dos conceitos, é necessário permitir que novos sentidos sejam criados a partir do que é apresentado, isto é, que outras dimensões do conhecimento sejam exploradas (histórica, social, criativa, humana, cultural, entre outras) (Sá; Santin Filho, 2016).

Além disso, como aponta Snow (2015), é preciso que os diferentes grupos se comuniquem, e a Educação também é um caminho para a superação disso. Essa comunicação se faz necessária, pois, como afirma Morin (2007), e como pôde ser observado no minicurso, ir além da fronteira da disciplinarização acontece, por vezes

“[...] quando o olhar ingênuo de um amador estranho à disciplina resolve um problema cuja solução era invisível a ela própria. O olhar ingênuo que, evidentemente, não conhece os obstáculos que a teoria existente estabelece

para a elaboração de uma nova visão pode, geralmente por caminhos erráticos, permitir-se esta visão (Morin, 2007, p. 40).

Em suma, como a aluna OQ13 expõe no excerto: *“Nossa! Se toda aula nossa, inclusive na faculdade, a gente fizesse trabalhos artísticos juntos, seria mais fácil e inspirador”*, é importante que os licenciandos experienciem tais abordagens, encontros e relações interdisciplinares logo em sua formação.

A seguir, iniciaremos o último tópico de análise que se refere ao final do minicurso, no qual as propostas dos alunos serão apresentadas, assim como as reflexões finais sobre todo o processo.

4.4 Análise do final do minicurso

No último encontro realizado, todos os grupos apresentaram suas propostas. Cada apresentação durou cerca de 30 minutos e, entre elas, um feedback foi feito pela pesquisadora para cada grupo, além de abrir espaço para que os demais alunos comentassem também.

No Quadro 22 apresentaremos os detalhes das propostas de cada grupo com base nas apresentações dos mesmos e também do plano de aula entregue.

Quadro 22 - Detalhes das propostas elaboradas por cada grupo.

	Objetivos	Público-alvo	Tempo	Tema	Conteúdos abordados	Produto	Avaliação
Grupo A	- Compreender questões teóricas do abstracionismo; diferenciações entre obra figurativa e abstrata, principais artistas e conceituações do movimento; - Desenvolver uma obra referente ao abstracionismo informal passível de reação química; - Desenvolver a habilidade do aluno de identificar o pH dos compostos e substâncias, pela mudança de coloração; - Relacionar o experimento com os conteúdos de arte e química.	2º ano do EM	2 semanas (4 aulas, sendo duas aulas sequenciais)	Química e artes: Nosso mundo em cores	- Abstracionismo informal (Liberdade e autonomia criativa da gestualidade; possíveis interpretações em relação a obra desenvolvida) - pH (Escala de pH e cores do indicador de repolho roxo; neutralização entre as ácidos e bases) - Pigmentos de alimentos e produtos do cotidiano (sensações diferentes em relação às cores obtidas)	Os alunos fizeram uma pintura abstrata por meio dos pigmentos que retiraram de alimentos e produtos e foram mudando as tonalidades conforme o pH.	A avaliação irá ocorrer de maneira processual: 3 pontos para o processo de confecção da obra em si, 3 pontos para a discussão em sala de aula e 4 pontos para o relatório. O relatório será individual, devendo conter fundamentação teórica, materiais e métodos, resultados e discussões, além da conclusão. Assim, os alunos deverão correlacionar os conceitos químicos e artísticos. Como maneira de recuperação, os alunos deverão construir um mapa mental sobre o experimento e o resultado final da obra.
Grupo B	- Identificar e compreender as principais características de ligações metálicas; - Relacionar o objeto de conhecimento da Química com obras artísticas; - Evidenciar a importância de conhecer as propriedades dos materiais tanto na Ciência quanto nas Artes; - Divulgar arte nacional; - Correlacionar os conceitos aprendidos com situações cotidianas.	1º EM	2 aulas de 45 minutos	Ligas metálicas na arte e na química	- Principais características das propriedades das ligações metálicas e a importância de saber isso na Arte e na Ciência, como: boa condutibilidade elétrica e térmica; maleabilidade; ductilidade; altos pontos de fusão e ebulição; resistência à tração; brilho metálico. - Contexto das obras de Lygia Clark (pintora e escultora brasileira); - Quais materiais eram utilizados pela artista.	Releitura da obra "Os Bichos" de Lygia Clark. Desenvolveram uma escultura de liga metálica para exemplificar as propriedades do material de forma visual, além de trabalhar os sentidos artísticos da obra.	A avaliação consiste no desenvolvimento de obras em formato de bichos utilizando materiais que remetem à metais. Primeiramente, os alunos devem desenvolver seu projeto utilizando papelão, e depois devem desenvolvê-lo utilizando papel cartão laminado, fazendo referência aos metais. O objetivo da atividade é proporcionar, de uma forma lúdica, que o aluno relacione os conceitos de ligação metálica e o desenvolvimento de obras utilizando metais.
Grupo C	- Expor a diversidade de olhares e processos de exploração visual do cotidiano dos estudantes;	EF ou EM	Projeto interdisciplinar sem tempo determinado	Laboratório Visual Artístico Científico:	- Técnicas de fotografia, terra, líquens, remédio, líquidos e misturas, conservas, oxidação.	Criar um acervo fotográfico virtual, que seja alimentado pelos estudantes,	- Acompanhamento da evolução do processo de ensino-aprendizagem: trabalho em grupo, observando o desenvolvimento sobre o tema e outras habilidades

	- Estimular a observação de conteúdos das aulas de química (misturas, fenômenos naturais, processos químicos) e artes (fotografia, composição, cor, ângulo, criação de imagens) fora da sala de aula; - Estimular e aprimorar a utilização do smartphone envolvidos em processos pedagógicos e artísticos como a fotografia.			Acervo em construção	- A química e a arte do cotidiano.	com o intuito de desenvolver o olhar fotográfico e a prática de explorar e perceber a natureza, o cotidiano e seus fenômenos.	desenvolvidas, como a conversação, argumentação, etc; - Ao longo do processo de aprendizagem, a avaliação será cumulativa, contando pontos da participação do aluno nas atividades propostas, a apresentação das fotos, e um mapa conceitual com uma questão problema desenvolvida durante as aulas que será mencionado aos alunos como forma de avaliação final e desenvolvido desde o começo das atividades junto ao educador, podendo ser entregue até o final do mês.
Grupo D	- Estudar a história e as propriedades gerais da radioatividade; - Simular o decaimento alfa e beta de elementos radioativos; - Pesquisar aplicações da radioatividade no cotidiano; - Compreender concepções alternativas sobre o tema; - Estimular a imaginação ao tentar personificar o conceito.	9º Ano do EF II	Duas aulas sequenciais	Radiação ionizante	Radioatividade, cotidiano e desenho.	Criação de personagens em movimento (no modelo de gif) para representar de maneira animada o conceito de radioatividade.	Como avaliação os alunos terão que fazer uma representação da radioatividade criando um personagem e que será entregue na próxima aula.
Grupo E	- Identificar e nomear as funções inorgânicas; - Equacionar e nomear reações químicas em que as funções interagem entre si; - Aplicar o conceito de eletronegatividade com o surgimento das primeiras funções inorgânicas; - Estimular a imaginação e criatividade por meio do desenvolvimento de narrativas e criação de personagens.	1º ano do EM	2 aulas sequenciais	Óxidos (Cartilha "Planeta Primitivo")	- Funções orgânicas; - História da vida no planeta terra; - Representação alternativa artística e gráfica das funções inorgânicas.	Criação de uma cartilha contendo narrativas e personagens que fazem referências às funções orgânicas. Envolveu conteúdos históricos e químicos (origens da vida no planeta terra e a participação dos óxidos nesse fenômeno).	Desenvolvimento das propostas da cartilha como parte de uma avaliação formativa.

Fonte: Elaborado pela autora.

Todas as propostas foram voltadas para a sala de aula. Apesar de terem tido a opção de criarem o produto e interpretá-lo enquanto uma pesquisa, isto é, apresentando o objetivo daquilo, suas contribuições e limitações (algo mais focado no produto em si), todos os grupos optaram por desenvolver o produto enquanto um plano de aula. Sendo assim, o foco foi em como aquilo poderia ser aplicado em sala de aula, e as limitações e contribuições para o ensino, algo mais focado no processo como um todo.

Por conta disso, embora o Grupo C tenha sido escolhido para ser analisado mais detalhadamente, buscamos trazer no Quadro 22 todas as propostas, a fim de contribuir para a divulgação e inspiração de ideias criativas e interessantes, que buscam explorar a relação entre Arte e Ciência na Educação Básica e que podem ser colocadas em prática por professores de ambas as áreas.

O Grupo A buscou relacionar a pintura abstrata com o pH (Figura 51). A pintura abstrata trabalha muito com intuição e sentimento, e os alunos buscaram encontrar uma forma de trabalhar com o inesperado, que despertaria mais tais emoções. No caso, seria trabalhar com cores cujas tonalidades pudessem ser modificadas, gerando uma nova obra. Portanto, a emoção do inesperado seria trabalhada por meio da descoberta das tonalidades enquanto realiza a pintura abstrata que se pauta na exploração dessa intuição. Para isso, os alunos teriam que compreender o conceito de pH e os indicadores, para que também manuseassem de forma objetiva e intencional, isto é, escolher os indicadores que corresponderiam à intenção artística da obra que queriam desenvolver. A proposta seria uma maneira de interagir, criar, visualizar e melhor entender tanto uma produção artística quanto a noção de pH.

Figura 51 - Proposta apresentada pelo Grupo A.

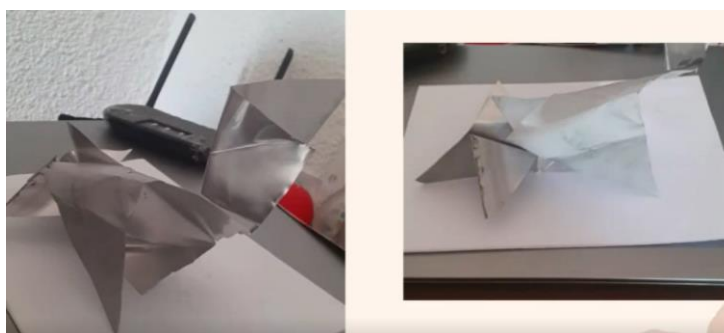


Fonte: Arquivo da autora.

O Grupo B buscou explorar a temática das ligas metálicas (Figura 52), uma vez que, muitas vezes, nas Artes, é necessário conhecer as propriedades químicas e físicas de certos materiais para serem pensados, objetivados e manuseados durante o processo. Além disso, na química é interessante explorar de maneira prática e visual as diferenças entre os variados materiais, a fim de facilitar a compreensão dos conceitos envolvidos. O grupo iniciou a apresentação realizando uma dinâmica com a turma, em que eles apresentavam diversas obras de arte e representações científicas com a temática dos metais e, a cada imagem, o restante da turma escrevia no chat o sentido que eles tiravam daquilo. Esse começo teve o intuito de despertar e refletir sobre os diferentes sentidos e interpretações que as imagens podem proporcionar.

Após cada imagem, o grupo também apresentava o conceito e interpretação por trás de cada uma (de acordo com o artista que criou ou da teoria em si). Além disso, a partir das interpretações da turma, o grupo trabalhou algumas concepções alternativas, como a de sempre relacionar metal com algo muito pesado. Posteriormente, o grupo discorreu sobre Lygia Clark, uma das mais importantes artistas brasileiras do século XX, e algumas de suas obras, como “Os Bichos”, que eram esculturas em metal com partes unidas por dobradiças, permitindo serem manipuladas pelo público. Por fim, o grupo tentou fazer uma releitura dessa obra, criando uma escultura e apresentando as propriedades dos metais importantes de serem compreendidas para realizar uma obra dessa natureza, além de interpretações artísticas que essa obra poderia gerar.

Figura 52 - Proposta apresentada pelo Grupo B.



Fonte: Arquivo da autora.

O Grupo D buscou relacionar radioatividade e animação (Figura 53). Os alunos criaram um desenho em formato de gif (que gera movimento) para trabalhar a temática de radioatividade (estabilidade e instabilidade). Na proposta, os alunos teriam que tentar transformar em um desenho/personagem os conceitos trabalhados em aula.

Uma das limitações apontadas pelo grupo foi a possibilidade de gerar concepções equivocadas sobre o assunto por conta da animação, portanto, haveria o desafio de deixar claro que aquilo seria uma representação, e não o real. Essa reflexão entre o que é real e o que é interpretação também é algo que se faz dentro da arte.

Figura 53 - Proposta apresentada pelo Grupo D.



Fonte: Arquivo da autora.

O Grupo E explorou a relação entre Arte e Ciência a partir da criação de uma narrativa e desenhos para abordar o conteúdo de funções orgânicas (Figura 54). O grupo criou uma cartilha que pudesse ser utilizada como um material didático, a fim de auxiliar no ensino e aprendizagem dos óxidos, mas também permitir que os alunos fizessem outras relações com o assunto, de forma histórica e artística, explorando o imaginário para criar novos sentidos. O desafio apontado pelo grupo (tanto para eles, que criaram a cartilha, de fato, quanto para a proposta de plano de aula para desenvolver com os alunos) seria como representar o conceito no momento de caracterização dos personagens e adaptação do conteúdo para o formato de narrativa (desafio esse que se faz presente na confecção de histórias em quadrinhos, desenhos animados, cinema, entre outros). Os mesmos se inspiraram bastante na franquia de desenho *Pokémon*, cujos personagens possuem características visuais que indicam as propriedades materiais de seus poderes. Para isso, os integrantes do grupo precisaram realizar diversas trocas de conhecimento para que as representações e interpretações pudessem ser feitas de forma artística, evitando certas escolhas que pudessem levar a construção de concepções equivocadas sobre o tema.

Figura 54 - Proposta apresentada pelo Grupo E.



Fonte: Arquivo da autora.

O Grupo C, que foi analisado com mais detalhes anteriormente, explorou a relação entre Arte e Ciência a partir da fotografia e da ideia do visível e invisível. Eles propuseram a construção de um acervo virtual de fotos (uma vez que, na época, os mesmos se encontravam na pandemia), no qual os estudantes teriam que buscar em seu cotidiano aspectos relacionados à química e explorar diferentes visões e relações por meio de um olhar artístico. O grupo buscou desenvolver uma atividade e produto que pudessem ser utilizados ao mesmo tempo por professores de ambas as áreas, tentando encontrar um bom equilíbrio entre elas, com ambas as abordagens se complementando.

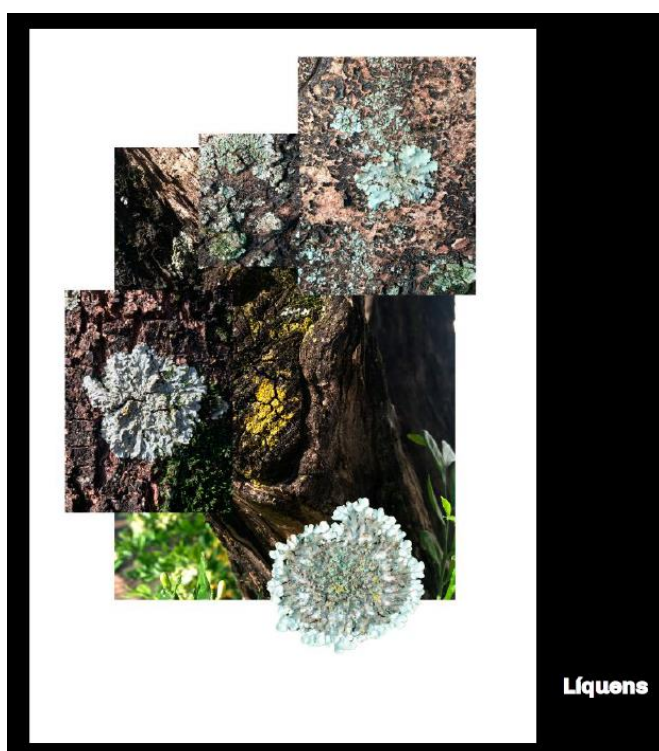
Em suas explicações, o grupo ressaltou a importância de o aluno explorar em si mesmo esse olhar mais holístico para o mundo ao seu redor, que os processos de aprendizagem de cada aluno se diferem muito, assim como as relações de sentido que cada um faz com os objetos ao seu redor. Portanto, ao compartilhar essas diferentes interpretações, novos sentidos podem ser despertados nos demais e novas compreensões podem surgir a partir disso. Segue na Figura 55, o acervo apresentado pelo grupo.

Figura 55 - Acervo de fotos apresentadas na proposta do Grupo C.



OA7

“Nessa obra, daria para falar sobre o corpo como suporte, a cor, a forma, dos significados por trás das imagens. Eu pensei em uma relação com esse sal rosa do Himalaia que está dentro do potinho, e eu pensei muito essa relação do seio da Terra, pensando no corpo e na Terra como aquilo que nutre. O corpo materno que nutre sua prole, assim como a Terra que fornece todos os nutrientes que são necessários para a gente viver. Também pensei na exploração dos recursos naturais por meio desse potinho meio vazio, dando essa ideia de escassez em paralelo com a ideia que alguns povos indígenas têm de que os minerais (o sal rosa é um composto mineral) são as entranhas da Terra e que isso não deve ser revirado”



OA10

“Foi um processo de observação do que tem a minha volta, e percebi isso nas árvores. Eu lembrei de ter visto uma vez que isso serve como fator de identificação do grau de pureza do ar. Pesquisando mais a fundo, a partir das observações, eu vi que não são todas as espécies que irão medir essa qualidade do ar, e que ele produz metabólitos secundários importantes para a indústria farmacêutica e cosmetológica. Também já foi usado para pintura de tecidos antigamente e são bem importantes para o ecossistema. [...] Para a arte, também é interessante trabalhar as diferentes texturas, cores e formas. Num geral, é interessante ver como o olhar artístico desperta a curiosidade de entender o que você está vendo”



Remédios

OQ4

“Tivemos a ideia de abordar o tema dos remédios, aí eu comecei a buscar ao meu redor o que me remetia essa temática. Não consegui fugir da cartela de remédios, e eu tinha esse cadinho, que é uma coisa cara para os químicos, e dentro dele tem uma resina medicinal, o breu-branco [...]. Por meio dessa foto, podemos pensar na contradição entre remédios modernos, industriais e os remédios mais antigos. Mas gostaria de trazer a questão do natural, essa comparação do que é natural e o que é químico, sendo que nada está fora da química, não tem certo ou errado, ou bom e ruim com a química. O que tem é o uso dela pelo ser humano, isso que determina os caminhos”



Líquido



OA9

"A ideia central dessa composição seria explorar alguns aspectos teóricos e poéticos da homogeneidade e heterogeneidade dentro da questão dos líquidos. Um dos pontos de intersecção do meu trabalho foi tentar compor essa sobreposição de imagens, de modo que crie uma formulação divergente do que a gente encontra no cotidiano comum [...]. Tentei buscar enxergar além de apenas um copo de água, então explorei as cores, as misturas tanto de imagens sobrepostas quanto dos líquidos retratados nas imagens, tentei trazer esse sentimento de fluidez que os líquidos despertam"



Ferrugem

OQ14

"Eu busquei imagens que estavam ao meu redor por meio da observação. A primeira imagem é do portão da minha casa e, através dessa foto, a gente pode ver a questão da ferrugem, que é algo muito abordado na química, e eu tentei tirar a foto para tentar abordar a simetria. O portão, falando especificamente do meu, era totalmente verde escuro, e depois, com o tempo, mais de 20 anos, ele ficou dessa cor. Então a gente pode ver que a ferrugem está presente em todo lugar [...], quimicamente falando, o ferro do portão vai reagir com o ar atmosférico junto com a água, formando um composto que vai dar essa cor avermelhada, deixando o portão esteticamente feio e que gera consequências [...]. A gente pode refletir também sobre a questão do tempo, como o tempo é um fator determinante em todos os assuntos da nossa vida. Sobre a segunda imagem, é uma chapa aquecedora presente no meu trabalho, eu tenho contato com ela todo dia, ela também está um pouquinho enferrujada, e uma coisa que me chamou muita atenção quando eu estava em busca dessas imagens para fotografar é a palavra ETICA, que está escrita embaixo do botão. A partir dessa palavra, a gente pode fazer um paralelo dessa imagem com a atualidade, que a ética está sendo progressivamente e potencialmente corroída na nossa sociedade. A gente pode ver aí a questão da pandemia, do governo, das fake News, enfim, está sendo bem difícil lidar com a falta de ética nos últimos tempos e até mesmo dentro da Ciência"



Pepino em conserva

OQ13

“Essas fotos eu tirei na minha casa mesmo. Essa primeira eu tentei brincar um pouco com as cores, que são bem importantes para a química e para a arte. Então a gente consegue ver uma reação acontecer pela mudança de cor, as vezes um aluno consegue entender que aquilo é um hidrogênio porque nos livros ele sempre é representado na cor azul. A cor está presente em todas as áreas e ela sempre é um elemento que auxilia nos processos cognitivos das pessoas. A segunda foto, como a gente tá falando de pepino, de conserva, ou seja, de fermentação, então eu fiquei pensando que seria interessante colocar uma cidade atrás e ver a química mais de perto diante de toda a realidade que a gente vive. Eu busquei dar o foco nesse processo químico, mas tentando mostrar que o pequeno se encaixa no grande, que apesar da nossa realidade macro, os processos químicos seguem sempre acontecendo, assim como a cidade que está sempre viva, mas a gente só vive uma parte dela. Muitas vezes a gente não vê, mas sabe que está lá. Como o pepino em conserva, a gente não vê o processo, mas saboreia a diferença do natural”

Fonte: Arquivo da autora.

Explorar os sentidos, a intuição, buscar novos significados e relações, expressar ideias e sentimentos são ações comuns tanto para a Arte quanto para a Ciência, apesar de serem explorados em níveis diferentes em cada uma. Além disso, tudo isso se faz necessário durante o processo criativo. Pelo fato de o Ensino de Ciências, e até mesmo a formação desses professores, ocorrer na maioria das vezes de maneira muito especializada e fragmentada, pautando-se em uma abordagem conteudista, mecânica (racionalidade técnica) e por vezes positivista, é preciso que seu aprimoramento ocorra no sentido de ampliar “[...] as possibilidades de ações e experiências que busquem articular os diferentes aspectos necessários para uma

formação crítica, autônoma, transformadora e integradora” (Guimarães; Silva, 2016, p. 227).

Cachapuz (2014) defende que a era contemporânea em que nos encontramos demanda o pensamento complexo, a interdisciplinaridade, a busca pela articulação dos saberes e outras maneiras de tentar entender a relação do ser humano com o mundo que está inserido e o próprio conhecimento. É por isso que esta pesquisa, por meio do minicurso, buscou evidenciar como o encontro entre diferentes áreas (humanas e científicas) pode potencializar olhares e compreensões mais holísticas, críticas, criativas e humana, e que isso é algo possível de ser feito.

Por meio dos trabalhos dos grupos apresentados, é possível perceber a pluralidade de relações e interpretações que podem surgir de trabalhos interdisciplinares. Fotografia, desenho, animação, narrativa, pintura, escultura, tudo isso são linguagens artísticas que puderam ser relacionadas com a Química. Para além da linguagem, reflexões sobre o corpo, o cotidiano, o contexto, os sentimentos, a verdade, o erro, ética, meio ambiente, a imaginação, conceitos e concepções, etc., também foram desenvolvidas a partir desse encontro. Segundo Ferreira (2012, p. 8), a arte também é um conhecimento da realidade que contribui para o corpus do conhecimento sobre o mundo. Nesse sentido,

[...] assim como a ciência, a arte não é apenas o produto final do quadro, da peça, do roteiro de cinema ou da letra da música. É antes de tudo um processo, idas e vindas de imagens, desejos e expectativas, revisões de conhecimentos anteriores e projeções para o futuro, diferentes linguagens que se cruzam e entrecruzam, enfim, um mistério a penetrar.

Tal pluralidade de ideias e abordagens é uma das grandes contribuições do trabalho coletivo e do encontro entre diferentes públicos. Tudo isso frente a uma atividade desafiadora, aberta e que dá espaço para a liberdade imaginativa e expressiva ser explorada, resultando nessa rede de saberes e aprimorando o processo de desenvolvimento tanto do conhecimento quanto da criatividade.

Tudo isso também é fundamental para o desenvolvimento do processo criativo, pois é nessa troca que enriquecemos nossa experiência e imaginário, elementos fundamentais no ato de criação. Como apontam Vigotski (2003) e Bronowski (1983), tanto a criatividade quanto a imaginação se dão com base na experiência humana, no real. Quanto mais rica é a nossa experiência, mais elementos estão disponíveis para serem correlacionados e reelaborados pela nossa mente.

No que se refere a experiência, possibilitar a diversidade é essencial para essa troca de conhecimentos entre membros de cursos diferentes. Na tentativa de buscar um equilíbrio entre as áreas na abordagem realizada, alunos de Química e de Artes Visuais se revezavam nas explicações dos conteúdos, nas possibilidades e limitações de cada ideia. É nesse movimento que conceitos são trabalhados, concepções são aprimoradas, novos conhecimentos começam a ser construídos, outras relações e sentidos passam a ser feitos e a criatividade desenvolvida.

Este momento representa um ponto importante do processo interdisciplinar vivenciado por esses alunos, pois, de acordo com Pátaro e Bovo (2012, p. 58),

Para se trabalhar em uma perspectiva interdisciplinar, portanto, os saberes já produzidos – que muitas vezes permanecem separados uns dos outros – devem integrar-se. Diante disso, o movimento pela interdisciplinaridade pode ser visto como uma forma de promover o diálogo entre conhecimentos, que não mais são tomados de maneira fragmentada e passam a colaborar mutuamente para o enfrentamento dos problemas complexos que nos são colocados pela realidade. Esse diálogo refere-se não apenas à interação entre duas ou mais disciplinas, mas pressupõe o trabalho em conjunto, que pode ocorrer tanto entre pesquisadores quanto entre professores na escola. Esse trabalho coletivo é, ao mesmo tempo, uma maneira de reconhecer as limitações dos campos disciplinares e uma forma de buscar um conhecimento que só pode ser produzido a partir da articulação.

A interdisciplinaridade é algo complexo que vai, muitas vezes, além da sala de aula. Buscar uma articulação significativa entre as diferentes áreas exige um trabalho coletivo não só entre alunos ou professor-alunos, mas também de toda uma gestão e outros desafios por trás. A proposta desta pesquisa, por exemplo, só pôde ser colocada em prática porque houve o interesse de dois outros professores, que se disponibilizaram a adaptar seus planos de disciplina, exigiu uma infraestrutura que suportasse uma turma maior, além de conseguir disciplinas com ementas que abrangiam a proposta da pesquisa que fossem ofertadas no mesmo dia e horário, a fim de permitir o encontro dos alunos dos diferentes cursos. Como é possível notar, os desafios são grandes, porém, as contribuições desse trabalho coletivo e interdisciplinar são muitas.

Quando pensamos nos desafios do trabalho em grupo, todos os aspectos (individuais, do grupo e do ambiente) discutidos anteriormente são essenciais, e a influência desses elementos para a expressão da criatividade e articulação dos conhecimentos ficaram evidentes ao analisar os diferentes grupos nessa etapa. O grupo D, por exemplo, foi o único grupo que não conseguiu articular outros conhecimentos que não fossem conceitos químicos na interpretação do produto e na proposta de plano de aula, apresentando bastante dificuldade em encontrar um

equilíbrio entre as duas áreas. A arte, nesse caso, foi utilizada única e exclusivamente como ferramenta para a confecção do desenho e não como fonte de conhecimento e/ou sentidos que pudesse ser atribuído para a temática escolhida. Em outras palavras, esses alunos, especificamente, se prenderam a um movimento convencional de separar a teoria (que ficou por conta dos alunos de Química) da prática (alunos de Artes Visuais). Poucos foram os processos que, de fato, foram compartilhados e construídos juntos e a abordagem final acabou sendo conteudista no âmbito da Química.

Ao analisar individualmente esse grupo, percebeu-se uma grande dificuldade na comunicação de uma forma geral, de pensar fora dos padrões tradicionais da Ciência por parte dos alunos de Química e um certo receio dos alunos de Artes Visuais de sugerir outras propostas ou até mesmo de relatar o incômodo com o fato de a arte estar contribuindo apenas como uma ferramenta (algo que esses integrantes apontaram na avaliação final, como será mostrado mais à frente).

Comparando com o grupo C, cuja análise foi apresentada mais detalhadamente, a preocupação com o equilíbrio e de buscar na arte formas de conhecimento esteve presente de maneira direta e falada pelos alunos de ambas as turmas, o que foi possível, principalmente, pela fruição da comunicação e boa relação desenvolvida entre o grupo. Em resumo, esses pontos evidenciam a importância e influência de aspectos tanto individuais quanto do grupo e do ambiente formado no desenvolvimento da criatividade e construção do conhecimento.

Esse tipo de abordagem, de certa forma, foi esperado que fosse identificada em pelo menos algum grupo, uma vez que, em um geral, propostas educativas que exploram a relação entre Arte e Ciência acabam recaindo nisso (Leite; Gatti, 2023). Claro que todo auxílio das artes é bem-vindo no Ensino de Ciências, há sempre uma contribuição, mesmo sendo apenas técnica. Entretanto, é necessário que a Arte seja explorada além da prática. Nesse caso, corroboramos a ideia de Ferreira (2012), que defende

[...] uma visão que coloca a Arte não como aliada no Ensino de Física, mas como instrumento para alcançar determinados objetivos. Ainda que isso, em si, não produza resultados negativos, pode levar o aluno – e até mesmo o professor e/ou pesquisador – a formar uma visão equivocada e reducionista da Arte semelhante àquela que coloca a Matemática como a ferramenta de ofício da Física [...]. Como áreas distintas de produção de conhecimento acerca do mundo no qual vivemos, é nos contatos entre si que perspectivas interessantes surgem (p. 5).

O contato e a comunicação entre os diferentes grupos são de extrema importância. É nessa troca que o universo de possibilidades se abre. As apresentações realizadas foram de suma importância para esse compartilhamento de ideias, no qual os alunos puderam ampliar suas noções sobre as diversas possibilidades que há nessa relação.

Todos os grupos avaliaram os demais de acordo com elementos avaliativos criados por eles mesmos na aula anterior ao início da prática. O Grupo C, escolhido para ser analisado mais detalhadamente, foi um dos grupos que explorou outras dimensões da arte e que se permitiu ir além dos conceitos. Por conta disso, a seguir, segue um balanço de como os demais alunos avaliaram o trabalho do Grupo C apresentado.

Os critérios avaliativos propostos pelos alunos envolviam as contribuições da proposta, a interação entre os integrantes, se ambas as áreas foram contempladas, o domínio sobre o assunto, a aplicabilidade e possíveis melhorias. De uma maneira geral, todos os critérios foram avaliados positivamente em relação ao Grupo C.

Os alunos ressaltaram bem o fato de o grupo ter conseguido encontrar um equilíbrio entre as duas áreas, algo que foi considerado um grande desafio para eles:

OA6: “[...] Gostei muito da proposta de desenvolver o interesse por ambas as áreas através de um olhar pautado na estética. [...] no começo me preocupou o fato de mais uma vez a arte, nesse caso a fotografia, ser usada de certa forma como ferramenta para elevar o conteúdo de ciências. Porém, ao trazer o aluno como participante ativo do uso dessa “ferramenta”, guiando-o por esse processo acredito que as complexidades de arte também se mostram presente. Gostei muito da discussão do museu se tratando sobre o museu de ciências naturais!”.

OA1: “[...] A proposta do Grupo 1, de unir o Museu, um espaço característico e comumente associado somente ao aspecto artístico, com a Ciência, especificamente, com a química cumpriu bem a proposta do Minicurso e da união entre as áreas. Outro ponto, a união da observação do cotidiano/conceitos e relações entre química e artes/o uso da imagem e da fotografia também se encaixa bem na proposta, além de ser de fácil aplicabilidade em uma sala de aula, promovendo, também, o ensino transdisciplinar que o sistema de ensino carece. O produto pensado pelo grupo de observar os fenômenos naturais no cotidiano e capturá-los através de imagens de fácil acesso, tiradas com o próprio celular, além de serem altamente transversais e englobarem as duas disciplinas trabalhadas igualmente, apresentam um potencial poético absurdo”.

Além disso, reforçando a tese da importância da etapa de compartilhamento das ideias, o que abre possibilidade no imaginário de outros alunos, tanto alunos de Artes Visuais quanto de Química se surpreenderam com o potencial educativo e interdisciplinar do acervo fotográfico:

OA8: “[...] enquanto fotografo, não tinha pensado na fotografia dessa forma. Foi muito legal o material que o grupo trouxe e a produção artística deles também e como eles interpretaram de maneira interdisciplinar”.

OQ7: “[...] O grupo tratou de um tema muito interessante e de forma surpreendente, interligando fotografias com conceitos de química, ciências e outras áreas, atendendo assim, a todos os requisitos propostos [...]”.

Por fim, a turma ressaltou a facilidade de aplicabilidade no Ensino. Refletimos sobre a noção que muitas vezes temos de que, para que uma atividade seja interdisciplinar ou para realizar um projeto diferente dentro da escola, isso sempre vai exigir processos complexos (materiais, burocracias, infraestrutura, etc.). Claro que, muitas vezes, isso se faz sim necessário, mas não é uma regra. Seguem alguns comentários:

AO6: “[...] Acho que por conta do produto ser um acervo, esse conceito é facilmente aplicável em sala de aula, por professores de ambas as áreas já que a criação de aula já é uma forma de curadoria educacional”.

OQ5: “[...] A proposta é extremamente aplicável tanto em um ambiente de ensino formal como informal, sendo uma atividade muito interessante para ser realizada”.

Esse momento do feedback é muito importante para o processo criativo e de construção do conhecimento. Esse movimento acaba funcionando como um motivador extrínseco. A avaliação construtiva, o reconhecimento ou as demais informações visando o aprimoramento do processo, e não apenas apontar erros (antes, durante e ao final do processo), contribuem para esse envolvimento tanto dos que estão realizando o projeto quanto dos demais, que estão presenciando (Amabile, 1997; Zavadil; Tschimmel; Silva, 2016).

Tal momento do feedback foi pensado tanto para a atividade em si, para que os alunos experienciassem isso, como para o minicurso e a pesquisa como um todo, visando compreender as limitações do mesmo, a fim de que aprimoramentos possam ser realizados em aplicações futuras. Portanto, no Quadro 23 faremos uma análise de conteúdo (AC) da autoavaliação realizada pelos alunos (apenas 20 de 28 responderam), para que o final de todo o processo possa ser melhor compreendido sob a luz daqueles que participaram do minicurso, e também para que se conclua a compreensão das contribuições e limitações do mesmo.

Quadro 23 – Estrutura de categorias da análise de conteúdo da autoavaliação realizada.

Categorias	Unidades de Registro	Alguns excertos	Frequência
Desafios do processo	Encontrar equilíbrio com a outra área	<i>“[...] O momento que mais me tirou da zona de conforto foi pensar o produto de forma que abrangesse igualmente as duas áreas” (OA7)</i> <i>“Acredito que o maior desafio foi pensar uma forma em que a arte saísse do convencional (apenas como representação), e de fato, apresentasse uma proposta de união entre as áreas do conhecimento.” (OA4)</i> <i>“O principal desafio ao longo do processo foi justamente ter uma ideia que unisse a arte e a ciência ambas como mesmo nível de importância sem uma ser utilizada como ferramenta para a outra [...]” (OQ5)</i>	60%
	Focar em apenas um tema	<i>“[...] o que me tirou da zona de conforto foi concretizar a ideia da proposta, uma dificuldade também de outros integrantes do meu grupo, considerando que tivemos um bombardeio de ideias em que todas pareciam viáveis dentro de um prazo maior” (OA9)</i> <i>“[...] o que gerou mais frustrações foi o grupo não conseguir logo de início aprofundar-se em uma ideia apenas que fosse capaz de abranger as etapas do trabalho [...]” (OA10)</i>	20%
	Comunicação	<i>“Os principais desafios foram em torno da comunicação. A falta de alguns integrantes prejudicou um pouco o andamento das discussões [...]. Felizmente, a comunicação foi um desafio superado, pois quando a proposta foi escolhida e bem entendida por todos do grupo, o processo criativo e de construção do trabalho fluiu muito bem.” (OA10)</i> <i>“A maior dificuldade, foi antes da primeira reunião, com as meninas do curso de artes, pois acreditava que as ideias não iriam se conciliar, e não iríamos produzir nada. Mas após a primeira reunião, todo esse medo deixou de existir, e o desenvolvimento do plano de aula e do produto final, fluiu de forma bem harmônica [...]” (OQ2)</i>	20%
	Trabalhar com alguém de outra área	<i>“Acredito que desde o início a proposta de juntar ambas áreas do conhecimento foi já uma forma de sair da zona de conforto, principalmente por química até então, parecer ser muito distante da nossa área de estudo [...]” (OA11)</i> <i>“Foi difícil juntar uma turma de exatas com uma turma de humanas [...]” (OA5)</i>	25%
	Compreender a outra área	<i>“Acredito que em nosso grupo a maior dificuldade foi lidar com a subjetividade da arte e o nosso modo de pensar aulas com a objetividade do modo dos alunos de química pensarem nas aulas, quanto a zona de conforto no meu caso o difícil foi retomar um conteúdo de química uma vez que há tantos saí do ensino médio e nem mesmo tinha afinidade com a matéria” (OA3)</i> <i>“[...] o momento que mais me tirou da zona de conforto foi durante as pesquisas e desenvolvimento da ideia onde a arte se destacou e foi apresentado para os alunos de química do grupo uma breve introdução sobre o abstracionismo, tipos de abstracionismo e alguns artistas populares deste gênero” (OQ5)</i>	20%

	Pensar de outra maneira	<i>“[...] o momento que mais me tirou da zona de conforto, que foi o “pensar fora da caixinha” da apresentação do meu grupo (que citamos as relações líquidas de Z. Bauman); [...] com toda certeza não conseguiria fazer estas relações sozinha, mesmo com o auxílio do minicurso” (OQ8)</i> <i>“A partir do momento que temos que “colocar a mão na massa” para mim já é sair da zona de conforto. Estamos acostumados a dar aulas mais tradicionais, então pensar em uma dinâmica que foge dos padrões, que provoca, incomoda já um desafio. Fazer isso com os olhares de quem estuda arte é super interessante” (OQ13)</i>	20%
	Formato online	<i>“[...] Outra dificuldade, foi realizar tudo de maneira on-line, com pessoas que não havíamos tido contato antes, embora nosso processo de criação tenha sido bastante orgânico, dentro do possível” (OQ11)</i>	5%
Contribuições da outra área para a formação	Experienciar o trabalho interdisciplinar	<i>“A principal contribuição foi produzir um trabalho com pessoas de outra área de conhecimento, algo que não é comum no nosso cotidiano como estudante e como professora” (OA10)</i> <i>“A interação com outros professores ou professores em formação nos ajuda sempre a compartilhar histórias, vivências e experiências, como um todo foi muito legal trabalhar com o grupo e descobrir as dificuldades de química” (OA3)</i>	20%
	Ampliar as possibilidades de ensino	<i>“Após realizar o trabalho em grupo e ver a apresentação dos outros grupos, vi que há várias formas de conversar artes e ciência. Assim, refleti sobre possíveis futuras iniciativas dentro do contexto escolar que pudéssemos trabalhar em projetos, juntamente com outros profissionais [...]” (OQ11)</i> <i>“[...] que outras áreas do conhecimento, podem contribuir para melhorar as minhas práticas pedagógicas, e não ficar pautado no antigo modo de ensino, onde cada disciplina era vista de forma isolada das outras. Com essas contribuições, hoje eu percebo, que há múltiplas formas de se trabalhar aulas interdisciplinar, por exemplo, conversando com os professores especialistas de suas áreas, e dessa forma, conseguir que eles contribuam, para enriquecer mais o repertório dos alunos, com conteúdo visto de forma coletiva entre as áreas de conhecimento.” (OQ2)</i>	50%
	Explorar outras formas de pensar	<i>“[...] Enquanto pessoa, foi bom pensar que para ser química, não preciso me desconectar do meu lado mais artístico.” (OQ11)</i> <i>“A grande contribuição acredito que seja o pensar fora dos padrões que delimitam cada área do conhecimento [...]” (OA9)</i>	30%
	Aprimoramento de concepções	<i>“Com a química percebi como esta se apresenta no nosso cotidiano e pode ser pensada de diversas formas, não somente de forma abstrata a partir de fórmulas e etc [...]” (OA7)</i> <i>“A visão de que a Arte não é apenas uma ferramenta para auxiliar na ilustração ou representação de um conceito, e sim que a mesma pode caminhar em comum nível de protagonismo com a Química ao se pensar numa abordagem interdisciplinar [...]” (OQ8)</i>	35%
	Aprender e/ou relembrar novos conhecimentos	<i>“[...] Também aprendi sobre as dimensões macro, submicro e representacional, que não tinha consciência desses níveis.” (OA7)</i> <i>“Contribuição artística, conhecendo novos artistas e obras [...]” (OQ7)</i>	35%
	Fazer novas relações	<i>“[...] para encontrar formas de estreitar relações que nós nunca tínhamos visualizado [...]” (OA10)</i>	20%
Reconhecimento dos momentos			

de uso da criatividade durante o processo		<i>“[...] Como artista, foi algo totalmente inédito dentro da área de conforto que estou acostumada a trabalhar, principalmente ter que dialogar com outros assuntos, as misturas homogêneas e heterogêneas [...]” (OA9)</i>	
	Criar/elaborar o produto	<i>“[...] visualizarmos primeiro mentalmente os resultados esperados do produto, depois realizar a obra-experimento em si [...]” (OQ11)</i> <i>“Em todos os momentos para criar o produto e criar o plano de aula de maneira educativa” (OA2)</i>	60%
	Pensar em conjunto	<i>“[...] Desde pensarmos como grupo, maneiras de trabalhar temas propostos por nós [...]” (OQ11)</i> <i>“[...] quando pensamos em coletivo [...]” (OQ2)</i>	15%
	Encontrar o equilíbrio entre Arte e Ciência	<i>“[...] mas principalmente na formulação de visões que fundissem artes e química” (OA7)</i> <i>“Para desenvolver o plano de aula que contemplasse as duas matérias [...]” (OQ7)</i>	35%
	O processo inteiro	<i>“Ao longo de todo processo precisamos ser criativos [...]” (OA10)</i> <i>“Todo momento foi necessário. Tanto para idealizar um tema quanto para buscar referências” (OA8)</i>	40%
Contribuições do minicurso	Reflexões e possibilidades de ensino	<i>“[...] Acredito que, com esse minicurso, possa contribuir muito para a formação dos futuros docentes, pois mostra que a conversa de diferentes áreas pode surgir propostas metodologias inovadoras para o ensino.” (OQ2)</i> <i>“Gostei bastante do minicurso e a forma que foi pensado, nas relações que possibilitou criar, me fez repensar a forma individual que nós professores pensamos ao elaborar os planos de aulas, acredito que seja algo que irei levar quando der exercício da profissão [...]” (OA9)</i>	50%
	Experienciar a interdisciplinaridade e o trabalho coletivo	<i>“[...] Ainda, como é trabalhar com uma equipe interdisciplinar, em que as ideias não se opõem, elas se complementam.” (OQ11)</i> <i>“O exercício de trabalhar em coletivo, somado ao contexto de interdisciplinaridade. Não foi fácil pensar em uma proposta que abrangesse as duas áreas de conhecimento, mas o resultado de um projeto interdisciplinar é muito interessante e complexo.” (OA10)</i>	50%
	Aprimorar noções	<i>“[...] estimulando novas visões de enxergar o mundo, a química e a própria arte.” (OQ7)</i> <i>“Agregou e muito na minha visão interdisciplinar, pois antes do minicurso nunca havia correlacionado as duas áreas (ciência e arte) que para mim eram bem opostas.” (OQ8)</i>	45%
	Uso da criatividade	<i>“Além da proposta que exigiu fortemente o uso da criatividade para sua concretização [...]” (OA1)</i> <i>“Me ajudou a pensar de forma mais criativa, e menos travada na hora de ensinar [...]” (OQ10)</i>	10%
	Sair da zona de conforto	<i>“O minicurso possibilitou que pensássemos ‘fora da caixa’ [...]” (OQ7)</i> <i>“[...] me forçando a sair da minha zona de conforto e me expor e experimentar novas possibilidades de linguagem e de conhecimento [...]” (OA1)</i>	15%
Limitações do minicurso	Formato online	<i>“Se possível, seria interessante realizar o minicurso de maneira presencial (embora eu compreenda que neste cenário de pandemia é muito difícil de acontecer).” (OQ11)</i> <i>“Talvez o encontro digital seja uma limitação ao ponto que a interação dos alunos na construção da ideia do produto e seu desenvolvimento enfrente barreiras que de maneira presencial teriam maior troca de experiência e vivência [...]” (OA9)</i>	35%

Mais práticas no início	<i>“Também seria interessante ter mais atividades práticas nas primeiras aulas, que acabam trazendo uma carga teórica grande” (OQ11)</i>	5%
Tempo	<i>“Achei que tivemos pouco tempo para elaboração. Dois encontros para o meu grupo foi pouco e tivemos que marcar um terceiro encontro, elaborar a proposta e produto em meia semana. Seria legal termos mais tempo para deixarmos as ideias serem trabalhadas com mais calma.” (OA7)</i> <i>“A carga horária é bem pequena [...]” (OQ9)</i>	40%
Abstração do tema	<i>“De início tudo pareceu muito abstrato, o que trouxe muitas dúvidas [...]” (OQ7)</i>	5%
Menos atividades	<i>“[...] a demanda de trabalhos no geral: questionário inicial, um plano de aula/pesquisa, um produto, avaliação dos grupos e autoavaliação [...]” (OA1)</i>	5%
Atividade que contemple as duas áreas igualmente	<i>“Infelizmente senti que a arte nesse caso acabou ficando em segundo plano e que nós servimos apenas de mão de obra para criação de um produto [...]” (OA3)</i> <i>“Achei que não contemplou ambos os cursos, senti que a parte de Artes Visuais foi somente a “mão de obra” para os alunos da química [...]” (OA2)</i>	10%
Igualar a quantidade de integrantes de cada turma	<i>“Acho que é necessário igualar o número de alunos. Ficou com mais alunos de química do que de artes nos grupos, ficando difícil de trabalhar o quesito artes de maneira melhor” (OA5)</i>	5%
Gravação dos encontros	<i>“Eu acredito que a maior limitação que enfrentei foi a necessidade de gravar todos os momentos. Isso por vezes me travou. Apesar de ser uma necessidade para a pesquisa científica, acredito que isso limita bastante a conversa, a espontaneidade e a comunicação” (OA8)</i>	5%
Não conhecer a outra turma	<i>“Não conhecer os outros alunos [...]” (OQ1)</i>	5%

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir da autoavaliação que os alunos realizaram ao final do minicurso, foi possível compreender de forma mais ampla as contribuições e limitações da proposta. Cada categoria relaciona-se com uma pergunta da autoavaliação.

A primeira aborda os desafios encontrados ao longo do processo. O aspecto mais citado entre os alunos foi a tentativa de encontrar um equilíbrio entre as duas áreas. De fato, esse era o grande desafio da própria atividade proposta, uma vez que, quando nos especializamos em alguma área, tendemos a manter um padrão de pensamento, forma de trabalhar, um conjunto de conhecimentos para acessar, e, dificilmente, nos colocamos em situações que nos exigem pensar e olhar sob outra perspectiva. Entretanto, o mundo contemporâneo hoje exige novas formas de pensar e de compreender a natureza a partir de um pensamento complexo (Cachapuz, 2014; Novaes, 1972). E é por conta dessa lacuna do olhar especializado e fragmentado que o minicurso propôs uma atividade dessa natureza.

De uma maneira geral, os desafios apontados são derivados da natureza da proposta do minicurso, isto é, trabalho interdisciplinar, coletivo e com foco na

criatividade. Esse tipo de abordagem permite que várias ideias sejam construídas, que novos olhares sejam apresentados, que novas relações pessoais e de sentido sejam desenvolvidas, além de exigir atitudes e elementos da nossa individualidade que, dentro do processo formativo de cada um, não são comuns de serem explorados. Portanto, aspectos como focar em apenas um tema, comunicação, trabalhar com alguém de outra área, compreender a outra área e pensar de outra maneira, foram reconhecidos pelos licenciandos como algo que foi desafiador para eles.

Como dito anteriormente, o Ensino de Ciências não é muito pensado de forma coletiva e interdisciplinar. Nesse sentido, os alunos dificilmente são colocados em situações dessa natureza, portanto, sentem dificuldades em realiza-las. Entretanto, tais desafios apontados são fundamentais no aprimoramento dos processos de construção do conhecimento e de desenvolvimento da criatividade. É a partir do contato com o outro, da comunicação e das relações que os alunos têm a oportunidade de explorarem novos conhecimentos e perspectivas. Tudo isso, dentro de um ambiente potencializador, permite que o aluno exerça sua liberdade criativa, busque novos caminhos, experimente, faça escolhas e desenvolva sua autonomia (Barbosa; Batista, 2011; Morin, 2005).

A segunda categoria se refere às contribuições da outra área para a formação do licenciando. Esse é um ponto bem interessante a ser observado, uma vez que vai ao encontro do objetivo dessa pesquisa e corrobora o que os referenciais apontam como contribuições que o trabalho interdisciplinar e o ensino para a criatividade podem proporcionar (Alencar; Fleith, 2003; Cachapuz, 2014).

A unidade de registro com maior frequência foi a que aborda a questão de ampliar as possibilidades de ensino. Como o foco da pesquisa é a formação de professores, um dos objetivos da atividade era que os licenciandos buscassem refletir sobre o ensino de Ciências e Artes quanto elaborassem a proposta do grupo. Tais reflexões foram articuladas ao longo das aulas teóricas, nas discussões dos grupos e nas apresentações finais. O contato com esse movimento de articular teoria, prática e ensino de duas áreas do conhecimento distintas permite que o licenciando amplie seus horizontes e aprimore certas visões a respeito das possibilidades que podem ser desenvolvidas.

Além do desenvolvimento da criatividade, outra tese defendida pela pesquisa são as contribuições que a abordagem interdisciplinar, e a relação entre Arte e Ciência, mais especificamente, pode proporcionar para licenciandos em formação no

que se refere ao aprimoramento de concepções de mundo e da natureza do conhecimento, além de maneiras de observar a natureza.

Nesse sentido, três outras unidades de registros foram identificadas: explorar outras formas de pensar; aprimoramento de concepções; e aprender e/ou relembrar novos conhecimentos. Por meio do questionário de levantamento de concepções alternativas anterior ao minicurso e a partir das gravações dos encontros, foi possível ver e analisar o processo de desconstrução e reconstrução de certos conhecimentos e visões de ambas as turmas.

Porém, para além disso, é muito interessante observar os próprios alunos reconhecendo tais aprimoramentos. Contribuições como se permitir explorar a sensibilidade, criatividade, pensar de maneira mais filosófica, conectar os conceitos ao cotidiano, refletir sobre as implicações do mesmo, ampliar o olhar sobre as Artes e se reconhecer nela, são aspectos que apenas contribuem para a formação de professores críticos, criativos e reflexivos, aspectos tão necessários nos dias de hoje.

Além disso, todos esses pontos reforçam o aspecto humano da Ciência e ressaltam as semelhanças entre essas duas áreas. Os alunos puderam vivenciar e perceber que o processo de construção do conhecimento científico também engloba aspectos pessoais, estéticos e imaginativos, e que trazer esses elementos de forma consciente para a prática científica apenas contribui para o processo como um todo.

Segundo Rangel e Rojas (2014, p. 73),

A sensibilidade estética pode ser início, motivação e fundamento da sensibilidade científica, que motiva e inspira a busca do saber. A descoberta do conhecimento, a criação, a criatividade, as atividades lúdicas são processos da natureza humana que se associam à evolução histórica e cultural do mundo, do progresso da ciência e da tecnologia. Contudo, é indispensável que esse progresso privilegie a evolução do sentido e sentimento de humanidade. Por isso, a dimensão do sensível é própria da multidimensionalidade do ser humano que, conforme acentua Schiller (2002), envolve os níveis físico, psíquico, estético. Torna-se, portanto, uma necessidade e uma premissa que o trajeto para as elaborações intelectuais inicie o seu curso pelo sentimento, pela emoção, e que, conseqüentemente, se reconheça que formar pela e para a sensibilidade é um apelo contundente da época atual, não só porque a sensibilidade aperfeiçoa o processo de construção do conhecimento como também amplia as suas possibilidades de contribuições à vida e à convivência.

Ainda, outra contribuição apontada foi a possibilidade de experienciar o trabalho interdisciplinar. Como já discutimos anteriormente, o trabalho interdisciplinar precisa ser experienciado para que possa ser compreendido de fato, e também explorado e desenvolvido de maneira não limitante (Hartmann; Zimmermann, 2007).

Apesar de, nas licenciaturas, a interdisciplinaridade ser um ponto recorrente nas discussões sobre abordagens para o Ensino, dificilmente o licenciando vivencia esse processo. Além disso, ao focarmos na interdisciplinaridade entre Arte e Ciência, poucos são os trabalhos que, de fato, buscam explorar a Arte em todo seu potencial, não apenas técnico (Leite; Gatti, 2023).

Portanto, trabalhos da natureza do minicurso proposta são importantes de serem desenvolvidos na formação inicial de professores, para que os mesmos possam experienciar diferentes abordagens, trabalhar de maneira coletiva e, conseqüentemente, aprimorar seus conhecimentos e formação.

Não é necessário conhecer tudo sobre arte ou ciência para realizar um trabalho interdisciplinar. Corroboramos a ideia de Ferreira (2012) que, ao refletir sobre a importância da arte enquanto aliada ao ensino de Ciências, afirma que a arte poderia estar presente na formação inicial desses professores, uma vez que

É no professor e no contato com os alunos que as demandas se configuram como objeto de reflexão e, por isso, talvez, não precise se colocar *a priori* na posição de profundo conhecedor da ciência que ensina e, principalmente, da arte, mas precisa penetrar nesses campos do conhecimento para poder extrair deles relações possíveis de serem construídas na sala de aula (p. 11).

A terceira categoria refere-se ao reconhecimento dos momentos de uso da criatividade durante o processo. O desenvolvimento da criatividade foi um dos focos dessa pesquisa e, desde antes do início do minicurso, buscamos compreender a maneira como os alunos compreendiam esse aspecto.

A criatividade não é uma habilidade presente apenas em pessoas consideradas geniais, e também não se desenvolve somente no campo das artes. Para que um ensino para a criatividade seja desenvolvido, é necessário que os futuros professores compreendam tal habilidade humana e os aspectos que a influenciam, e que os mesmos reconheçam de que forma ela está presente nos processos educativos, além de refletirem sobre si mesmos e sobre como explorar a própria criatividade. Por isso, esta pesquisa buscou explorar todos esses pontos, e desenvolveu o minicurso de acordo com os referenciais da visão contextual da criatividade, para que fosse possível observar as contribuições dessa abordagem.

Tanto por meio do questionário quanto ao longo do minicurso, percebeu-se a diferença do nível de consciência sobre a criatividade num geral, e também de maneira pessoal/particular que alunos de Artes Visuais possuíam quando comparados com os alunos de Química. Isso se dá pelo fato de as artes permitirem que os alunos

explorem não só a natureza como também a si mesmos, se conhecendo mais, e permite que a criatividade seja desenvolvida de maneira mais livre. E o contrário acontece com o ensino de ciências, que desumaniza a Ciência, isto é, aparta a pessoa da sua criação, do processo de construção do próprio conhecimento ou de suas observações sobre o mundo.

Dessa forma, no questionário de levantamento de concepções alternativas, a criatividade no processo científico foi mais relacionada com o óbvio, isto é, com a questão prática de desenvolver experimentos, sendo até mesmo criticada ao pensar no uso da mesma durante outros momentos, como na interpretação dos dados. Entretanto, ao final do minicurso, percebe-se que, de maneira geral, os alunos passaram a reconhecer o papel da criatividade ao longo de todo o processo, ou seja, no trabalho em grupo, na troca de informações, no processo de fazer novas relações com ideias diferentes, o que inclui fazer associações e desassociações ao elaborar e materializar o produto, entre outros.

Como Vigotski (2009) explica, a criatividade é um processo dinâmico, e se faz necessária ao longo de toda a construção do conhecimento, seja ele científico ou artístico. Portanto, é importante que os licenciandos reconheçam a importância da criatividade e compreendam como a mesma se desenvolve, a fim de que isso seja um dos aspectos centrais de suas práticas docentes.

A próxima categoria abrange as contribuições do minicurso como um todo. As duas unidades de registro com maior frequência se referem às reflexões e possibilidades de ensino, e a experienciar a interdisciplinaridade e o trabalho coletivo. As contribuições apontadas do minicurso como um todo não foram tão diferentes daquelas apontadas na categoria voltada para a formação de cada um.

A partir dos relatos dos alunos, o minicurso foi capaz de contribuir, principalmente, ao proporcionar esse contato e comunicação entre cursos completamente diferentes. Esse encontro foi fundamental para as demais contribuições observadas e apontadas pelos mesmos.

Snow (2015) já apontava para essa necessidade da comunicação entre esses diferentes grupos na primeira versão de sua obra, em 1959. São nos encontros e contatos com o diferente que temos a oportunidade de ampliar nossos olhares e encontrar novos caminhos. O autor também aponta a Educação como um caminho para a promoção desse encontro. Daí a importância de aprender e proporcionar

experiências interdisciplinares logo na formação inicial de professores, pois isso amplia as possibilidades de ensino.

O conhecimento não se faz sozinho, é uma construção social. O trabalho coletivo sempre foi e sempre será necessário. O próprio minicurso em si, em sua etapa de elaboração, já não poderia ter sido realizado se não houvesse a colaboração dos professores responsáveis pelas disciplinas em disponibilizar tempo e espaço para desenvolvê-lo.

De acordo Pátaro e Bovo (2008, p. 59),

Esse trabalho coletivo é, ao mesmo tempo, uma maneira de reconhecer as limitações dos campos disciplinares e uma forma de buscar um conhecimento que só pode ser produzido a partir da articulação. O princípio que embasa essa concepção de interdisciplinaridade é o de que nenhuma área do conhecimento pode ser considerada completa por si só.

Além disso, as demais unidades de registro, como aprimorar noções, uso da criatividade e sair da zona de conforto, também refletem os objetivos da tese e do minicurso e, de certa forma, estão interligadas. Quando o aluno é estimulado a sair de sua zona de conforto, a criatividade se faz necessária a todo momento, pois o mesmo tem que fazer novas relações, criar novos sentidos, imaginar outras situações, tudo isso dentro de um processo dinâmico. Isso, por vezes, acaba resultando no aprimoramento de concepções e visões sobre a natureza e o todo.

Quando o aluno começa a ir além dos limites do conhecimento fragmentado, as linhas que formam as redes do saber começam a ficar mais evidentes. Dessa forma, o aluno passa a enxergar o seu redor não por meio de uma luneta, mas sim, através de um caleidoscópio, isto é, o pensamento complexo, a complementariedade das ideias.

Segundo Rangel e Rojas (2014, p. 84),

A diversidade e profundidade de elementos que estabelecem conexão entre a mente, o corpo e as diferentes linguagens e expressões da cultura ampliam e tornam mais fecundos os horizontes e o potencial da revolução científica contemporânea, delineando campos mais propícios à elaboração multidisciplinar do conhecimento.

Talvez esse seja uma das principais lacunas que enfrentamos hoje no ensino de Ciências, e o caminho apresentado nesta pesquisa pode ser uma possibilidade para auxiliar no processo de superação da mesma.

Por fim, visando o aprimoramento do minicurso para aplicações futuras, é importante considerarmos as limitações que os participantes apontaram. O aspecto

mais apontado foi o tempo. De fato, o tempo quase sempre aparece como um fator limitante de determinadas propostas pedagógicas. Quanto mais complexa é a proposta, isto é, envolve demais profissionais, questões burocráticas, ambiente, entre outros pontos, mais aspectos dificultadores surgem.

Apesar de o minicurso ter tido uma carga horária de 14 horas, um tempo razoável considerando o fato de não ser uma disciplina, e sim uma atividade desenvolvida como parte de uma disciplina maior, a distribuição do tempo ao longo do minicurso pode ser repensada. Talvez reformular alguns pontos das aulas de cunho mais teórico (segunda unidade de registro), a fim de que mais um encontro seja disponibilizado para o desenvolvimento da atividade.

O segundo aspecto mais apontado foi o formato online. A coleta de dados dessa turma aconteceu durante a pandemia, então era a única forma possível de ter sido realizada na época. Reconhecemos as limitações do formato online, entretanto, assim como foi discutido com os alunos, essa também foi uma oportunidade de explorar outros caminhos que, caso o minicurso estivesse acontecendo de maneira presencial, talvez nem seriam considerados.

De qualquer forma, tivemos a oportunidade de aplicar novamente o minicurso de forma presencial. Entretanto, as reflexões sobre os dados coletados e o impacto da diferença entre esses formatos serão apresentados em estudos futuros.

Outro ponto que também acaba se tornando uma variável é a questão de igualar a quantidade de integrantes de cada área nos grupos. Nos estudos sobre criatividade em grupo, o tamanho e coesão são fatores que influencia muito o desenvolvimento da criatividade. Entretanto, no contexto no qual a pesquisa foi desenvolvida, só foi possível trabalhar com os alunos das turmas cujos professores aceitaram fazer parte. De qualquer forma, buscou-se o máximo de equilíbrio possível, tentando incluir, no mínimo, dois alunos de cada área do mesmo grupo.

A gravação dos encontros também foi apontada como um fator limitante para um dos alunos. Apesar de poder influenciar no processo como um todo, a gravação é necessária apenas dentro do contexto da pesquisa, onde dados são coletados e analisados. Para outras possíveis aplicações do minicurso no contexto educacional, a gravação não se faz necessária e deixa de ser um obstáculo.

Dois outros pontos que podem ser repensados no minicurso são a quantidade de atividades propostas, que pode ser reduzida, e possibilitar um encontro entre os alunos antes do início do minicurso. No minicurso que foi desenvolvido de maneira

presencial, por exemplo, excluiu-se a obrigatoriedade de desenvolver e entregar um plano de aula, podendo os aspectos serem trabalhados apenas ao longo da apresentação. Já a questão de não conhecer a turma, esse é um ponto reforçado pelo formato online, que pode atrapalhar nas relações que são formadas. No formato presencial, tais relações acontecem de maneira mais orgânica ao longo do minicurso antes da formação do grupo.

Sendo assim, é importante que esses aspectos sejam repensados e adaptados conforme o contexto e os objetivos de outros professores e pesquisadores que queiram desenvolver a proposta aqui apresentada.

Com base nas análises aqui apresentadas, elaboramos nossas conclusões sobre este estudo, as quais serão expostas no próximo capítulo.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

Ao longo dessa pesquisa, buscamos responder a seguinte questão: quais os desafios e potencialidades de um minicurso pautado no ensino para a criatividade, a partir da relação entre Arte e Química, no que se refere à formação de professores? Para isso, o objetivo geral foi investigar as contribuições que o contexto interdisciplinar pode proporcionar à formação inicial de professores de Química e Artes Visuais, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento da criatividade. Já os objetivos específicos foram superar algumas visões alternativas sobre o campo do conhecimento das Artes Visuais e das Ciências da Natureza; possibilitar que alunos de diferentes cursos experienciem a interdisciplinaridade em suas formações; elaborar um texto histórico para mostrar um panorama geral sobre a relação entre as Ciências Naturais e Artes Visuais ao longo do tempo; compreender o papel da criatividade no processo formativo; propor reflexões sobre a importância da interdisciplinaridade em cursos de formação de professores.

Para isso, a pesquisa se dividiu em três momentos de análise: antes do minicurso, durante o minicurso e final do minicurso, focando em dois principais blocos temáticos em cada uma dessas etapas: Natureza do Conhecimento e Criatividade.

As principais reflexões sobre o primeiro momento com base na análise das respostas obtidas no questionário de levantamento de concepções alternativas foram:

- 1) É interessante observar como diferentes abordagens de um mesmo tópico podem gerar concepções variadas entre os alunos. A utilização de questionários de concepções alternativas antes de uma atividade pode ser uma ferramenta valiosa para identificar contradições e direcionar discussões de forma mais eficaz.
- 2) Diversas são as visões sobre Ciência e Arte tanto entre alunos de cursos diferentes quanto do mesmo curso. Foram identificadas tanto visões que se aproximavam mais da NHC quanto outras que se afastavam, apesar da segunda ter sido maioria. Isso ressalta a importância em se discutir a complexidade que envolve a NdC, uma vez que isso amplia o olhar não só sobre a Ciência em si, mas também sobre a natureza que nos rodeia e, conseqüentemente, aprimora nossa compreensão sobre outras áreas do conhecimento também, já que a NdC se pauta na contextualização e conexão entre diferentes saberes.
- 3) A percepção de que tanto a Ciência quanto a Arte possuem um caráter não neutro é significativa. Enquanto essa compreensão parece mais consolidada na Arte, a

Ciência pode se beneficiar ao adotar uma abordagem mais transparente em relação ao seu processo de construção. Aproximar a Ciência do público e investir em discussões multidisciplinares pode contribuir para uma compreensão mais aprofundada e contextualizada do conhecimento científico.

- 4) Os alunos de Artes Visuais apresentaram, no geral, uma visão mais contextualizada e holística em relação a sua própria área do conhecimento do que os alunos de Química em relação à Ciência (estes também apresentaram uma visão bem adequada sobre a natureza da Arte). Essa compreensão mais refinada na Arte pode ser atribuída à sua proximidade com o público, sendo mais eficiente na comunicação, além do investimento em discussões históricas, sociais e filosóficas que há nos cursos de formação em Artes. Esse é um dos aspectos que a Ciência, no âmbito do Ensino, poderia aprender com as Artes e, conseqüentemente, aprimorar seus processos de ensino e aprendizagem. Isso também ressalta a importância da HFC e de abordagens inter e transdisciplinares na formação de professores.
- 5) Apesar de, às vezes, Arte e Ciência serem colocadas como opostas, os alunos no geral apontaram mais semelhanças do que diferenças entre as duas áreas. Contudo, os alunos de Química foram mais presentes ao apontar as diferenças, enquanto os de Artes Visuais tiveram mais êxito em considerar aspectos semelhantes entre as áreas. Isso reforça a ideia de que o ensino tradicional de Ciências, muitas vezes, pautado em abordagens não tão dinâmicas, conteudistas e mecânica, limita a compreensão e o desenvolvimento de um pensamento complexo.
- 6) Os alunos reconhecem a importância da criatividade e do trabalho interdisciplinar no Ensino e na prática docente. A maioria apontou o fato de que ter acesso a novos conhecimentos de outros campos dos saberes permite que novas relações sejam feitas e novos caminhos sejam explorados. Além disso, os alunos discutiram sobre a importância da criatividade na diversificação dos métodos de ensino, o que permite uma maior abrangência de possibilidades de aprender.
- 7) Apesar de a criatividade ser vista como fundamental no processo educacional, quando perguntada de forma mais direta, alguns alunos ainda apresentaram a visão de que a criatividade não se faz muito presente no processo científico, ficando claro que há uma certa confusão entre alguns licenciandos de que a criatividade diminui o rigor da pesquisa, não havendo espaço para imaginação.

Por isso a importância de se trabalhar o papel da criatividade dentro do ensino de Ciências de uma forma mais pontual, além de permitir também que os alunos exerçam e desenvolvam tais habilidades de uma maneira mais explícita ao longo do processo formativo.

- 8) Sobre a questão de as teorias científicas serem descobertas ou criadas, a maioria dos alunos (sendo a maior parte alunos de Artes Visuais) apresentou uma concepção puramente ontológica, isto é, de que já estão prontas, e no momento em que são reveladas/descobertas, temos contato com o que é real (visão essa que é reforçada com as anedotas de HFC divulgadas na Educação Básica). Boa parte dos alunos de Química se concentrou em uma abordagem epistemológica, de que são criadas, mas também de que não há criação ou invenção na Ciência, mais uma vez confundindo a questão da descoberta e criação com falta de rigor ou acaso. Esses dados ressaltam como a criatividade é um ponto chave da natureza da Ciência e reconhecer esse tópico também auxilia na compreensão mais aprimorada do conhecimento como um todo.
- 9) Também existem diversas barreiras que dificultam o desenvolvimento do potencial criativo, de acordo com os licenciandos. A falta de incentivo, liberdade e tempo são alguns dos exemplos citados por eles. Partindo da visão contextual da criatividade, esses fatores abrangem não só o indivíduo como também outros externos a ele, como o grupo e o ambiente em que está inserido. Identificar e compreender esses fatores que limitam a criatividade é crucial para promover um ensino voltado a ela. Superar essas barreiras requer um ambiente educacional que promova a liberdade de pensamento e a experimentação, valorizando a criatividade como uma habilidade essencial para o aprendizado significativo. A abordagem interdisciplinar logo na formação inicial de professores pode prepará-los para enfrentar esses desafios e promover um ambiente propício ao desenvolvimento do pensamento criativo em seus alunos. Foi isso que o minicurso buscou desenvolver.

O fato de o questionário ter sido respondido antes do início do minicurso, permitiu que essas reflexões e discussões pudessem ser feitas na segunda aula teórica do mesmo. Todos os pontos presentes no questionário foram articulados nas aulas teóricas e, posteriormente, foi apresentado um breve levantamento dessas respostas permitindo que os alunos refletissem, desconstruíssem e criassem novos sentidos e compreensões sobre os tópicos abordados. Todos esses momentos foram

essenciais para desenvolver um ambiente mais propenso pra prática interdisciplinar que viria a seguir, uma vez que os alunos passaram a criar mais conexões e sentidos com a outra área do saber.

As discussões geradas e levantadas pelos alunos durante o primeiro encontro do minicurso, que abordou a relação histórica entre Ciência e Arte, contribuíram para reflexões críticas sobre as concepções de arte e ciência, o preconceito com as Artes, reflexões sobre o currículo, a forma como a Ciência lida com os erros, arte enquanto experiência, entre outros, fazendo os alunos refletirem sobre o próprio processo formativo em si.

Já o segundo encontro abordou as semelhanças e diferenças entre ambas as áreas, além da potencialidade dessa relação no Ensino. O feedback do questionário fornecido neste encontro gerou discussões sobre os olhares estereotipados, a não neutralidade da Ciência e da Arte, a não valorização da expressão de ideias e criatividade conforme crescemos, a arte vai além do entretenimento, o reconhecimento de artistas e cientistas na sociedade, a influência do contexto na forma de encarar Ciência e Arte, os produtos são aproximações da realidade, entre outros, contribuindo para reflexões sobre a natureza de cada uma dessas áreas, além do desenvolvimento de um pensamento mais crítico sobre elas. Essas aulas foram fundamentais para incentivar a comunicação, a construção e exposição de ideias, visando o aprimoramento do domínio dos participantes, da relação entre eles e do ambiente para a criatividade como um todo.

O terceiro encontro gerou discussões que contribuíram principalmente para permitir que os mesmos desenvolvessem esse olhar avaliativo sobre o próprio processo criativo que iriam desenvolver, algo importante de ser trabalhando tanto para compreender o próprio processo criativo quanto para desenvolver essa reflexão que está presente na prática docente.

Um dado importante que foi observado nessa etapa é que, enquanto os alunos de Artes Visuais propuseram elementos voltados para o processo, isto é, a interação entre os integrantes e a busca pelo equilíbrio entre as áreas na elaboração da proposta, os alunos de Química se voltaram mais para a proposta final, como aplicabilidade e limitações. Os elementos propostos abrangeram a completude da proposta. Sendo assim, essa etapa contribuiu para que os alunos exercessem sua autonomia e pensamento crítico sobre seu processo criativo, além de considerarem

outros elementos importantes de avaliar e que não são tão comuns para cada um deles.

Posteriormente a esses encontros, deu-se início à atividade prática dos grupos. Ao longo desses encontros, buscou-se compreender o desenvolvimento do processo criativo, a fim de avaliar a potencialidade da proposta do minicurso. Partindo da visão contextual da criatividade para o ensino para a criatividade, consideramos três dimensões que influenciam esse processo: o indivíduo, o grupo e o ambiente.

Essa etapa evidenciou como as características individuais, como habilidades cognitivas, criativas, conhecimento, experiência e motivação intrínseca, influenciam o desenvolvimento da criatividade, além do fato de que esses fatores influenciam e também são influenciados pelo grupo e o ambiente. Isto reforça a tese de que tudo está conectado, e de que a complexidade das conexões se faz presente tanto de forma pessoal, isto é, nós com nós mesmos e o meio, quanto de maneira epistemológica, ou seja, os conhecimentos por nós construídos também estão conectados com a nossa experiência pessoal e, conseqüentemente, com o meio em que estamos inseridos.

Ainda, a primeira contribuição que cada integrante do grupo apresentou teve base nas experiências pessoais mais próximas de cada um, como o tema de pesquisa que estavam desenvolvendo em seus cursos ou práticas já realizadas no passado. Isso reforça um ponto defendido aqui, de que a imaginação e a criatividade estão atreladas ao conjunto de conhecimentos e experiências que temos, que isso torna o material disponível em nosso imaginário mais rico para fazer novas associações e ressignificarmos a experiência do outro.

Por isso a necessidade que o trabalho interdisciplinar seja experienciado pelos licenciandos logo em sua formação inicial, e que haja mais encontros entre diferentes públicos, pois isso faz com que os alunos saiam de sua zona de conforto. Isto é, são experiências desafiadoras e que provocam a criatividade, a articulação de saberes, além de possibilitarem que novos caminhos sejam explorados.

Além da dimensão individual, outro foco de análise da pesquisa foram os conhecimentos compartilhados e as conexões realizadas pelo grupo. Como concluímos anteriormente, as características do indivíduo influenciam o grupo e vice versa. Nesse sentido, o tamanho, a coesão do grupo, e o sentimento de confiança, interdependência e conhecimentos compartilhados entre os integrantes são exemplos de fatores que determinam o desenvolvimento do processo criativo. Tudo isso interfere

na comunicação e motivação do trabalho em equipe, que também irá se relacionar com as motivações intrínsecas de cada um.

A análise do trabalho em grupo evidencia que, quando há um objetivo em comum a ser alcançado em uma equipe com pessoas com diferentes formações e experiências, ou seja, um sistema coletivo, há maior propensão para se desenvolver conexões criativas. Ao mapear os conhecimentos compartilhados pelos membros do grupo, fica claro como a diversidade de perspectivas e experiências estimula a criação de novas ideias e ressignificação de outros saberes. Isso se dá porque cada pessoa possui um *corpus* de conhecimentos, experiências e habilidades que quando unida a um outro corpus faz com que, por meio da nossa capacidade racional, imaginativa, criativa e intuitiva, as possibilidades de combinação e recombinação de informações sejam potencializadas. Essa diversidade é determinante para superar padrões convencionais de pensamento e, conseqüentemente, encontrar soluções para problemas complexos.

Dentro de cada grupo, a aprendizagem é coletiva. O compartilhamento de conhecimentos e experiências enriquece as relações interpessoais entre os integrantes, favorecendo um ambiente mais seguro para expressar as ideias e potencializando a aprendizagem de todos.

Entretanto, o contrário também se faz valer, ou seja, quando a comunicação não é muito eficiente, quando há conflitos interpessoais, ou quando os conhecimentos compartilhados se afastam muito da compreensão dos demais integrantes, no sentido que os mesmos não conseguem ressignificar para si, dificultando que façam novas conexões e proposições de sentidos, isso acaba prejudicando o fluxo criativo.

Isso foi observado em um dos grupos do minicurso, que teve mais dificuldade na comunicação no geral, de pensar fora dos padrões tradicionais da ciência por parte dos alunos de Química e receio de sugerir abordagens mais artísticas por parte dos alunos de Artes Visuais. Esse cenário contribuiu para que esse grupo ficasse preso a esse movimento tradicional de separar a teoria para os alunos de Química e prática para os alunos de Artes Visuais, havendo dificuldade na articulação dos diferentes conhecimentos. Portanto, sabendo da importância e influência de aspectos tanto individuais quanto do grupo e do ambiente, a cultura do respeito, diálogo, e estar aberto a novas perspectivas se mostram fundamentais para o estabelecimento de um ambiente colaborativo e, conseqüentemente, mais apto a desenvolver novos conhecimentos e a criatividade.

A análise de como os grupos desenvolveram seus trabalhos, no geral, ressaltou como o processo de construção do conhecimento e da criatividade é dinâmico e não linear. As ideias vão sendo tecidas como em um ato de costura, em que, por vezes, pontos são desfeitos, outros retomados e outros adicionados conforme as interações acontecem. O bordado final dessa costura representa e torna visível a complementaridade dos diferentes saberes. Os conhecimentos de Química e Artes Visuais não foram excludentes, mas sim responsáveis pela criação de uma obra complexa que permitia interpretações pautadas nessa rede do saber, isto é, para entendê-la por completo é necessário olhá-la por meio de um caleidoscópio ao invés de uma luneta, pois ali contém diversos saberes.

Uma outra contribuição muito importante que essa etapa de trabalho interdisciplinar em grupo nos revela é a preocupação com um olhar mais humano e filosófico em relação a construção da ideia como um todo que o encontro com as Artes Visuais pode proporcionar à Química. Foi evidente esse cuidado que a maioria dos licenciandos de Artes Visuais tiveram com essa dimensão, e isso foi essencial para estimular visões mais filosóficas por parte dos alunos de Química. A Arte tem essa capacidade de sensibilizar a percepção, e trazer isso para o Ensino de Ciências pode auxiliar na superação de certas visões equivocadas e limitantes sobre a natureza, aprimorando nossa capacidade criativa de pensar sobre o mundo e suas problemáticas.

Os trabalhos que os grupos desenvolveram também demonstram a pluralidade de relações e interpretações que podem surgir no encontro da Química com as Artes Visuais, isto é, da interdisciplinaridade. Essa diversidade reside não só no produto e as variadas linguagens artísticas que abrangeu, mas também nas reflexões geradas ao longo do processo e na interpretação final dada, que inclui discussões sobre o corpo, o cotidiano, o contexto, sentimentos, a verdade, o erro, ética, meio ambiente, conceitos, concepções, o ensino, entre outros.

Este é um resultado importante alcançado pela pesquisa, pois demonstra a potencialidade da proposta e evidencia como a relação entre Arte e Ciência é capaz de contribuir não só para o desenvolvimento da criatividade, como também para o aprimoramento da natureza do conhecimento de futuros professores, sejam eles de Artes ou Ciências, já que esse encontro gera contribuições mútuas.

Para além desses pontos observados sob a ótica da pesquisadora, considerando as avaliações dos próprios licenciandos participantes da pesquisa, o

minicurso e, conseqüentemente, o contato com pessoas e conhecimento da outra área, geraram as seguintes contribuições: ampliação de reflexões e possibilidades de ensino; possibilidade de experienciar a interdisciplinaridade e o trabalho coletivo; aprimoramento de noções e exploração de novas formas de pensar; desenvolvimento da criatividade; além do estímulo a sair da zona de conforto.

Isso mostra que os pontos pensados na elaboração do minicurso, isto é, os objetivos traçados, visando contribuir para a formação inicial desses futuros professores por meio da relação entre Arte e Ciência, tanto na questão da construção de conhecimentos e novas perspectivas quanto do desenvolvimento da criatividade, foram alcançados.

Além disso, os licenciandos também discorreram sobre os desafios enfrentados ao longo do processo: encontrar equilíbrio entre Arte e Ciência, focar apenas em um tema, comunicação, trabalhar com alguém da outra área, compreender a outra área e pensar de outra maneira. De certa forma, tais desafios refletem uma dificuldade que o modelo tradicional de ensino, observado em cursos de formação de professores, reforça, ou, de forma contrária, que um modelo interdisciplinar busca superar. Portanto, tais aspectos foram incluídos no minicurso, justamente para que esses alunos tivessem a oportunidade de experienciar o trabalho interdisciplinar e pelo fato de que é a superação desses desafios que possibilitam as contribuições citadas anteriormente.

Vale ressaltar que a busca pelo equilíbrio nas abordagens de ambas as áreas foi o principal foco da atividade proposta e o maior desafio apontado pelos alunos. É comum encontrarmos trabalhos que se dizem interdisciplinares com a Arte, mas que não a abordam em todo seu potencial, isto é, que propõem atividades de colorir, fazer dobraduras, mas que não fazem nenhuma reflexão artística ou filosófica sobre isso. É nisso que se enraíza a preocupação observada nos alunos de Artes Visuais de serem limitados a apenas uma fonte de ferramentas para a Química.

É claro que todo auxílio do campo das Artes tem seu benefício e sua contribuição quando pensamos no contexto do Ensino de Ciências, mesmo se for apenas de caráter técnico. Entretanto, a Arte pode e deve ser explorada para além da prática, como fonte de conhecimento sobre a natureza, o mundo e nós mesmos. Por isso, houve bastante ênfase nas orientações da atividade para que houvesse um equilíbrio, de forma que a proposta dos alunos pudesse ser utilizada em ambos os

cursos, justamente para explorar todo esse potencial e demonstrar como essa relação entre Arte e Ciência é rica e potencializadora.

Entretanto, partindo de uma visão crítica sobre a pesquisa e o minicurso desenvolvido, também é necessário apresentar as conclusões relativa às limitações de todo o processo, a fim de que o mesmo possa ser aprimorado para aplicações futuras e, conseqüentemente, contribua de forma adequada nos contextos que for considerado. As principais limitações observadas tanto pela pesquisadora quanto pelos alunos participantes foram:

- Formato remoto. Apesar de o formato remoto ter facilitado a coleta de dados e estimulado os alunos a considerarem alternativas que não poderiam ter sido pensadas no presencial, é inevitável o fato de que esse formato dificulta o desenvolvimento de uma relação e comunicação mais orgânica entre os alunos, mesmo porque os alunos de turmas diferentes não se conheciam até o momento do minicurso e, caso o mesmo estivesse sendo realizado de forma presencial, eles poderiam ter iniciado as relações interpessoais nos intervalos e início e fim das aulas, fazendo com que a relação no trabalho fosse mais natural posteriormente.
- Menos atividades e mais prática no início do minicurso. Apesar de aparentarem ser sugestões contraditórias, os alunos indicaram que se o minicurso exigisse menos atividades, os mesmos poderiam ter dedicado mais tempo à atividade principal. Quando apontaram para ter mais prática no início, os mesmos se referiram a ter mais dinâmicas ao longo das aulas teóricas, uma vez que os momentos de discussão foram bem instigantes.
- Igualar a quantidade de integrantes de cada turma. Infelizmente, esse é um ponto difícil de se atender, a menos que o trabalho seja desenvolvido com um grupo seletivo, fora do horário de aula, em que o pesquisador/professor possa selecionar quantos e quais alunos poderiam participar. O que pode ser feito para tentar amenizar esse problema é deixar pelo menos dois alunos de cada área no grupo para que possam interagir entre si também, como esta pesquisa buscou fazer.
- Gravação dos encontros. Esse é um ponto que, a menos que o pesquisador/professor precise coletar dados, não tem a necessidade de acontecer, evitando desconforto por parte dos alunos.

- Logística para encontrar turmas. Essa pode ser uma importante limitação dessa proposta, se buscarem desenvolver o minicurso da mesma forma que essa pesquisa propõe, uma vez que exige encontrar duas disciplinas de cursos diferentes, que possuem ementas que coincidem com o objetivo da proposta, que sejam ofertadas no mesmo dia e horário, e que o professor da outra disciplina tenha interesse em realizar esse tipo de atividade.

Vale ressaltar que, para cada contexto (ensino superior, educação básica, atividade extracurricular, ensino não formal, entre outros), adaptações sempre serão necessárias.

Após o período de pandemia, tivemos a oportunidade de aplicar o minicurso de maneira presencial, com outras turmas, fazendo adaptações e alterações a partir do que foi experienciado no minicurso remoto e dos pontos apresentados acima. Os dados coletados serão analisados e publicados em estudos futuros. Entretanto, é possível dizer que, de fato, a relação entre os alunos se iniciou e foi mais orgânica antes da junção dos grupos nas aulas práticas, o que favoreceu o processo como um todo.

De uma maneira geral, esta pesquisa evidencia como a relação entre Arte e Ciência é rica. Ela pode ser observada ao longo da história, que nos mostra como ambas influenciaram e foram influenciadas por diversos contextos sociais, políticos, econômicos e culturais. Isso demonstra como o conhecimento culturalmente produzido pelo homem, independentemente de sua natureza, é complexo, e como Arte e Ciência não podem ser encaradas como campos do saber incomunicáveis, imutáveis e que se constroem apenas de maneira interna a si mesmas. Apesar de distintas, Arte e Ciência podem ser – e são – complementares. É nessa conexão que novas perspectivas são criadas e que a criatividade, um potencial humano, é mais desenvolvida.

Todos os pontos desenvolvidos ao longo desta pesquisa serviram para ilustrar a ideia de que a criatividade não se resume ao seu produto final, assim como a própria Arte ou a Ciência. Em outras palavras, não é possível compreender a Arte, a Ciência ou a criatividade que as une se não olharmos para o processo que as constroem – que envolve o sujeito e o contexto no qual está inserido.

Portanto, refletindo sobre um ensino para a criatividade pautado na interdisciplinaridade, no qual a mesma é objetivada, é de suma importância que se conheçam todos esses aspectos que influenciam esse processo complexo e cheio de

variáveis. A partir desse olhar, o professor não deposita toda a responsabilidade do desenvolvimento da criatividade no próprio aluno, mas também se reconhece como elemento importante no mesmo, aprimorando sua própria prática. Quando isso é internalizado na formação docente, esse tipo de abordagem pode ser desenvolvido a qualquer momento dentro dos diferentes contextos, e não apenas de forma pontual, potencializando os processos de ensino e aprendizagem não só de disciplinas pedagógicas, mas também de conteúdos científicos.

A partir desta pesquisa, é possível afirmar que a interdisciplinaridade somada a uma proposta de ensino para a criatividade são capazes de promover diversas contribuições para o Ensino, principalmente no que se refere à formação de professores, uma vez que os estudantes são desafiados a fazer conexões de saberes, promovendo um pensamento complexo, a encontrar equilíbrio com o conhecimento de outra área, e a se colocarem numa posição ativa de construção do conhecimento, de criar e materializar uma ideia em conjunto.

Para além de uma abordagem interdisciplinar, seria interessante que os currículos dos cursos de formação de professores no geral abrissem espaço, talvez por meio de disciplinas optativas, para o desenvolvimento de projetos interdisciplinares com alunos de outros cursos de formação, possibilitando que vários aspectos desenvolvidos e discutidos ao longo dessa pesquisa possam ser alcançados.

Nesse sentido, a interdisciplinaridade, que é muito discutida teoricamente em cursos de formação de professores, pode ser vivenciada de fato, e a criatividade deixa de ser algo secundário ou negligenciado e passa ser central no processo educativo, promovendo reflexões críticas sobre a própria formação docente e a natureza do conhecimento – que não é científica ou artística, mas sim, humana.

Espera-se que este trabalho possa inspirar outros pesquisadores e professores a explorarem mais essa relação entre Arte e Ciência e esse potencial humano que é a criatividade. Como pesquisadora e aprendiz contínua, esta pesquisa permitiu ampliar meus horizontes, buscar compreender como essa temática é explorada em outros contextos educativos, como no Canadá, além de desenvolver essa proposta com mais outros alunos. E tudo isso será analisado e divulgado em estudos futuros.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; GARCÍA-CARMONA, A. Uso de la historia de la ciencia para comprender aspectos de la naturaleza de la ciencia. Fundamentación de una propuesta basada en la controversia Pasteur versus Liebig sobre la fermentación. **Revista CTS**, v. 11, n. 33, p. 203-226, set. 2016.
- ALENCAR, E. M. L. S. **Como desenvolver o potencial criador**: um guia para a liberação da criatividade em sala de aula. Petrópolis, RJ: Vozes, 1990.
- ALENCAR, E. M. L. S. Training teachers to teach for creativity. **European Journal of High Ability**, v.2, n. 1, p. 222-226, 1991.
- ALENCAR, E. M. L. S.; FLEITH, D. S. Contribuições teóricas recentes ao estudo da criatividade. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 19, n. 1, p. 1-8, 2003.
- ALENCAR, E. M. L. S.; FLEITH, D. S. Inventário de Práticas Docentes que Favorecem a Criatividade no Ensino Superior. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v.17, n. 1, p. 105-110, 2004.
- ALENCAR, E. M. L. S.; FLEITH, D. S.; PEREIRA, N. Creativity in Higher Education: Challenges and Facilitating Factors. **Trends in Psychology**, v. 25, n. 2, p. 553-561, 2016.
- ALVES FILHO, J. de. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Cad. Cat. Ens. Fis.**, v. 17, n. 2, 2000.
- AMABILE, T. M. Motivating creativity in organizations: on doing what you love and loving what you do. **California Management Review**, v. 40, n. 1, p. 38-58, 1997.
- AMABILE, T. M. Social psychology of creativity: A componential conceptualization. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 45, n. 2, p.357-376, 1983.
- ARANTES, P. **@rte e mídia**: perspectivas da estética digital. 2. ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.
- ARAÚJO, C. M.; STARLING, G.; BRITO, A. Z. P.; PEREIRA, A.; MACIEL, V. F. A. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., Águas de Lindóia, **Atas...**, 2013.
- BACHELARD, G. **A Filosofia do Não; O Novo Espírito Científico; A Poética do Espaço**. Traduções de Joaquim José Moura Ramos... (et. al.) – 1. ed., Coleção Os Pensadores – São Paulo, Editora Abril Cultural, 1974.
- BACHELARD, G. **A formação do conhecimento científico**: contribuições para uma psicanálise do conhecimento. Trad. de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BARBOSA, R. G.; BATISTA, I. de L. A criatividade como uma referência para discutir as bases da Ciência e do seu Ensino. In: ENPEC, 8., CIEC, 1., Campinas, 2011. **Anais...** Campinas, 2011.

BARBOSA, E.; BULCÃO, M. **Bachelard**: pedagogia da razão, pedagogia da imaginação. Petrópolis: Vozes, 2004.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, LDA, 2002.

BASTOS, F.; TAKAHASHI, B. T.; LABARCE, E. C.; PEDRO, A. A História da Ciência na formação continuada de professores do ensino de Ciências. In: GATTI, S. R. T.; NARDI, R. (Orgs.). **A História e a Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências**: A pesquisa e suas contribuições para a prática pedagógica em sala de aula, São Paulo: Escrituras Editora, 2016.

BENEDICTO, E. C. P. **Ciência e Arte**: entre conceitos, relações e implicações educacionais. 2018. 292 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2018.

BICUDO, M. A. V. A pesquisa interdisciplinar: uma possibilidade de construção do trabalho científico/acadêmico. **Educ. Mat. Pesqui.**, v. 10, n.1, p. 137-150, 2008.

BOHM, D. **Causalidade e acaso na física moderna**. Rio de Janeiro, Editora Contraponto, 2015.

BOHR, N. **Atomic theory and the description of nature**. Cambridge, 1961

BOHR, N. **Sobre a constituição de átomos e moléculas**. Editora Calouste Gulbenkian, 1979.

BORGES, A.T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno bras. Ens. Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. **Breve História da Ciência Moderna** – Vol. 1: Convergência de saberes (Idade Média). 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. **Breve História da Ciência Moderna** – Vol. 2: Das máquinas do mundo ao universo-máquina (séc. XV a XVII). 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2008a.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. **Breve História da Ciência Moderna** – Vol. 3: Das Luzes ao sonho do doutor Frankenstein (séc. XVIII). 1. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2005.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. **Breve História da Ciência Moderna** – Vol. 4: A Belle-époque da Ciência Moderna (séc. XIX). 1. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2008b.

BRONOWSKI, J. **Arte e conhecimento**: ver, imaginar, criar. Coleção Arte e Comunicação, v. 21. São Paulo: Martins Fontes, 1983.

BRONOWSKI, J. **Ciência e valores humanos**. Tradução de Alceu Letal. Coleção O Homem e a Ciência, v. 6. Belo Horizonte: Editora Itatiaia; São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979.

BRONOWSKI, J. **O senso comum da ciência**. Tradução de Neil Ribeiro da Silva. Belo Horizonte: Editora Itatiaia; São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1977b.

BRONOWSKI, J. **Um sentido do futuro**. Tradução de Sérgio Bath. Coleção Pensamento Científico. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1977a.

CACHAPUZ, A. F. Arte e ciência no ensino das ciências. **Interacções**, n. 31, p. 95-106, 2014.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. A emergência da Didáctica das Ciências como campo específico de conhecimentos. In: CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, p. 187-232, 2005.

CANGUILHEM, G. Descartes e a Técnica. **Trans/Form/Ação**, v. 5, 111-122, 1982.

CAPRA, F. **O Ponto de Mutação**. Tradução de Álvaro Cabral. São Paulo: Editora Cultrix, 1982.

CARUSO, F. Arte e Ciência: dois exemplos singulares de aproximação. **Vitruvian Cogitationes**, Maringá, v. 2, n. 1, p. 14-44, 2021.

CARVALHO, F. J. **Da imaginação criadora da Ciência à imaginação criadora da poesia em Gaston Bachelard**. 2011. 200 f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Departamento de Filosofia, Universidade Federal de Pernambuco, 2011.

CASTRO, R. S. Investigando as contribuições da Epistemologia e da História da ciência no ensino das Ciências: de volta ao passado. In: GATTI, S. R. T.; NARDI, R. (Orgs.). **A História e a Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências**: A pesquisa e suas contribuições para a prática pedagógica em sala de aula, São Paulo: Escrituras Editora, 2016.

CÉSAR, C. M. **Bachelard**: ciência e poesia. Coleção Ensaios Filosóficos. São Paulo: Paulinas, 1989.

CESTARI JÚNIOR, D. H.; BELTRAN, M. H. R. Conceito de Descoberta Científica: os livros de divulgação científica e o senso comum. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 18., 2016. **Anais...**, Florianópolis: UFSC, 2016.

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

CHASSOT, A. **A ciência através dos tempos**. São Paulo: Moderna, 1994.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais** [livro eletrônico]. São Paulo: Cortez, 2018.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa Qualitativa em Ciências Humanas e Sociais**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.

CREMASCO, R. L. As mulheres (in)visíveis na Arte Renascentista. In: ENCONTRO DE HISTÓRIA DA ARTE, 14., 2019, Campinas. **Anais [...]**. Campinas, Unicamp, 2019. p. 361-368.

CSIKSZENTMIHALYI, M. Society, culture and person: a systems view of creativity. In: STERNBERG, R. J. (org). **The nature of creativity**. New York: Cambridge University Press, 1988.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **The Systems model of creativity**: the collected works of Mihaly Csikszentmihalyi. Springer, 2014.

CUMMING, R. **Art Explained**. Nova York: DK Publishing, 2007.

DEMO, P. Educação científica. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 1, n. 1, p. 1-19, 2014.

DIAS, V. S.; MARTINS, R. A. Michael Faraday: o caminho da livreria à descoberta da indução eletromagnética. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 517-530, 2004.

DIDEROT, D. **Textos Escolhidos/Diderot**. Tradução de Marilena de Souza Chauí e Jacó Guinsburg, São Paulo, Abril Cultural, Coleção Os Pensadores, 1979.

DK. **O Livro da Ciência**: Grandes Ideias de Todos os Tempos. Editora Marcador, 2016.

DK. **The Art Book**: Big Ideas Explained. Londres: DK Publishing, 2017.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de História e Filosofia da Ciência na educação científica de nível superior. In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de História e filosofia das Ciências**: Subsídios para Aplicação no Ensino, São Paulo: Editora Livreria da Física, 2006.

ELLIOTT, R.; TIMULAK, L. Descriptive and interpretive approaches to qualitative research. In: MILES, J.; GILBERT, P. (Eds.). **A Handbook of Research Methods for Clinical and Health Psychology**. Oxford: Oxford University Press, 2005.

FARTHING, S. **Tudo sobre arte**. Tradução de Paulo Polzonoff Jr. *et al.* Rio de Janeiro: Sextante, 2011.

FAVARÃO, N. R. L.; ARAÚJO, C. S. A. Importância da Interdisciplinaridade no Ensino Superior. **EDUCERE**, v. 4, n. 2, p. 103-115, 2004.

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

FERNÁNDEZ, I.; GIL, D.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, p. 477-488, 2002.

FERREIRA, F. C. Arte: aliada ou instrumento no ensino de ciências? **Revista Arredia**, Editora UFGD, v.1, n.1, p.1-12, 2012.

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

FEYERABEND, P. **Adeus à razão**. Editora Unesp, 2010.

FIGUEIREDO, J. M.; SIMÕES NETO, J. E.; SANTOS, P. N. A Interface Arte, Ciência e Gênero como Estratégia Teórico-Metodológica para a Elaboração de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem sobre Mulheres nas Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., Natal, **Anais...**, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

FLICK, U. **Introdução à metodologia de pesquisa**: um guia para iniciantes. Tradução de Magda Lopes, Porto Alegre: Penso, 2012.

GASPAR, A. **Museus e centros de ciências**: conceituação e proposta de um referencial teórico. 1993. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

GEISON, G. **A Ciência particular de Louis Pasteur**. Editora Fiocruz, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed., São Paulo: Atlas, 2002.

GIL-PÉREZ, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 197-212, 1993.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.

GOERGEN, P. Tecnociência, pensamento e formação na Educação Superior. **Avaliação**, Campinas; Sorocaba, SP, v. 19, n. 3, p. 561-584, nov. 2014.

GOMBRICH, E. H. **Breve História do Mundo**. Tradução de Monica Stahel. 1. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

GOMBRICH, E. H. **La Historia del Arte**. México: Editorial Diana, 1999.

GOMES-MALUF, M. C.; SOUZA, A. R. A ficção científica e o ensino de Ciências: O imaginário do filme Jurassic Park e os conceitos da Biologia Molecular. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 2, p. 271-282, 2008.

GORRI, A. P.; SANTIN FILHO, O. Representação de Temas Científicos em Pintura do Século XVIII: Um Estudo Interdisciplinar entre Química, História e Arte. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, 2009.

GOUCHER, C.; WALTON, L. **História Mundial**: jornadas do passado ao presente. Tradução de Lia Gabriele Regius Reis. Porto Alegre: Penso, 2011.

GUARNIERI, P. V. **A articulação da História e da Filosofia da Ciência e o Ensino em cursos de licenciatura em Química de uma universidade pública do Estado de São Paulo**. 2018. 231 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) –

Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2018.

GUIMARÃES, L. M.; SILVA, C. S. A contribuição da Arte para a formação inicial de professores de Química. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, 2016.

HARTMANN, A. M.; ZIMMERMANN, E. O trabalho interdisciplinar no Ensino Médio: aproximação das "Duas Culturas". **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 2, 2007.

HEISENBERG, W. **Física e filosofia**. Trad. de Jorge Leal Ferreira. Brasília, Editora Universidade de Brasília, 3ª ed., 1995.

HOFFMAN, R. Mme. Lavoisier: The scientific and artistic life of the famous chemist's wife. **American Scientist**, v. 90, n. 1, 2002. Disponível em <https://www.americanscientist.org/article/mme-lavoisier>. Acesso em 03/05/2024.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional**: formar-se para a mudança e a incerteza. Tradução de Silvana Cobucci Leite. 9. ed. Coleção Questões de Nossa Época. São Paulo: Cortez, 2011.

KANT, I. Crítica da razão pura. In: **Kant**. São Paulo: Abril Cultural (col. Os Pensadores), 1980.

KIND, P. M.; KIND, V. Creativity in Science Education: Perspectives and Challenges for Developing School Science. **Studies in Science Education**, v. 43, n. 1, p. 1-37, 2007.

KNELLER, G. F. **A Ciência como atividade humana**. Rio de Janeiro: Zahar; São Paulo: EDUSP, 1980.

KNELLER, G. F. **Arte e ciência da criatividade**. Tradução J. Reis. 5. ed. São Paulo: IBRASA, 1978.

KUHN, T.S. **La Tension Esencial**. Ciudad del Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1982.

KUNDLATSCH, A. **Enquadrando as Histórias em Quadrinhos na formação inicial de professores de Química**: possibilidades e limites. 2019. 282 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2019.

LAKATOS, I. **Mathematics, Science and Epistemology**: Volume 2, Philosophical Papers. Cambridge University Press, 1980.

LAVAQUI, V.; BATISTA, I.L. Interdisciplinaridade em ensino de ciências e matemática. **Ciência & Educação**, v.13, n. 3, p. 399-420, 2007.

LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F., BELL, R. L., SCHWARTZ, R. Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learner's conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.

LEITE, M. R. V. **Histórias em Quadrinhos como material didático para a aproximação da História e Filosofia da Ciência ao ensino dos elementos químicos**. 2020. 235 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2020.

LEITE, M. R. V. L.; COLOMBO, M. C. C.; LEITE, J. R. Linguagens alternativas como facilitadoras do acesso à ciência. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE HUMANIDADES, CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO, 3., Criciúma, **Anais...**, Universidade do Extremo Sul Catarinense, p. 110-122, 2018.

LEITE, M. R. V.; GATTI, S. R. T. Arte e Ciência na formação de professores: um levantamento em revistas e eventos da área de ensino de Ciências (2001-2021). **Educação: Teoria e Prática**, [S. l.], v. 33, n. 66, p. 1-34, 2023.

LEONTIEV, A. O homem e a Cultura. In: LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Horizonte, p. 261-284, 1978.

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

MARTINS, R. A. A História das Ciências e seus usos na Educação. In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de História e filosofia das Ciências**: Subsídios para Aplicação no Ensino, São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

MARIE-ANNE Lavoisier. **Mulheres na Ciência**, 2013. Disponível em: <https://mulheresnaciencia-mc.blogspot.com/2013/08/marie-anne-lavoisier.html>. Acesso em: 03/05/2024.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 26. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

MIQUELIN, A. F. Possíveis relações teóricas existentes na pintura ‘Um experimento com um pássaro em uma bomba de ar’ para o Ensino de Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., Águas de Lindóia, **Anais...**, 2015.

MIQUELIN, A. F.; AMARAL, D. M. Arte e anatomia humana: uma relação entre ensino e espaços não formais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 12., Natal, **Anais...**, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

MOREIRA, I. de C.; MASSARANI, L.: (En)canto científico: temas de ciência em letras da música popular brasileira. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13 (suplemento), p. 291-307, out. 2006.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino do método científico. **Caderno catarinense de ensino de física**. Florianópolis, SC. v. 10, n. 2, p. 108-117, 1993.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

MORIN, E. **Educação e complexidade**: os sete saberes e outros ensaios. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. Editorial: Sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 327-332, ago. 2016

NARDI, R. História da Ciência x aprendizagem: algumas semelhanças detectadas a partir de um estudo psicogenético sobre as idéias que evoluem para a noção de campo de força. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona - Espanha, v. 12, n. 1, p. 101-106, 1994.

NOVAES, M. H. **Psicologia da Criatividade**. 2.ed. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 1972.

OLIVEIRA, Z. M. F.; ALENCAR, E. M. L. S. Criatividade na formação e atuação do professor do curso de Letras. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional (ABRAPEE)**, v. 11, n. 2, 2007.

OSTERMANN, F. A epistemologia de Kuhn. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.13, n3, p.184-196, 1996.

OSTROWER, F. **Criatividade e processos de criação**. Petrópolis: Vozes, 1987.

PAIVA, R. C. S. **Gaston Bachelard**: a imaginação na ciência, na poética e na sociologia. São Paulo: Annablume; Fapesp, 2005.

PASCHOLATI, A. Obra de arte da semana: O banqueiro e sua mulher de Quentin Matsys. **ARTRIANON**, 2018. Disponível em <https://artrianon.com/2018/07/09/obra-de-arte-da-semana-o-banqueiro-e-sua-mulher-de-quentin-matsys/>. Acesso em 04/05/2024

PÁTARO, R. F. BOVO, M. C. A. A. Interdisciplinaridade como possibilidade de diálogo e trabalho coletivo no campo da pesquisa e da educação. **Revista NUPEM**, v.4, n. 6, 2012.

PIETROCOLA, M. Curiosidade e Imaginação – os caminhos do conhecimento nas Ciências, nas Artes e no Ensino. In: PESSOA DE CARVALHO, A. **Ensino de ciências**: unindo a pesquisa e a prática, São Paulo: Thomsom, 2004.

PLANCK, M. **The Origin And Development Of The Quantum Theory (1922)**. Editora Kessinger Publishing, 2010.

POLIDORO, M. The mind of Leonardo da Vinci, part 1. Skeptical Inquirer. **Center for Inquiry**, v. 43, n.2, 2019.

PORTO, P. A. Augusto dos Anjos: Ciência e Poesia. **Química Nova na Escola**, n. 11, p. 30-34, 2000.

PORTO, P. A. História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: Em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: DOS SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de química em foco**, Ijuí: Editora Unijuí, 2010.

PROENÇA, G. **História da Arte**. 16. ed. São Paulo: Ática, 2002.

PROENÇA, G. **História da Arte**. 17. ed. São Paulo: Ática, 2007.

RANGEL, M.; ROJAS, A. A. Ensaio sobre arte e ciência na formação de professores. **Revista Entreideias**, v. 3, n. 2, p. 73-86, 2014.

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M. Ciência e arte: relações improváveis? **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13 (suplemento), p. 71-87, 2006.

RIBEIRO, R. A.; FLEITH, D. S. O estímulo à criatividade em cursos de licenciatura. **Pandéia**, v. 17, n. 38, 2007.

RYAN, A. G; AIKENHEAD, G. S. Students' preconceptions about the epistemology of science. **Science Education**, v. 76, n. 6, p. 559-580, 1992.

SÁ, M. B. Z.; SANTIN FILHO, O. Possíveis Diálogos entre Arte e Ciência como forma de promover a Educação e Cultura Científicas. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., Florianópolis, **Anais...**, 2016.

SACCOMANI, M. C. S. **A criatividade na Arte e na Educação Escolar**: uma contribuição à pedagogia histórico-crítica à luz de Georg Lukács e Lev Vigotski. 2014. 186 f. Dissertação (Mestrado em Educação Escolar) – Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2014.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. Concepções sobre a natureza da ciência num curso de ciências biológicas: imagens que dificultam a educação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, 12(2), 157-181, 2007.

SILVA, J. A. P. **Arte e Ciência no Renascimento**: discussões e possibilidades de reaproximação a partir do Códex entre Cigoli e Galileo. 2013. 503 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá, 2013.

SILVA, M. C.; SILVA, P. S. Integrando Arte e Ciência na formação de professores de química: uma análise semiótica peirceana. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 26, n. 1, p. 244-260, 2021.

SILVEIRA, E. Quem foi Giordano Bruno, o místico 'visionário' queimado na fogueira há 418 anos. **BBC News Brasil**, São Paulo, 2018. Disponível em <https://www.bbc.com/portuguese/geral-43081130> Acesso em 30/04/2024.

SILVINO, A. M. D. Epistemologia Positivista: Qual a Sua Influência Hoje? **Psicologia Ciência e Profissão**, v. 27, n. 2, p. 276-289, 2007.

SNOW, C. P. **As Duas Culturas e uma Segunda Leitura**. Tradução de Geraldo Gerson de Souza, Renato de Azevedo Rezende Neto. 1. ed., 1. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2015.

STERNBERG, R. J. A three-facet model creativity. In: STERNBERG, R.J (Org.), **The nature of creativity**: Contemporary psychological perspectives. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

STRICKLAND, C. **Arte Comentada**: da Pré-História ao Pós-Moderno. Tradução de Angela Lobo de Andrade. 8. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.

VALA, J. A análise de conteúdo. In: SILVA, A. S.; PINTO, J. M. (Orgs.). **Metodologia das ciências sociais**. 10. ed. Porto: Afrontamento, p. 101-128, 1999.

VIGOTSKI, L. S. **Imaginação e criação na infância**. São Paulo: Ática, 2009.

VIGOTSKI, L. S. **Psicologia Pedagógica**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

VOLTAIRE, F. **Cartas inglesas; Tratado de metafísica; Dicionário filosófico; O filósofo ignorante/Voltaire**. Tradução de Marilena de Souza Chauí, Bruno da Ponte e João Lopes Alves, São Paulo, Abril Cultural, Coleção Os Pensadores, 1984.

WOODMAN, R. W.; SAWYER, J. E.; GRIFFIN, R. W. Toward a theory of Organizational creativity. **Academy of Management Review**, v. 18, n. 2, p. 293-321, 1993.

ZAMBONI, S. **A pesquisa em arte**: um paralelo entre arte e ciência. 3. ed. ver. Campinas: Autores Associados, 2006.

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

ZAVADIL, P. TSCHIMMEL, K.; SILVA, R. P. Fatores relacionados à criatividade no indivíduo, em grupos e no Contexto: uma revisão. In: XII Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, p. 193-205, Belo Horizonte, **Anais...**, São Paulo: Blucher, 2016.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL

Questionário Inicial

* Indicates required question

1. Email *

2. Nome *

3. Curso *

4. 1. Definir Ciência é algo difícil, pois a mesma é muito complexa e envolve muitas coisas. Mas como você descreveria a Ciência? Quais os principais aspectos que a caracterizam? *

5. 2. Definir Arte é algo difícil, pois a mesma é muito complexa e envolve muitas coisas. Mas como você descreveria a Arte? Quais os principais aspectos que a caracterizam? *

6. 3. Para você, como um cientista desenvolve o seu trabalho? O que determina suas escolhas? O que diferencia o trabalho de investigação de um cientista de outros processos investigativos de outras áreas? *

7. 4. Para você, como um artista desenvolve o seu trabalho? O que determina suas escolhas? O que diferencia o trabalho de criação de um artista de outros processos criativos de outras áreas? *

8. 5. Discorra sobre algumas diferenças e semelhanças que você considera que há entre Ciência e Arte. *

9. 6. Para você, os conhecimentos acerca dessa outra área do saber (Ciência ou Arte) poderiam contribuir para a sua formação? Justifique. *

10. 7. Podemos falar que existe uma Ciência Pública, aquela apresentada/publicada em revistas, artigos e livros didáticos, por exemplo, e uma Ciência privada, que seria aquela que realmente acontece nos laboratórios, vivenciada, que é discutida em rodas de conversa ou anotações pessoais. Quais valores, sejam eles mais contextuais (éticos, ideológicos e culturais) ou constitutivos (objetividade, subjetividade, precisão, mente aberta ou fechada), estão presentes e quais são considerados em cada uma dessas ciências? *

11. 8. E na Arte? Partindo do mesmo princípio de público e privado da questão anterior, quais valores estão presentes e quais são considerados em cada uma dessas artes? *

12. 9. Qual a sua posição sobre a seguinte afirmação: "Os melhores cientistas são sempre muito abertos, lógicos, imparciais e objetivos em seus trabalhos". Justifique. *

13. 10. Qual a sua posição sobre a seguinte afirmação: “Os melhores artistas são sempre subjetivos, ilógicos e parciais em seus trabalhos”. Justifique. *

14. 11. Qual a sua posição sobre a seguinte afirmação: “muitos modelos científicos usados em laboratórios de pesquisa (como o modelo de DNA ou de átomo, por exemplo) são cópias da realidade”. Justifique. *

15. 12. Qual a sua posição sobre a seguinte afirmação: “muitas obras de arte, sejam elas fotografias, esculturas ou pinturas, são cópias da realidade”. Justifique. *

16. 13. Qual a sua posição sobre a seguinte afirmação: “Quando uma nova Teoria Científica é proposta, os cientistas devem decidir, por meio de um consenso, se ela será aceita ou não. Para isso, a nova proposta deve convencer a maioria da comunidade científica”. Justifique. *

17. 14. E na Arte? O que faz algo ser considerado obra de arte? Uma obra de arte pode deixar de ser considerada arte ou aceita como tal ao longo do tempo? *

18. 15. Os cientistas realizam experimentos/investigações ao tentar resolver problemas. Além do planejamento e design desses experimentos/investigações, os cientistas usam sua criatividade e imaginação durante e após a coleta de dados? Explique sua resposta e forneça exemplos. *

19. 16. Qual a sua posição sobre a seguinte afirmação: “Os melhores cientistas são aqueles que seguem os passos do método científico”. Justifique. *

20. 17. Qual a sua posição sobre a seguinte afirmação: “Ao contrário dos cientistas, os artistas nunca precisam seguir um método para desenvolver seus trabalhos”. Justifique. *

21. 18. Para essa questão, assuma que um minerador “descobre” um minério até então desconhecido e um artista “inventa” uma escultura. Algumas pessoas pensam que um cientista descobre teorias científicas e outros pensam que o cientista as inventa. Qual é a sua posição sobre isso? Explique sua resposta. *

22. 19. a) Marque verdadeiro (V) ou falso (F) para as seguintes afirmações (justifique as alternativas assinaladas como falsas na próxima questão): *

Mark only one oval per row.

	Verdadeiro	Falso
A criatividade é algo exclusivo de artistas e pessoas consideradas geniais.	☐	☐
A criatividade é um tipo de talento que apenas algumas pessoas herdam.	☐	☐
Ou uma pessoa é criativa ou ela não é.	☐	☐
A criatividade é um potencial humano que pode ser desenvolvido por todos.	☐	☐
A criatividade está presente no desenvolvimento de todas as áreas do conhecimento.	☐	☐

23. 19. b) Justifique as alternativas assinaladas como falsas na questão anterior. *

24. 20. Para você, o que é ser um professor criativo? Qual a importância da criatividade no ensino? *

25. 21. Complete a frase a seguir com todos os aspectos que julgar necessário: "Eu seria mais criativo se..." *

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

APÊNDICE B – AUTOAVALIAÇÃO

Nome:

Curso:

1. Quais os desafios que você encontrou ao longo do processo? Qual foi o momento que mais te tirou da zona de conforto?
2. Quais as contribuições da outra área de conhecimento que você teve contato para a sua formação enquanto professor e enquanto pessoa?
3. Em quais momentos você percebeu a necessidade do uso da criatividade e da imaginação para realizar a proposta?
4. Quais as contribuições do minicurso como um todo para a sua formação?
5. Quais as limitações do minicurso? Se possível, faça alguma sugestão de melhoria.

APÊNDICE C – EXCERTOS DO GRUPO C

Tópicos discutidos	Aluno	Trechos da discussão
As relações entre as áreas vão sendo esquecidas ao longo do processo formativo	OQ7	[...] eu respondi o questionário ontem né, e aí, vendo aula, eu vi que várias coisas se conversavam com as questões que a gente respondeu [...] e aí eu percebi que, desde que eu saí do ensino médio, por fazer Química, de estar inserida nesse contexto mais em ciência, meio que eu perdi muito a visão de como as coisas se conversam, tipo arte e ciência. Então, vendo a aula, eu lembro. Eu revi muitas coisas que eu já tinha visto no ensino médio né, na escola, em aula de artes, mas, por alguma razão, eu nem levei isso em consideração na hora que eu fui responder as questões, eu respondi muito mais racionalmente, de uma forma muito mais simples do que, tipo, tentando relacionar o que a arte tinha a ver na ciência. Aí, agora, eu consigo ver que está totalmente ligado, totalmente inserido e, em algum momento, eu meio que perdi tudo isso. Eu adorei a aula, achei muito boa. Mesmo fazendo química muitos anos, eu meio que não me interessei tanto pelas aulas que a gente tem na nossa grade, e essa aula foi muito boa para mim, tipo, prestei atenção nela inteira, o que, para mim, é muito difícil, então foi ótimo, adorei”
Relações nunca pensadas	OQ14	“[...] bem no momento que você tava falando sobre os artistas que estavam tentando representar a complexidade do átomo, na hora, eu olhei assim para o celular, para a aula, e falei ‘nossa, como eu não parei para pensar nisso?’ Então [...] eu realmente não pensei, assim, numa conexão, e até quando você fala em interdisciplinaridade, a gente sempre pensa, pelo menos eu, nas disciplinas mais próximas que a gente sabe que já tem uma conversa, então, sei lá, química e biologia, porque a gente sabe que existe ali a bioquímica, e aí eu sempre via a história com a geografia, eu sempre via física com a matemática. Aí, pensando na história da ciência, igual foi comentado também nessa parte da arte, faz total sentido, sabe? Como realmente as coisas se conversam, e eu fiquei indignada, [...] eu falei ‘como assim?’ E aí eu fiquei indignada. [...] A gente perde a nossa atenção para as outras disciplinas, a gente não vê tanto no curso, e até gosto de ter quando eu puxei a licenciatura pra fazer, porque a gente conversava um pouco mais sobre a psicologia da Educação, a gente tinha um pezinho ali nas humanas e não ficava totalmente nas exatas, mas, realmente, nosso olhar fica muito enviesado pro racional, e eu fiquei ‘meu, nunca parei pra pensar nisso’.”
	OQ8	“[...] a minha perspectiva, na hora que eu vi o tema desse minicurso, eu pensei: ‘ciência e arte, onde que elas se encontram?’ e eu não consegui achar nenhum ponto [...] mas na aula você percebe realmente que você sabia muita coisa das duas isoladamente, mas nunca foi passado essa visão conjunta, então eu fiquei maravilhado pela aula. [...] e sobre a questão [...] da representação estereotipada do que seria um cientista, do que que seria um artista, porque eles são estereotipados como opostos, sendo que a gente vê que eles têm muitas relações entre si. Então, essa chavinha agora que virou na cabeça, acho que de todo mundo aqui, foi muito interessante”.
Essa discussão tinha que acontecer mais cedo no curso de formação	OQ13	“[...] Então, nossa, eu gostei bastante da aula. Sempre quando tem qualquer tipo de coisa artística dentro do curso eu fico muito feliz, porque, olha, é difícil. Como eu tinha comentado, meu TCC vai ser sobre teatro, né, então eu pesquiso bastante sobre essas coisas e eu acho super interessante, super importante. Eu acho que isso devia ser falado no curso mais cedo, porque é super importante depois que a gente tem todo o conhecimento, a parte mais exata das coisas, e depois a gente passa para partes mais humanas. Eu acho que é uma boa, no final você consegue relacionar os conteúdos que você aprendeu mais cedo. Porém, se a gente tivesse essa percepção de interdisciplinaridade no começo do curso, pelo menos um pouquinho mais na metade, eu acho que serviria muito para gente para as próximas aulas, sabe. Eu vou me formar, né? Se tudo der certo, no final desse próximo semestre, e eu só tô vendo agora esse tipo de coisa assim, e eu acho que seria interessante se a gente tivesse mais cedo”
Importância do PIBID	OQ13	[...] Quando eu tava no PIBID, participei de uma feira de ciências, e eu interpretei o Galileu Galilei, atuando com a professora de Filosofia. A gente fez uma cena, uma intervenção artística no meio do intervalo. [...] Tava acontecendo a feira e, de repente, eu saía e vinha correndo assim e tava falando com a minha luneta e vinha um padre, que era a professora, então a gente interpretou isso e levou esse conhecimento de uma outra forma representada, não só num texto. Às vezes, fica muito mais acessível numa escola, né? O que você puder fazer para chamar atenção do aluno, ele vai prestar atenção, porque geralmente é aula expositiva [...]”.

Preconceito contra as Artes no Ensino de Ciências	OQ13	“[...] uma vez eu já fui tentar explicar uma matéria de radioatividade num seminário, e eu fui colocar a Rosa de Hiroshima, o poema, e o meu colega de grupo falou assim ‘não, mas nada a ver você colocar isso né? A gente tá falando sobre o conteúdo de química’, e eu fiquei super abismada. Eu não coloquei, porque os outros tiveram a mesma opinião, o restante do grupo, só que eu fiquei super chocada, e hoje eu sempre comento disso, porque, infelizmente, isso tá sempre durante todo o curso. [...] Eu acho que tem que ter interdisciplinaridade e [...] acho que o objetivo da aula foi super alcançado, depois que terminou a aula que eu percebi que a gente tava falando de ciências e artes ao mesmo tempo, foi tão suave essa relação que você fez [...]”.
Interdisciplinaridade e mais presente em cursos de Arte	OA7	“[...] eu achei muito interessante as relações e acho que eu também nunca tinha parado para pensar assim, estritamente, mas em artes a gente já conversou um pouco sobre essa interdisciplinaridade da vida e das coisas não estarem todas separadas em caixinhas, delas terem relação entre si”.
Ir além da perspectiva europeia	OA7	“[...] eu queria só levantar um questionamento mesmo, que é uma questão que a gente já vem conversando no curso de artes, a gente inclusive tá se organizando para fazer uma mudança na grade para os próximos anos, que é a relação da história da arte. A gente estuda só a história da arte europeia no curso de artes. A gente teve um semestre, não, um ano e meio, né? Três semestres de história da arte europeia. E aí, quando a gente fala de arte e de história da arte, fica implícito que a europeia é a central. Então, assim, isso acontece muito no curso de artes também, a gente estuda o conteúdo cheio de homens brancos, sendo que a gente tá no Brasil, existe arte afro-brasileira, africana, arte indígena, inclusive arte indígena contemporânea de vários artistas indígenas que estão começando a ocupar esses espaços para falar. A gente não tá na história da arte padrão, a nossa arte não se resume somente a pintura corporal e Arte primária e Arte latino-americana, arte asiática, milhares da história da arte, só que a gente sempre se debruça sobre a história da arte europeia. Isso é uma coisa bem triste, principalmente para os artistas, né? Para os estudantes pretos que estão na universidade. Não sei como é essa questão no curso de química, quantos alunos pretos tem, se isso é debatido ou não, mas, assim, na hora que a gente vai estudar arte, a gente estuda a europeia, e tem isso como a inspiração do top dos tops. [...] Saber que a arte europeia é uma das Artes, ela não é a principal, nem a melhor, e nem a mais importante, ela foi aquela que ganhou o foco, e a gente falando aqui de ser parcial ou imparcial, ganhou foco por causa de uma série de relações políticas que colocaram a Europa no centro de tudo, sendo que a Europa foi bem errada ao longo da história e continua sendo até os dias atuais”.
Concepção de arte	OA8	“[...] quando a gente vai estudar a história da arte e tudo mais, a gente vai ver que, antes de existir esses conceitos de arte, existia já essa visualidade. Desde o homem dito pré-histórico, na África, tinha muitas coisas, todos os continentes tinham muitas coisas acontecendo, e daí a arte, com esse nome ‘arte’, vai acabar surgindo mesmo na Europa, no Renascimento, essa academia de arte. Enfim, eu fico me questionando, às vezes, do quanto a gente chamar tudo de arte também não pode ser, às vezes, problemático, porque eu não sei se o que os povos Tupinambás estavam fazendo aqui no Brasil era arte, eles tinham outras relações. Eu acho que muito da arte também se dá a partir de uma relação e, talvez, essa relação é um problema muito grande que eu vejo na arte, que é a relação que a gente tem com a arte, que a maioria das pessoas têm, enfim, é uma relação totalmente europeia, de você realmente contemplar, é um outro tipo de conceito, de forma de criar. Daí eu fico pensando assim, se esses outros povos originários estavam criando esse tipo de pensamento também. Às vezes estão fazendo outras coisas, sabe? Daí eu sempre penso nisso assim. Será que não é menosprezar? Óbvio que tem muitas formas de você fazer as coisas, mas, assim, será que é certo a gente também chamar o que os povos Tupinambás estavam fazendo, por exemplo, de arte? Porque pode ser outra coisa que eles estão fazendo, eu não sei”.
	OA6	“[...] eu acho que que a gente não precisa procurar um outro termo quando a gente vai falar da arte desses povos, até porque aceitar a concepção de arte que foi imposta para a gente pelos europeus depois que eles começaram a estudar teoricamente a arte também seria uma forma de colonização, e eu acho que não necessariamente um povo precisa ter uma arte ocidental para a gente denominar arte. O Geertz fala um pouco sobre isso, né? No livro dele, ‘O Saber Local’. Eu acho que é importante a gente fazer essa distinção, tipo, você falou de um outro termo, algumas pessoas falam de uma arte tribal, só que isso é um termo bem racista, né? Você tá diminuindo bastante a potência estética, não só estética, mas a potência artística da produção desses povos quando você coloca alguma coisa como tribal. Então, acho que é importante a gente reivindicar o termo ‘arte’

		quando a gente vai falar de uma arte pré-colonização também dos povos originários”.
Dificuldade de encontrar fontes sobre a arte de outros povos	OA7	“[...] é bem difícil mesmo a gente encontrar lugares que a gente possa estudar sobre isso, né? Acho que a Federal da Bahia, por exemplo, oferece disciplinas de história da arte africana. Então, você tem que realmente buscar as universidades específicas que vão ensinar outras histórias da arte, por isso que a gente tá buscando trazer isso para dentro da UNESP, porque se a gente não começa a estudar essas questões, a gente não tem nem como passar isso para frente quando a gente for dar aula em escolas, ou até dar aula numa universidade. Isso, e até a visão da história europeia, né? Tipo, a gente precisa ser formado em relação a isso para poder propagar, então é uma questão bem difícil mesmo que a gente tem que acabar buscando professores que têm uma pesquisa nesse campo, buscando pessoas que saibam de bibliografia, procurando muito por conta, porque um caminho assim, mais formal, digamos, é bem difícil”.
A história da arte está relacionada com tudo	OA8	“[...] Eu acho que é difícil de estudar história da arte, porque ela tá muito ligada com a história da humanidade, e daí você fica meio perdido mesmo, porque a história de tudo tá ligado com a história da humanidade, mas eu acho que sem a arte não tem como, porque tudo que é registro que a gente tem das coisas mais antigas tá registrado porque alguém pegou e registrou de alguma forma. [...] A gente tem história todo semestre”.
A forma como a Ciência lida com os erros	OQ14	“[...] você falou sobre essa visão mesmo que a gente tem sobre a ciência linda, perfeita. Como isso vem sendo construído até hoje dentro do curso, dentro da academia, quando a gente, por exemplo, tem um experimento que não dá certo, mas você aprende que ‘não tem essa de não deu certo, tem que dar certo’, então, os erros em laboratórios, erros em qualquer experimento, são sempre escondidos, porque tem que ser perfeito. ‘Se você seguiu um roteiro, como que não deu? É uma Ciência exata!’. Isso é muito louco, porque a gente, por exemplo, não publica artigo sobre o que deu errado, é sempre o que é lindo, que foi descoberto, mas e todos aqueles procedimentos que você usou, que você gastou, investiu dinheiro, investiu tudo, e não deu certo? A gente não teria evoluído tanto se a gente tivesse já publicado o que deu errado para evitar que outras pessoas também não fizessem o errado ou então ajudassem a descobrir o que aconteceu? [...] eu tenho muita crítica em relação a isso, porque é um ego muito grande, [...] eu prefiro ter a esperança que esse tipo de visão mude, porque eu acho que é uma forma de abrir caminho para a própria ciência aprimorar”.
Arte enquanto experiência	OA8	“[...] Você conhece o John Dewey? Ele vai falar muito disso da arte como experiência, [...] que o ensino de arte tá mais na experiência do que no resultado final, então, desde quando você propõe experiências para o aluno, ele vai aprender tanto quanto se tivesse dado certo. Enfim, pouco importa o que vai acontecer no final, o importante é ele ter essa experiência, e é essa experiência que vai ensinar pro aluno o que ele vai aprender de fato”.

APÊNDICE D – PLANO DO MINICURSO

PÚBLICO

Alunos do curso de licenciatura em Artes Visuais e Química de uma Universidade Pública do Estado de São Paulo.

TEMPO

6 encontros com carga horária total de 14 horas.

OBJETIVO

Questão norteadora: quais os desafios e potencialidades de um minicurso pautado no ensino para a criatividade, a partir da relação entre Artes Visuais e Química, no que se refere à formação de professores?

Objetivo geral: investigar as contribuições que o contexto interdisciplinar pode proporcionar à formação inicial de professores de Química e Artes Visuais, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento da criatividade.

Objetivos específicos: superar algumas visões alternativas e limitantes sobre o campo do conhecimento das Artes Visuais e das Ciências da Natureza; possibilitar que alunos de diferentes cursos experienciem a interdisciplinaridade em suas formações; elaborar um texto histórico para mostrar um panorama geral sobre a relação entre as Ciências Naturais e Artes Visuais ao longo do tempo; compreender o papel da criatividade no processo formativo; propor reflexões sobre a importância da interdisciplinaridade em cursos de formação de professores.

PROPOSTA

Estrutura do Minicurso:

Encontros	Horas	Desenvolvimento	Objetivo de cada etapa
Anterior ao início do minicurso	-	Aplicação do Questionário online	Compreender as noções alternativas dos alunos sobre a temática da pesquisa, anteriores ao minicurso e, dessa forma, melhor analisar as contribuições e limitações do mesmo

1º	2	- (15 min) Apresentação da pesquisa; - (1h45) Aula sobre a relação histórica entre Ciência, Arte e sociedade de diversas partes do Mundo.	Aprimorar as noções acerca da relação Arte-Ciência e do processo de construção de cada uma dessas áreas; superar algumas visões alternativas e de senso comum sobre a relação Arte-Ciência, apresentando possibilidades tanto no Ensino quanto no campo aplicado de cada área e a importância da criatividade; trazer um <i>feedback</i> do questionário, a fim de proporcionar reflexões mais críticas sobre as noções alternativas apresentadas inicialmente.
2º	2	- (1h10) Aula sobre as diferenças e semelhanças entre Arte e Ciência; a importância da criatividade no ensino; possibilidades dessa relação no ensino formal e informal. - (10 min) Apresentação do vídeo: um ensaio sobre perguntas e respostas: arte e ciência - (40 min) Roda de conversa: discussão e reflexão sobre as respostas obtidas no questionário e o que foi apresentado até o momento.	
3º	2	- (1h) Discussão sobre as dimensões representacionais do conhecimento científico (macroscópica, submicroscópica e simbólica); Modelos na Ciência. - (30 min) Explicação da atividade em grupo; um dos exemplos apresentados para ilustrar melhor: http://surl.li/euigm - (30 min) Definição, pelos próprios alunos, dos critérios de avaliação das produções.	Realizar discussões acerca das dimensões representacionais da Química, suas dificuldades no ensino; a relevância de conteúdos abstratos na Química e sobre os modelos na Ciência, a fim de que os licenciandos de Artes Visuais possam ter um contato mais aprofundado e recente sobre tais conteúdos e, dessa forma, conseguir contribuir mais para o processo criativo. Ainda, explicar a atividade proposta e analisar os elementos que os alunos de cada área consideram importantes para serem avaliados nas atividades que irão desenvolver.
4º	2	- Início da atividade (tempo disponibilizado para os alunos montarem os grupos, pensarem na problemática que irão resolver, traçar o plano e planejarem o produto)	Analisar como os alunos de cada área trabalham em conjunto e como cada um contribui para o processo de alcançar um mesmo objetivo; analisar a expressão da criatividade e imaginação nesse momento; compreender como lidam com o ato criativo.
5º	3	- Tempo disponibilizado para os alunos confeccionarem seus produtos e apresentações.	
6º	3	- (2h20) apresentação dos grupos. - (20 min) Roda de conversa final: reflexões sobre os desafios e contribuições de todo o processo para a própria formação, a importância da criatividade e dessas discussões nas licenciaturas, se eles mudariam algum elemento avaliativo após terem experienciado o processo; - (20 min) tempo para os alunos finalizarem as avaliações dos grupos.	Compreender a visão dos alunos sobre o minicurso enquanto participantes do mesmo; analisar as contribuições e os desafios desse tipo de atividade que envolve a interdisciplinaridade e o ato criativo para o processo de formação inicial de professores; avaliar criticamente o minicurso e apontar melhorias para o mesmo.

A proposta do minicurso foi que os alunos, em grupos mistos, criassem um produto que abordasse de maneira visual e artística uma temática da química, de maneira que a interpretação do produto abrangesse não só perspectivas da Ciência, mas também da

Arte e da Filosofia. Além disso, teriam que refletir sobre como isso poderia ser abordado em aulas tanto de Artes Visuais quanto de Química.

Propostas dos grupos participantes do minicurso:

	Tema	Relação Arte e Ciência
Grupo A	Química e artes: Nosso mundo em cores	Pintura abstrata por meio dos pigmentos retirados de alimentos e produtos e mudar as tonalidades conforme o pH. Buscar entender os fundamentos da pintura abstrata e do pH por meio da criação de uma obra.
Grupo B	Ligas metálicas na arte e na química	Criação de uma escultura com ligas metálicas para compreender de forma visual suas propriedades e a importância de conhecê-las ao desenvolver esse tipo de obra.
Grupo C	Laboratório Visual Artístico Científico: Acervo em construção	Construção de um acervo de fotografias com o intuito de desenvolver o olhar fotográfico e a prática de explorar e perceber a natureza, o cotidiano e seus fenômenos. Apresentar reflexões filosóficas, científicas e artísticas de cada fotografia feita.
Grupo D	Radiação ionizante	Criação de personagens em movimento (no modelo de gif) para representar de maneira animada o conceito de radioatividade.
Grupo E	Óxidos (Cartilha "Planeta Primitivo")	Criação de uma cartilha contendo narrativas e personagens que fazem referências às funções orgânicas. Envolver conteúdos históricos e químicos (origens da vida no planeta terra e a participação dos óxidos nesse fenômeno), além de buscar na representação trazer características da química que o personagem representava, algo que o design de personagens exige.

MATERIAIS E INSTRUMENTO DE ANÁLISE

Os dados foram coletados por meio das gravações dos encontros, questionário, autoavaliação, notas de campo e das atividades apresentadas ao final do minicurso (produto + apresentação). Cada grupo utilizou materiais e recursos específicos de cada temática escolhida para desenvolver seus trabalhos.

Os dados foram analisados por meio da Análise de Conteúdo (Bardin, 2002) e de análise descritiva interpretativa.