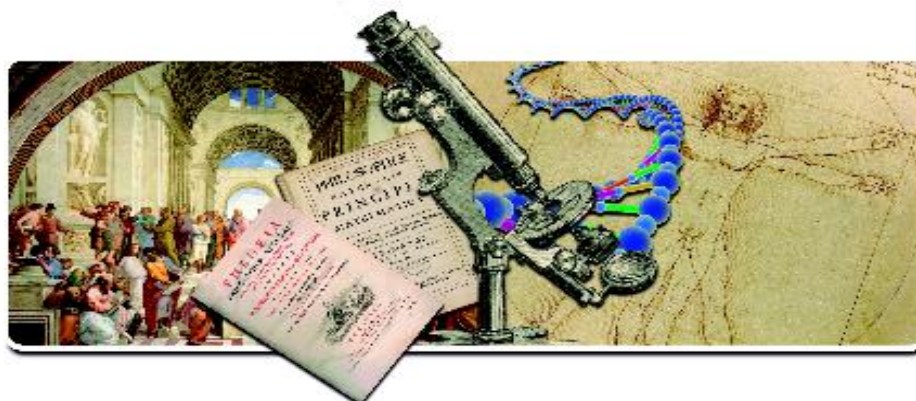


**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA**  
Programa de Pós-Graduação  
- Educação Científica e Formação de Professores -



**PPG.ECFP**

Programa de Pós-Graduação em  
Educação Científica e Formação de Professores



**INTERFACES ENTRE ARTE E CIÊNCIA: DIMENSÕES  
EDUCACIONAIS SOB O APORTE TEÓRICO DE EDGAR  
MORIN**

**ANA JAQUELINE SANTOS SOUZA**

Setembro, 2021

**ANA JAQUELINE SANTOS SOUZA**

**INTERFACES ENTRE ARTE E CIÊNCIA: DIMENSÕES  
EDUCACIONAIS SOB O APORTE TEÓRICO DE EDGAR MORIN**

*Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia para obtenção do título Mestre em Educação Científica e Formação de Professores*

**Orientador: Prof. Dr. Moisés Nascimento Soares**

Setembro, 2021

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

Espaço reservado para ficha catalográfica.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA**  
Campus Universitário de Jequié/BA  
Programa de Pós-Graduação  
Educação Científica e Formação de Professores

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**INTERFACES ENTRE ARTE E CIÊNCIA: DIMENSÕES  
EDUCACIONAIS SOB O APORTE TEÓRICO DE EDGAR MORIN.**

Autora: Ana Jaqueline Santos Souza

Orientador: Prof. Dr. Moisés Nascimento Soares

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação defendida por **Ana Jaqueline Santos Souza** e aprovada pela Comissão Julgadora.

Data: 23/09/2021

Assinatura:.....

Prof. Dr. Moisés Nascimento Soares

Comissão Julgadora:

Dr. Camila Silveira da Silva

---

Dr. Paulo Marcelo Marini Teixeira

---

Jequié/Bahia  
Setembro, 2021

## Dedicatória

Estando com você, Ana, fui levada onde a vista não alcança. Mas onde o coração faz festa pra ver seus movimentos pairarem no compasso dessa história de aproximadamente 2 anos e 6 meses, os melhores dias dos meus últimos dias. Ficando na memória já é extremamente válido.

A você, Ana digo: no meio de tantas imperfeições sempre será possível encontrar algo bem ajustado, algo sólido dentro de ti.

Você é mais bonita que a Bahia, Ana!

E te falo para ser tudo que sentir, ser tudo que és, que foi e não sabia que era.

Eu te venero Ana, você é tudo pra mim!

Logo, desejo que essa minha parte sólida fique com vocês, leitores, fique em forma de gratidão porque é isso que consigo sentir agora.

## Agradecimentos

Ana Souza  
Deus, meus guias, meus ancestrais  
Minha família  
Moisés Soares  
Jéssica Azevedo (Berenice)  
João Magalhães  
Diogo Ricardo  
Fran Luz  
Crislane Machado  
Márcia Ornelas  
Clã Cigana das Rosas  
Herbário  
PPG-ECFP  
UESB  
CAPES

## Epígrafe

Ânsia voraz de me fazer em muitos, fome angustiosa da fusão de tudo, sede da volta final da grande experiência: uma só alma em um só corpo, uma só alma-corpo, um só, um!... Como quem fecha numa gota o Oceano afogado no fundo de si mesmo...

João Guimarães Rosa, escritor mineiro. Livro "Magma". Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997, p. 132

## RESUMO

O trabalho se refere a uma investigação de cunho teórico, que teve como objetivo analisar e refletir sobre diferentes dimensões educativas possíveis para construção de propostas com a interface *Arte e Ciência* no contexto do Ensino de Química, tendo como base a epistemologia da complexidade de Edgar Morin. A pesquisa valida a possibilidade de a Educação Química acontecer por meio da interconexão com a Arte, apresentando, assim, uma abordagem educativa com implicações que podem ser canalizadas para uma estratégia didática alicerçada por uma articulação crítica e reflexiva. Os dados obtidos foram sistematizados em três dimensões educacionais: i) educação, globalidade e interdisciplinaridade; ii) a necessidade de abstração, da experimentação e da observação apurada; iii) anel tetralógico: formação educacional e formação social. Por meio dessas dimensões foi possível identificar que a Educação Química pode acontecer articulada com a dimensão da Arte, a partir das potencialidades teóricas discutidas no decorrer deste trabalho. Tanto a Arte quanto a Química foram consideradas como construções humanas, ambas se utilizando da abstração, da observação apurada e da experimentação como habilidades cognitivas. Esses pontos de intersecção ressaltam seus potenciais criadores e mobilizadores de outras formas de criações de saberes no mundo. Esses pontos ficaram evidentes quando baseados na resignificação do anel tetralógico do teórico Morin. As potencialidades do trabalho artístico de Carybé foram fundamentais para a discussão de conteúdos químicos e criação de novas percepções para a Educação em Ciências.

**Palavras-Chave:** Arte e Ciência. Dimensões Educacionais. Educação Química. Morin.



## ABSTRACT

The present work refers to a theoretical investigation, which aimed to analyze and reflect on different possible educational dimensions for the construction of proposals with the Art and Science interface in Chemistry Teaching, based on Edgar Morin's epistemology of complexity. The research validates the possibility of Chemical Education happening through the interconnection with Art, thus presenting an educational approach with implications that can be channeled towards a didactic strategy based on a critical and reflective articulation. Three educational dimensions emerged as a result of the data obtained: i) education, globality, and interdisciplinarity; ii) the need for abstraction, experimentation, and accurate observation; iii) tetralogic ring: educational formation and social formation. By means of these dimensions, it was possible to identify that Chemistry Education can happen through Art, from the theoretical potentialities discussed throughout this work. Both Art and Chemistry were considered as human constructions, both using abstraction, accurate observation, and experimentation as cognitive skills. These intersection points highlight their potential creators and mobilizers of other forms of knowledge creation in the world. These points were evident when based on the theorist Morin's redefinition of the tetralogic loop. The potential of Carybé's artistic work was fundamental for the discussion of chemical contents and the creation of new perceptions for Science Education.

**Keywords:** Art and Science. Educational dimensions. Chemistry Education. Morin.

### Lista de Ilustrações

- Figura 1 - CTS - ARTE como híbrido Entre CTS e Educação em Artes, p. 44
- Figura 2 - Tetragrama de Morin, p. 56
- Figura 3 - Anel ativo de Morin, p. 57
- Figura 4 - Contexto, global e complexo, p. 58
- Figura 5 - Hector Julio Páride Bernabó, p. 61
- Figura 6 - Yemanjá, p. 65
- Figura 7 - O mar da Bahia, p. 66
- Figura 8 - Portão solar do MAM, p. 66
- Figura 9 - Mapa de localização do Solar do Unhão, museu no Humaitá, p. 67
- Figura 10 - Aparecimento de ferrugem, p. 81
- Figura 11 - Degradação do Gradil, p. 85
- Figura 12 - Representação do processo de corrosão atmosférica do aço-carbono, p. 89

## Lista de Quadro

Quadro 1 - Passos para desenvolvimento da pesquisa científicas a partir de Demo (1982), p, 23.

## Lista de Abreviaturas e Siglas

ABRAPEC	Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
BNCC	Base Nacional Curricular Comum
CAsA	Centro de Artes de Amargosa-BA
CACS	Ciência, Arte e Cultura na Saúde
CFP	Centro de Formação de Professores
CTS-ARTE	Ciência, Tecnologia e Sociedade-Arte.
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DUCA	Diversidade, Universidade, Cultura e Ancestralidade
ENEQ	Encontro Nacional de Ensino de Química
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
ETE	Estação de tratamento de esgoto
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
NOX	Número de Oxidação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
REDOX	Reação de Oxidação e Redução
SBEEnQ	Sociedade Brasileira de Ensino de Química
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UFRB	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	14
CAPÍTULO 1.....	21
PERCURSO METODOLÓGICO.....	21
CAPÍTULO 2.....	28
REFLEXÕES SOBRE O CONHECIMENTO CIENTÍFICO E ARTÍSTICO: DIÁLOGOS TEÓRICOS A RESPEITO DA INTERFACE ARTE & CIÊNCIA .....	28
2.1- Arte e Ciência: histórico, união, separação e reunificação. ....	28
2.2- A interface <i>Arte e Ciência</i> no campo da Educação em Ciências e no ensino de Química: levantamento dos ENEQ e ENPEC .....	36
CAPÍTULO 3.....	48
PRESSUPOSTOS E FUNDAMENTOS DO PENSAMENTO DE EDGAR MORIN: UM SUJEITO MESTIÇO.....	48
3.1- Reforma do pensamento e a compartimentação do saber .....	50
3.2 - Elementos introdutórios ao pensamento complexo em Edgar Morin .....	54
3.3 - Conceitos de ordem e desordem segundo Morin .....	55
CAPÍTULO 4.....	61
ARTE, CIÊNCIA E CARYBÉ: ONDE SE ENTRELAÇAM E SE RECONNECTAM? .....	61
4.1- Gradis e Carybé .....	63
4.2- O Saber Sensível entre a Arte e a Química .....	68
CAPÍTULO 5.....	72
DIMENSÕES PEDAGÓGICAS POSSÍVEIS NO TRABALHO COM A INTERFACE CIÊNCIA E ARTE: PRIMEIRAS APROXIMAÇÕES .....	72
i) <i>Educação, globalidade e interdisciplinaridade</i> .....	73
ii) <i>A necessidade de abstração, da experimentação e da observação apurada</i> .....	80
iii) <i>Anel tetralógico: formação educacional e formação social</i> .....	94
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	100
REFERÊNCIAS .....	103

## INTRODUÇÃO

Pensar sobre o processo de construção do saber englobando *Arte e Ciência*, apesar de serem consideradas áreas distintas de conhecimento, justifica-se pelo fato de acreditarmos na potencialidade dessa articulação para promover, no âmbito educacional, interações e diálogo complementares para a construção de conhecimentos. Esse desejo intrínseco e latente de articular ambas áreas do conhecimento, iniciou-se desde meu ingresso no curso de Licenciatura em Química, na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), no *campus* “Centro de Formação de Professores” (CFP), na cidade de Amargosa-BA, participando do programa de extensão “CAsA do DUCA: Diversidade, Universidade, Cultura e Ancestralidade”, que entende a vida cultural não apenas por manifestações artísticas, mas pela elaboração científico-tecnológico, bem como a reflexão crítica e a produção intelectual.

O fruto dessa experiência foi a elaboração da monografia intitulada “A educação Química em busca da Arte: investigando a técnica tradicional de gravura” (SOUZA, 2018). Nela são apontados e discutidos os elos possíveis entre a Educação Artística e a Educação Química que podem ser utilizados em discussões nos âmbitos educacionais para construção de saberes que perpassem a visão tradicionalista e segregacionista do conhecimento.

No momento presente, para elaboração desta dissertação, recorreremos à pesquisa teórica para formulação de argumentos consistentes, articulados para discutirmos a respeito da referida interface, agregando elementos no sentido de fortalecer pesquisas que também dialogam nessa lógica, investigando o processo temporal de constituição de ambas as áreas, *Arte e Ciência*, questionando suas formas de manifestações na natureza. Um convite para que tenhamos um olhar mais crítico e criterioso sobre o que essas duas culturas têm em termos de pensamento e sentimentos entre nós, por nós e para nós, como elas contribuem para que o nosso conhecimento seja sistematizado e útil para as tomadas de decisões sobre o futuro da humanidade.

A seguir, três afirmativas serão feitas a respeito do caráter humanístico da interface, ou seja, características comuns que perpassam por ambas as áreas do conhecimento, o que é necessário para situarmos nosso ponto de vista a partir do tema.

Sendo a primeira premissa afirmar que *Arte e Ciência* são construções humanas e essa é a primeira evidência de que articulando essas duas áreas do conhecimento, essas duas pulsões da natureza, é possível agregar e não mais reprimir (CACHAPUZ, 2011, 2015; PIETROCOLA, 2004).

Existem muitas maneiras válidas de valorizar o diálogo entre a química e a arte como parte de uma fertilização mais vasta entre a ciência e a arte. Seja qual for a alternativa seguida, o que se afirma é o potencial criado do homem fabricante de símbolos, e seja através da obra *prima El universo, la tierra (México), Yo, Diego y el señor Xólotl de Frida Kahlo ou através da Lei de Lavoisier*. Em ambos os casos, o que essas obras revelam são as lutas do homem para dar significado à vida, comemorar nossa humanidade ou corrigir as limitações e a miopia do sentido comum (CACHAPUZ, 2011, p. 198, grifos do autor, tradução nossa).

Pode-se, portanto, reafirmar que, por meio da Ciência e da Arte, o homem tem condições de indagar, de elaborar hipóteses, de construir conceitos, perceber e investigar problemas.

A segunda premissa está relacionada com as potencialidades de ambas as áreas, em que destacamos uma das manifestações da imaginação, que é o ato criativo, uma das formas de linguagem presente nos dois campos. Bronowski (1983) é um teórico que discute certos elementos acerca da imaginação e criatividade intrínsecas à *Arte e a Ciência*.

A imaginação é a manipulação no espírito de coisas ausentes, utilizando em seu lugar imagens, palavras ou símbolos. A imaginação é sempre um processo experimental, quer façamos as experiências com conceitos lógicos, quer com a matéria criativa da arte (BRONOWSKI, 1983, p. 54).

O autor ainda pondera sobre a tríade: Ciência, Arte e Imaginário. Existe uma relação entre o saber científico, que pretende deter uma verdade positiva, verificável racionalmente, e o outro saber, intuitivo, que flui do imaginário social. “Esse saber, situado no campo imagético, associa-se à condição humana de extrair, do profundo reservatório das imagens e dos mitos, perspectivas de um conhecimento nem sempre explicitado através de raciocínios e cálculos objetivos” (RANGEL; ROJAS, 2014, p. 76).

Por meio desta visão, pondera-se sobre o entrelaçamento da obra de arte com a obra científica no momento de suas ações criadoras e únicas, permeadas pela história e pela cultura que engloba e constitui o ser humano.

A terceira e última premissa é apontada por Pietrocola (2004), baseado nas ideias de Bronowski (1983), afirmando que apesar do distanciamento metodológico entre as Ciências e as Artes, ambas buscam essa universalidade humana.

Mesmo se diferenciando em termos de método, as ciências e as artes buscam a universalidade, ou seja, daquilo que é próprio ao ser humano. Pois, seja nas artes ou na ciência, o que encontramos é sempre individual, mas o que aprendemos com isso é sempre geral (PIETROCOLA, 2004, p. 17).

Portanto, quando assumimos esse caráter humanístico, imaginário e convergente em termos metodológicos de ambas as áreas, fundamentados na história, conseguimos explorar diferentes modos de perceber e conjecturar os conhecimentos delas provenientes, tornando mais fácil a compreensão ou, pelo menos, a percepção, de que são atividades não tão distantes como muitas vezes são apresentadas.

Aqui, buscamos analisar pontos e contrapontos da Ciência e da Arte em busca de contribuir com a área de Ensino de Química/Ciências com intuito de ir em busca de gerar novos conhecimentos relevantes que possam enriquecer discussões no meio acadêmico; desenvolver recursos que conciliem o uso da Ciência e da Arte na Educação e explorar os possíveis modos de promover um diálogo entre estes saberes.

A Educação Química e a Educação Artística tem potencial para romper as barreiras artificiais criadas pelas disciplinas formais de ambas. Assim, procuramos mostrar as potencialidades das dimensões educativas que possam emergir do contexto dessa interface, por meio da teoria da complexidade de Edgar Morin, de modo a explicitar a relevância da proposta desta pesquisa, em que será possível abranger outras dimensões além da cognitiva.

Algumas pesquisas sinalizam sobre a necessidade de uma formação social mais ampla dos estudantes, não se limitando apenas aos conteúdos escolares (POZO; CRESPO, 2009; SANTOS; SCHNETZLER, 2014). Diante disso, percebemos a importância de utilizar diferentes linguagens, como a Arte, por exemplo, para transpor esses limites, e criar uma visão de mundo não mais segregada e com possibilidade de despertar a autonomia cidadã dos alunos.

Consideramos a Arte como potencializadora para nos guiar nesses caminhos educativos alternativos, de criação de mundos possíveis, como estratégia para



desenvolver o pensamento e os afetos (O'SULLIVAN, 2006).

Inicialmente, apresentamos a ideia de que existe a possibilidade de desenvolver o diálogo entre Química e Arte, permitindo que novas formas de conhecimento sejam construídas, ultrapassando divisões tradicionalistas entre inteligência artística e científica (O'SULLIVAN, 2006).

As novas formas de conhecimento estão vinculadas aos processos formativos que constituem o ser humano e o processo educacional. Quando nos referimos ao enriquecimento do conhecimento e novas formas de perceber o ensino, visamos a interface CienciArte que, de acordo com Sawada, Araujo-Jorge e Ferreira (2017), nos traz uma revolução científica compromissada com a sociedade, a cidadania e com o futuro da humanidade. Segundo os referidos autores, neste novo século, os artistas e cientistas estão sendo clamados a olhar quais rumos a humanidade tem tomado, a qualidade de vida no globo terrestre, o que, consecutivamente nos conduz a pensar sobre as necessidades sociais: cabeças curiosas, críticas e instigadas por conhecimento sobre o mundo que os cerca, para que suas atuações como seres humanos pensantes possam visar o melhor para nossa humanidade. E com relação a esse futuro da humanidade, a abordagem em *Arte e Ciência* direciona-nos para a alfabetização científica, elencando, assim, mais um potencial da interface que se encontra justamente quando traz uma formação cidadã ao ser humano.

Em consonância com as ideias de Ferreira (2010), *Arte e Ciência* são modos de manifestação do pensamento, são formas distintas de produção de conhecimento e não há (...) hierarquia entre elas. Ainda segundo o autor, “do século XIX até os nossos dias, a Ciência e a Arte se consolidaram como dois ‘Campos’ independentes, cada um com as suas especificidades, lógicas internas, divisões, formações discursivas, relações de poder e hierarquias próprias” (p. 267).

Com isso, torna-se necessário conhecermos cada campo, apontando e descrevendo diferentes facetas que possam identificar os pontos divergentes, encontrar os convergentes, entendê-los e articulá-los (FERREIRA, 2010). Por isso, a necessidade de conhecer a caminhada de cada área, analisando fatos históricos, entendendo suas constituições e diferentes formas de suas manifestações na natureza. Com efeito, *Arte e Ciência* percorrem juntas e complementam-se no acompanhamento da evolução das descobertas que se acrescentam à história e à cultura (FERREIRA, 2010).

Ambas são expressões e projeções do devir humano, que nada mais é do que a relação permanente entre o sujeito e o objeto, um vir-a-ser constituído pela interação da subjetividade com a objetividade dos envolvidos.

Cientistas e artistas são sensíveis a novas ideias, a novos conceitos e imagens, à formação de hipóteses e projeções de fatos; ambos registram suas observações, suas descobertas, assim como suas preocupações e estranhamentos que mobilizam e justificam as motivações de suas pesquisas, inspirando seus sentimentos, seu modo próprio de “perceber” a vida e compartilhar suas percepções (RANGEL; ROJAS, 2014, p. 75).

Ao analisarmos essa colocação observa-se a afirmativa de que, por meio de um apanhado histórico, é (seria) possível conhecer os vínculos existentes entre as áreas, assim como podem nos auxiliar a conhecer os motivos existentes para serem considerados campos divergentes e, por meio dessa análise minuciosa de suas características, torna-se possível conhecer como ambas entendem a natureza viva que nos rodeia. Recorremos a estas referências históricas para olharmos o passado e o que se passa em nosso presente.

Bom, para conhecermos a referência histórica, recorreremos, nesta dissertação, por pontuar, em primeiro momento, o que se passa em nossa realidade presente, o que está sendo produzindo utilizando-se da interface *Arte e Ciência*, pois, assim sendo, poderemos, então, conhecer o que já foi elaborado por cada área, seus embates e conquistas.

Mediante o levantamento feito nas atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), foram encontrados trabalhos que dialogam na perspectiva de articulação desses dois domínios educacionais, visando acréscimos a educação de modo geral, o que nos motivou ainda mais em desenvolver esta pesquisa teórica.

A maioria dos trabalhos encontrados, associam a ideia de que a Arte pode ser inserida no ensino de ciências como proposta para uma educação complementar, ampla e agregadora. Eles apresentando reflexões sobre a interface *Arte e Ciência*, como, por exemplo, na perspectiva do uso da literatura, propondo que, por meio dessa estratégia, diálogos sobre os assuntos específicos e complexos da área de ensino de ciências possam ser mais bem desenvolvidos no âmbito do ensino (PACHANE, 2006; TRAJANO *et al.*, 2018; SAWADA; ARAUJO-JORGE; FERREIRA, 2017; VESTENA; HIDRATA; NICOLETTI, 2016).

Em suas conclusões, os autores mencionados salientam que as propostas apresentadas sugerem que exploremos novas percepções, na busca de desenvolver o pensamento científico, afirmando que essa é uma necessidade que precisa ser aberta, criativa, transgressora, menos rigorosa na fixação de apenas um caminho possível. Mas, no campo teórico da interface não há diálogo. Encontramos também algo interessante a ser pensado e questionado, os autores mencionam sobre a necessidade de uma educação que seja ensinada de maneira interdisciplinar, ou seja, permeada por conhecimentos provenientes de outras áreas do conhecimento, valendo-se da ideia de que alcançar essa proeza seria possível se a Arte fosse colocada no mesmo nível da ciência. Quando os autores se referem à Arte, enfatizam sobre a Arte em seu significado mais amplo, perpassando pela literatura, música, teatro, artes plásticas, artes visuais etc. Em seguida afirmam que ambas possuem especificidades filosóficas e epistemológicas próprias. Logo, nos vem o questionamento, como poderia, então, a Arte estar no mesmo patamar da Ciência? Qual patamar seria esse? Hierárquico, superior, mais bem-visto, mais eficiente, mais socialmente aceito e respeitado, a única verdade? Enfim, foram inúmeros os questionamentos que emergiram ao pensarmos sobre esse ponto. Em seguida, no decorrer do trabalho, iremos dialogar sobre se é possível a Arte estar no mesmo patamar da ciência? Isso seria a interface? Isso é a inter-relação entre *Arte e Ciência*? É igualando ambas ou precisaremos falar sobre “equidade”?

Bom, mediante o extenso levantamento bibliográfico realizado junto às publicações que dialogam a respeito da interface, ficaram visíveis algumas lacunas (VESTENA; HIRATA; NICOLETTI, 2016; SILVEIRA; SILVA; RIBEIRO, 2009; AUGUSTINHO; VIANA; RÔÇAS., 2013; CARVALHO *et al.*, 2013; VALLE *et al.*, 2013). É notória a escassez de trabalhos que propõem discussões teóricas, filosóficas e epistemológicas amplas a respeito da referida interface. Sendo possível identificar também um ponto importante, que é como a interdisciplinaridade vem sendo trabalhada dentro da interface de forma superficial, de modo que justificamos a relevância acadêmica dessa pesquisa nesse ponto, pois propomos essa discussão mais ampla e aprofundada, trazendo Edgar Morin e sua Teoria da Complexidade como aporte para que, por meio das lentes do referido autor possamos dialogar a respeito do tema de forma interdisciplinar.

Em síntese, identificamos que existem discussões sobre a interface na área da pesquisa científica e da pesquisa artística, de formas distintas. Entretanto, as discussões são simples, não sendo possível identificar o que realmente distingue essas duas culturas, o que as perpassam, e o que as tornam únicas e interdependentes no sentido de existirem no mundo.

Outro ponto evidente é que muitos pesquisadores e pesquisadoras ainda confundem se a interface é uma união de campos ou um processo de intersecção. Eis a questão! Por isso, nesta pesquisa justifica-se também a utilização da *Teoria da Complexidade* do ponto de vista acadêmico e empírico, para compreender tais dificuldades. O que, conseqüentemente, nos possibilitará trazer uma discussão mais sólida sobre as potencialidades da interface para o ensino de ciências e, conseqüentemente, para o ensino de Química, pois, colocaremos em movimento o próprio princípio da interdisciplinaridade e complexidade presente no pensamento de Morin, para abriremos o leque para as discussões teóricas sobre a interface de nosso interesse e, consecutivamente, introduzir nova compreensão que pode ser mobilizada no âmbito educacional.

Diante do exposto, pretendemos responder a seguinte questão de pesquisa: *a epistemologia da complexidade de Edgar Morin pode viabilizar possibilidades de a Educação Química acontecer por meio da interconexão com a Arte?*

Como objetivo geral do trabalho estabelecemos o seguinte: *analisar e refletir sobre diferentes dimensões educativas possíveis, fundamentadas na epistemologia da complexidade de Edgar Morin, para construção de propostas com a interface entre Arte e Ciência no Ensino de Química.*

## CAPÍTULO 1 PERCURSO METODOLÓGICO

Apresentamos neste capítulo as características e peculiaridades das nossas opções metodológicas utilizadas nesta pesquisa, descrevendo suas etapas e principais técnicas de obtenção das informações. No intuito de organizar as discussões, primeiramente apresentamos o tipo de estudo, em seguida, os diferentes passos metodológicos da pesquisa e a forma como buscamos situá-los nos capítulos que se seguem.

No desenvolvimento da pesquisa foi utilizada uma abordagem qualitativa, que pode estabelecer relações ao nível da realidade em estudo dos fenômenos, captando seus significados e os compreendendo para alcançar o que almejamos (TRIVIÑOS, 1987). Segundo Bogdan e Biklen (1997, p. 9),

A pesquisa qualitativa é um estudo não-estatístico que identifica e analisa profundamente dados não-mensuráveis - sentimentos, sensações, percepções, pensamentos, intenções, comportamentos passados, entendimentos de razões, significados e motivações de um determinado grupo de indivíduos em relação a um problema específico.

Dentro dessa abordagem, utilizamos a pesquisa teórica como modalidade desta investigação. Minayo (2008, p. 14) salienta que “a metodologia é articulação da teoria, da realidade dos pensamentos sobre a realidade palpável”. De acordo com Lenin (1965 apud MINAYO, 2008), “o método é a alma da teoria” e é nesse aspecto que se expressa a necessidade do segundo elemento, a teoria, que é “(...) construída para explicar ou para compreender um fenômeno, um processo ou um conjunto de fenômenos e processos” (MINAYO, 2008, p. 17), e que tem como funções esclarecer melhor o objeto de pesquisa, fornecendo elementos para questionamentos e para estabelecimento de hipóteses, colaborando e guiando a análise dos dados com mais organização e nitidez.

Minayo (2008) discorre a respeito dos desafios do conhecimento da pesquisa social e suas contradições. Em seu livro “Caminhos do pensamento: epistemologia e método”, argumenta sobre o caráter científico da pesquisa social e a busca por essa cientificação, o que nos remete a ideia de que cada área tem suas formas de visualizar o mundo e de propor alternativas para resolução de problemas vigentes, conceitos e seus próprios procedimentos metodológicos, fundamentando-se nos saberes que detém, reafirmando

que, reduzir toda forma de produção de conhecimento ao caráter racional é limitar possibilidades.

Somente a teoria não dá conta de explicar todos os fenômenos e processos, pois é produzida por um conjunto de proposições (MINAYO, 1993). Isso significa que, nesta dissertação, não temos como objetivo primário a intenção de encontrarmos solução para todos os problemas vigentes e nem mesmo desenvolver afirmativas irrefutáveis. Pois, a intencionalidade é desvendar as potencialidades que a interface entre *Arte e Ciência* podem nos oferecer, visando elaborar ideias que sejam capazes de subsidiar as construções das dimensões educacionais propostas na pesquisa.

Entre significações para esclarecimento do que seja uma *pesquisa teórica*, nos baseamos em Pedro Demo que traz uma definição sobre essa modalidade de pesquisa:

Trata-se da pesquisa que é dedicada a reconstruir teoria, conceitos, ideias, ideologias, polêmicas, tendo em vista, em termos imediatos, aprimorar fundamentos teóricos. Esse tipo de pesquisa é orientado no sentido de reconstruir teorias, quadros de referência, condições explicativas da realidade, polêmicas e discussões pertinentes (DEMO, 1982, p. 11).

A pesquisa teórica não implica imediata intervenção na realidade, mas nem por isso deixa de ser importante, pois seu papel é decisivo na criação de condições para a intervenção. "O conhecimento teórico adequado acarreta rigor conceitual, análise acurada, desempenho lógico, argumentação diversificada, capacidade explicativa" (BAFFI, 1994, p. 36).

[...] podemos vislumbrar a teoria como nosso diálogo científico interminável com a realidade que não conseguimos nunca dominar de todo. Embora a teoria tenha sempre uma estrutura sistemática, é importante insistirmos na ideia do diálogo, para fazermos justiça a seu conteúdo histórico. Ao mesmo tempo, toda teoria torna-se clássica, ou seja, não tem condições de perenidade explicativa [...]. Assim, o trabalho teórico é fundamental ao processo científico, desde que direcionado à descoberta e discussão da realidade (SEVERINO, 2020, p. 12).

Diante disso, compreendemos, de acordo com o referencial metodológico seguido nesta pesquisa, que realizar um trabalho teórico consiste em classificar ideias, sistematizar conjecturas teóricas e estruturar pensamentos, sobrepujando a atmosfera

anêmica das discussões marcadas pela falta de leitura antecedente, pelo "achismo" ou pelo convencionalismo ideológico.

Alguns momentos centrais se destacam para desenvolvimento da pesquisa teórica, conforme o referencial metodológico utilizado, sendo estes, cinco passos definidos pelo professor P. Demo (1982) apresentados no Quadro 1.

**Quadro 1 - Passos para desenvolvimento da pesquisa científica**

<b>Passos</b>	<b>Descrição</b>
<i>1- A elaboração de quadros de referências</i>	Análise teoricamente bem fundamentada apresentada por estruturação "amarrada", sólida, coerente e consistente, onde os enunciados se desdobram de forma concatenada, criativa e profunda e conseqüentemente sistematizada por meio da compreensão do que se passa na realidade.
<i>2- A compreensão dos clássicos</i>	Significam a referência histórica básica de cada disciplina, marcando profundamente seu trajeto temporal. Traduzem a acumulação já elaborada de conhecimento, circunscrevem as principais polêmicas havidas e ainda vigentes, cristalizam maneiras típicas de ver a realidade, de a investigar e sistematizar.
<i>3- O domínio relativo da produção vigente</i>	É construído na atividade constante de pesquisa teórica, por meio da qual questionamos, aceitamos, rejeitamos e propomos alternativas tendo a finalidade recompor o contexto da criatividade científica sobre uma realidade entendida como inesgotável, nos desafiando a novas ideias e a revisões de quadros já cristalizados de referências.
<i>4- A reflexão teórica elaborada</i>	É onde aprofundamos conceitos, visões teóricas, categorias básicas de autores e inventamos outras. Sabendo interpretar um autor, discordar dele, apresentar alternativas explicativas, dialogar com ele de igual para igual, reinventá-lo. Em um processo constante de elaboração da reflexão teórica, na qual o autor é convidado a dominar a literatura circundante, a debater-se com propostas divergentes e a formular posição própria.
<i>5- A crítica teórica</i>	A teoria crítica traduz a envergadura concreta da capacidade de produção teórica e significa o grito de alerta contra dogmatismos, monolitismos e maniqueísmos, afirmando que a realidade é mais importante que nossas classificações e sistematizações. Ela precisa ser complementada com a capacidade prática, porque isso é o oxigênio da sobrevivência científica.

Fonte: Demo (1982)

Conforme a metodologia definida, subdividimos os capítulos que se seguem de forma a contemplar os cinco passos descritos pelo referencial metodológico escolhido.

Antes, é necessário ressaltar que tanto o levantamento bibliográfico, quanto o levantamento de diferentes elementos descritos no capítulo 4 foram considerados elementos empíricos da pesquisa teórica.

Sendo o primeiro passo: *A elaboração de quadros de referências*, que foi formulado por meio da análise de bibliografia já produzida na área de Educação em Ciências e Ensino de Química (ENPEC e ENEQ) a respeito da interface *Arte e Ciência* no quadro educacional. Ou seja, este capítulo está permeado de aspectos inextricáveis, visando conhecer o que outros pesquisadores e outras pesquisadoras já discutiram, tomando conhecimento do que já está sendo debatido e proposto no referido campo. Essa etapa consistiu no tirocínio árduo e profundo desta pesquisa teórica, utilizada para descobrir a dinâmica dos processos, superar a superfície das hipóteses e para atingir solidez própria. Esta etapa está descrita no capítulo 2, tópico 2.2.

Para alcançarmos o segundo passo da metodologia proposta que é: *A compreensão dos clássicos*, cercados de muito cuidados, trazemos a discussão teórica e crítica, assegurados pelos referenciais teóricos que, de maneira direta, discutem as intencionalidades e limitações da interface *Arte e Ciência*, sendo os seguintes autores estudados: Wilson (2009), Zamboni (2012) e Ferreira (2010; 2008).

Por meio dos estudos destes autores, trazemos para o leitor o levantamento histórico de união, separação e reunificação das áreas científicas e humanísticas, no capítulo 2, tópico 2.1.

Esse primeiro momento é crucial porque, por meio dessa discussão foi possível visualizar como estes dois campos por muito tempo caminharam juntos e o que sucedeu para que ambos fossem considerados dissociativos, e, conseqüentemente, como tem se processado as discussões acerca da possibilidade de reunificação dessas áreas, se pesquisas visam ampliar ideias, conceitos, visões e pontes para uma educação mais global e multidimensional. Essas premissas são fundamentadas por meio da história, veículo eficiente para podermos afirmar que é possível conhecer as junções das áreas desde os primórdios, os embates e acontecimentos que se sucederam para que ambas áreas fossem segregadas e para afirmar a respeito das premissas de que a criatividade e demais aspectos imaginativos permeiam o mundo e o ser humano há muitos anos, e claro, o conhecimento construído nesse universo, assim como os aspectos racionais, cognitivos,



lógicos, sensíveis, biológicos, políticos e culturais.

Logo após, iremos refletir e inferir concepções sobre as definições das “duas culturas” utilizando como referencial teórico Charles Percy Snow (1995), que com clareza nos mostra o porquê da existência da dicotomia entre *Arte e Ciência*. Por meio de sua visão crítica, podemos conhecer mais intimamente os malefícios que o segregacionismo entre essas duas áreas acarretou no âmbito educacional, resgatando pontos muitas vezes esquecidos de como o poder do ato criativo, o poder cultural e social pode ser articulado para propiciar avanços e superar a visão limitada entre esses dois horizontes do conhecimento, nos desafiando a pensar em propostas para reunificação dessas áreas no século XXI, colocando em pauta a interface.

No capítulo 3, nos baseamos também nos argumentos e ideias propostas por Edgar Morin (2000a, 2005) para dissertar a respeito da Teoria da Complexidade, a interdisciplinaridade e a potencialidade da interface C&A visando a produção de dimensões educacionais mais consistentes e complementares na atualidade. Concretizando, assim, as ideias do autor ao se referir ao arsenal de acontecimentos, ações, interações que denomina de rede, que nos fornecem esclarecimentos e visões de ângulos diferentes, guiando-nos a pensar nas contribuições que as diversas áreas de conhecimento podem nos oferecer, a partir dessas interações entre os referidos campos.

Jacob Bronowski (1983), Aranha (2000) e Boal (2009) fortalecem nossas ideias, sendo utilizados como um dos referenciais mais consistentes para discutimos a definição de Arte e explorarmos o espírito imaginativo na Arte e na Ciência, permitindo-nos conhecer um dos elos argumentativos que ultrapassa a visão atrasada que prega a respeito da falta de utilidade da imaginação nos processos científicos. Assim como também, por meio da visão do autor, resgatamos a essência de que o cientista sempre coexistiu com o artista interpenetrando-se.

Em relação ao terceiro passo: *O domínio relativo da produção vigente*, por meio do levantamento bibliográfico alcançado no passo 1, realizamos questionamentos e diálogos, inferindo sobre as produções já realizadas na área de Educação em Ciências e Ensino de Química, a respeito da interface e, mediante os argumentos encontrados nas produções, alguns questionamentos foram levantados, já que a maioria das produções vigentes defende a ideia de que a Arte pode ser inserida no ensino de ciências como proposta para

uma educação mais complementar, ampla e agregadora, com intuito de promover o diálogo. Alguns autores dos trabalhos analisados no levantamento bibliográfico também defendem a ideia de utilização dos aspectos metodológicos da Arte para transpor os limites do segregacionismo no ensino, como por exemplo, a inserção da literatura, da música, das artes cênicas e plásticas.

Menciona-se também sobre a necessidade de uma educação que seja ensinada de maneira interdisciplinar. Estaremos, nesse terceiro passo, à procura de compreender a criatividade científica, argumentando com ênfase na literatura já produzida, discutida no capítulo 2, dentro do tópico 2.2.

O capítulo 5, intitulado: *A reflexão teórica elaborada*, refere-se ao passo 5: *A crítica teórica*, conforme descrito na metodologia. Ressaltamos, nesse momento, os conceitos da Teoria da Complexidade do Morin, sendo estes problematizados e reinventados para pensar nas dimensões educativas, de modo a abordar as pontes entre a *Arte e Ciência* no ensino de Química.

Nessas asserções, dialogamos sobre a produção do conhecimento científico que foi construído por meio das ideias retiradas das reflexões produzidas nos passos anteriores. Estaremos nesse momento conduzindo os argumentos, buscando dialogar com os teóricos, revisando suas ideias, conceitos e percepções a respeito da interface, e de que forma o ensino atual pode ser mais produtivo.

Quando nos referimos à “crítica teórica”, caímos na questão de coerência: se a realidade é crítica (conflituosa e dinâmica), precisa ser tratada criticamente. Neste momento, dentro do capítulo 5, pretendemos deixar nossas contribuições à Ciência e à Arte, sustentando que a potencialidade da interface pode ser debatida fielmente, mediante uma abordagem fundamentada e embebida de reflexões históricas, conceituais e culturais, ao qual nos propomos, o que culmina por fim no resgate dessa potencialidade para ser refletido no ensino de Química e no ensino de Arte. Nesse tópico, também refletiremos sobre as abordagens da produção vigente, super relevantes ao nos convidar a sermos mais atentos e profundos em nossas análises, mostrando uma nova maneira de explicar que o conhecimento já produzido pode e precisa ser repensado, e é nisto que resultará esta dissertação, ordenando as partes, montando os enunciados e ficando os elos para juntarmos as pontas e traçar as redes, no intuito de produzir conhecimento

acessível e de proveito para a área de Ensino.

## CAPÍTULO 2

### REFLEXÕES SOBRE O CONHECIMENTO CIENTÍFICO E ARTÍSTICO: DIÁLOGOS TEÓRICOS A RESPEITO DA ARTE & CIÊNCIA

Os capítulos a seguir foram desenhados com a intenção de apresentar o nosso esforço de caminhar a partir dos diferentes passos descritos por Pedro Demo no capítulo anterior. Neste sentido, os diferentes capítulos que se seguem trabalham com os pressupostos de mais de um passo metodológico descritos pelo autor, às vezes combinados, para que ganhem maior consistência.

#### **2.1- Arte e Ciência: histórico, união, separação e reunificação.**

Trazemos neste tópico contribuições, dúvidas e questionamentos sobre pontos marcantes traçados em meio ao percurso histórico de constituição da Ciência e da Arte e consolidação de diversas maneiras de pensar, devido ao processo histórico, as mudanças e evolução da vida em sociedade. A partir daqui, as narrativas são contadas de forma fluída e intencionalmente pensada para voltarmos o olhar sobre a interface, firmando nossas ideias no sentido de incorporar saberes múltiplos.

Wilson (2009), no livro “Arte, Ciência e Tecnologia”, indica-nos que *Arte e Ciência* estão presentes no mundo desde o paleolítico, na gênese evolutiva de nossa espécie. Dando uma percepção histórica a essa afirmação, discorreremos a respeito dessa percepção fazendo um apanhado histórico, passando pela antiguidade, idade média e chegando à modernidade para falarmos sobre essa caminhada de ambas as áreas, com intuito de usar o passado para projetar futuras possibilidades.

Durante a época da Pedra Lascada e da Idade da Pedra Polida (30.000 - 2.000 a.C.), as produções artísticas como os objetos de cobre, bronze e as pinturas rupestres, coincidiam em qualquer parte do mundo, usando como exemplo a Inglaterra, a França e a China; esses objetos foram criados pelos mesmos humanos. Nesse período, a área vinculada a Arte era denominada de protoarte, e a que fazia inferência a Ciência era intitulada de protociência. Como os próprios adjetivos já nos direcionam, o termo

“proto” se refere a basicamente um projeto que caminha rumo a uma determinada consolidação. Entre as áreas, os interesses pareciam singulares, coincidentes, ou seja, ambas tinham seus interesses voltados para resolução de problemas em comum, sendo estes: “a curiosidade dominante, a observação cuidadosa da natureza, a organização desses dados, teorização, experimentação, representação, comunicação do conhecimento e suas implicações de maneiras tentadoras, convincentes” (WILSON, 2009, p. 491).

Cronologicamente, os artefatos como as ferramentas, objetos de caça, pesca e ornamentos, começaram a ser produzidas inicialmente com pedras, passando pelo cobre, que, para sua obtenção requer processos químicos muito específicos para extração do minério, e logo após, sua combinação com estanho e bronze produzindo assim a liga metálica. Esses acontecimentos, essas descobertas, foram importantes para a Arte assim como para a Ciência, pois elucidam a utilidade e a estética, o desejo pela descoberta, o desejo por querer saber mais, a busca incessante do ser para entender o mundo que o cerca, motivado pelo que já sabia, e no momento criativo do ser, explorou novos horizontes, novas formas de produção dos artefatos e, consecutivamente, outras áreas de suas vidas, encontrando na própria natureza toda matéria que precisava para moldar de acordo com suas necessidades. A partir desses marcos históricos, pondera-se que nesse momento o homem passou a lidar de formas diferentes em outras áreas da sua vida, agregando novas formas de produzir objetos utilitários e esteticamente inspiradores. Talvez inconscientemente, eles estivessem simultaneamente permeados pela Arte e pela Ciência Moderna, mesmo ela só passando a existir a partir dos séculos XVI e XVII por intermédio de Galileu, Copérnico, Kepler e Newton. Daí para cá, sofreu um grande desenvolvimento que suscita inúmeras questões éticas e morais (PROENÇA, 2012).

Jimenez (1999) discorre sobre o cosmo e a ordem das coisas na época do Renascimento, compreendido entre os séculos XV e XVI, afirmando que ambos estavam vinculados a leis aritméticas e geométricas. Mediante essa compreensão, os números significavam sabedoria e verdade. Com os ensinamentos baseados também nas ideias de Pitágoras, os números representavam fonte de conhecimento e deles era proveniente as formulações de conceitos para a primeira base existente para o ensino.

Sobre a primeira fase do ensino universitário, trazemos Sawada, Araujo-Jorge e Ferreira (2017) que nos dizem que era formado pelas três disciplinas do *Trivium*,

disciplinas elementares, e as disciplinas do *Quadrivium*. Nas disciplinas do Trivium encontravam-se: gramática latina, lógica e retórica, as disciplinas elementares estavam relacionadas com a linguagem. O *Quadrivium* lidava com os números, englobando a aritmética, geometria, música e astronomia. O *Trivium* tinha a papel de reorganizar a mente e preparar o caminho para o *Quadrivium*. Juntas, elas se constituíam como sete artes ou as artes liberais (BURKE, 2003).

A matemática foi extremamente importante tanto na Arte como na ciência renascentista, trazendo benefícios práticos e também servindo de indicador para mudanças profundas na Filosofia. Os artistas consideravam-na útil para teorizar e criar peças de pinturas, escultura e arquitetura. Os cientistas achavam que era uma ferramenta forte para codificar observações e construir teorias. Os artistas desempenharam um papel importante no desenvolvimento de técnicas e tendências de representações abstratas do espaço, e na racionalização e ordenação da experiência e de pontos de vista que muitos acreditam ter preparado o terreno para os grandes avanços científicos que se sucederam (WILSON, 2009, p. 494).

Nessas instâncias, o horizonte científico e o horizonte artístico se confundiam e não havia hierarquia entre esses saberes. Esse nível de proximidade foi verificado durante esse período do renascimento, onde essas aproximações validam o diálogo de união desses campos sem distinções específicas, pois os protocientistas exploravam os mesmos conhecimentos provenientes das obras artísticas.

Ainda na era do Renascimento, conhecida como o momento em que predominou o desejo de pensar, a *Arte e a Ciência* como áreas do conhecimento capazes de serem unificadas, ou seja, período no qual buscou-se promover a integração do conhecimento amplo, permeados pela Arte e pela Ciência simultaneamente. A exemplos temos os gênios Leonardo da Vinci; Michelangelo; Leon Batista Alberti; Dürer e Galileu. Da Vinci, atuou como pintor, escultor, engenheiro, anatomista, construtor e inventor. Para ele “a arte é inseparável da ciência e não é mais que a aplicação dela. Estamos, pois, em plena mecânica e em pleno racionalismo” (BAYER, 1995, p. 117). Teve sua caminhada calçada por Leon Batista Alberti. Alberti se constituiu no primordial do “*uomo universale*”, termo referente ao “homem renascentista” e que nos remete à ideia de alguém que transita por diferentes linguagens, saberes e habilidades. Para ele, a pintura é a ciência do traço, ela permite estabelecer uma relação entre a Arte e a Ciência (BAYER, 1995).

Ou seja, o homem na sua caminhada e vivências deixou registros e vestígios onde a arte, a Química e a História se fizeram presentes nas suas manifestações, apropriando-se do desenho como forma de linguagem (VESTENA, 2016). Para Derdyk, “o desenho do adulto e o desenho da criança não são produções estanques, ambos participam do patrimônio humano de aquisição de conhecimento, completando-se, remetendo-se” (DERDYK, 1994, p. 7). Desta forma, o desenho recria e faz parte da sua paisagem cultural, delineando e simbolizando a partir das linhas, determinadas fases, processo, desenvolvimento, criatividade e representações imagéticas, fornecendo-nos um material visual. O desenho, como linguagem para a arte e para a ciência, comunica uma ideia, um signo, sendo instrumento também de conhecimento, expressão e comunicação (DERDYK, 1994).

Não foram somente Alberti e Leonardo a ligar essas duas formas de pensar. Galileu Galilei (1564-1642), usando seus conhecimentos de perspectiva e geometria, seu domínio do desenho e da técnica renascentista do “*chiaroscuro*” (claro-escuro) permitiu que a passagem da luz nos objetos, ressaltasse seus volumes, permitindo ao cientista de Pisa desenhar a Lua com seus relevos, inclusive, determinando a altura de algumas montanhas lunares. Dürer (1471 – 1528) utilizou-se de suas ilustrações para a confecção de um atlas de medicina (SAWADA *et al.*, 2017).

Ainda sobre traços e pinturas, nos registros encontramos outra referência que associa *Arte e Ciência*, a ilustração científica, utilizada em longa e abrangente escala pela ciência, para, por meio das imagens, observar e descrever experimentos, assim como também traduzir significados. “Estas formas de representação agregam elementos objetivos e subjetivos inerentes ao seu processo de execução e que podem, dependendo de seu contexto, serem alocadas como produto da ciência e da arte” (SILVA, 2009, p. 64-65).

Sobre outro exemplo desse longo apanhado de intersecções, temos a fotografia, que influenciou diretamente nas formas de representação da sociedade, associada ao desenvolvimento industrial. Maia e Justi (2008) nos dizem: “As fotografias do passado ou objetos-imagens se tornaram documentos visuais para a ciência e a arte, representando um testemunho material da atuação do fotógrafo, como indivíduo e componente de uma sociedade” (p. 107). Os artistas integraram suas linguagens e técnicas ancorados na

ciência e na tecnologia para realização de seus objetivos, sendo usuários da lógica e da elucidação científica dos fenômenos.

Michelangelo (1475 - 1564) também nos transmitiu grande conhecimento da anatomia humana e de como esse conhecimento serviu de base para um detalhamento enriquecedor para o estudo de músculos e ossos.

Bom, a *Arte e Ciência* foram permeadas de longas caminhadas até fincarem suas raízes e estabelecer dimensões próprias, institucionalizando suas atuações únicas na sociedade, consolidando suas práticas, criando suas próprias dinâmicas, instrumentos, definindo suas ações, regras e objetivos. Pierre Bourdieu (2004), a partir dessa elucidação, nos indica que toda essa peculiaridade recai sobre o que ele denomina de estruturação de um campo “[...] o campo científico, tal como outros campos, é um campo de forças dotado de uma estrutura e também um espaço de conflitos pela manutenção ou transformação desse campo de forças” (p. 54).

Essa afirmativa não nos impõe uma limitação epistemológica, pois é o próprio reconhecimento explícito de ambas as áreas como campos sociais atuantes e promissores, sem desistir de perceber a complexidade que é afirmar essa relação entre as áreas. Tais colocações são apenas um pequeno apanhado histórico que nos sinaliza essa aproximação entre as duas áreas de conhecimento. Ressaltando que essas interações acontecem em níveis distintos, e não de maneira análoga (BOURDIEU, 2004).

A segregação dessas duas áreas do conhecimento foi marcada com o surgimento do método científico, ocorrido nos séculos XVI e XVII, permeado pela lógica, matemática, com o amplo desenvolvimento da revolução científica moderna, afastando o que é sensível, subjetivo e emotivo do que seria do domínio da racionalidade. “A Ciência estava ligada à Filosofia, mas ao se desatrelar desta, passa a ter um conhecimento mais estruturado e prático. As causas principais dessa revolução podem ser resumidas em: renascimento cultural, imprensa, reforma protestante e hermetismo” (SAWADA; ARAUJO-JORGE; FERREIRA 2017, p. 161).

A revolução científica, termo criado pelo Alexandre Koyré, no ano de 1939, foi o divisor de águas entre a *Arte e Ciências*, pois os objetivos de ambas foram modificados e, conseqüentemente, suas preocupações tomaram rumos diferentes.

Ferreira (2010) reforça a ideia de que a Arte subjetiva se separou da objetiva



Ciência, pois, a sensação, a imaginação, o sentimento, o entusiasmo, o gosto pessoal, as paixões e a memória, são critérios que se afastam do ideal de clareza defendido pela Ciência, ou seja, objetividade e verdade que agora constituem os pilares do pensamento científico. Esse afastamento da subjetividade nas ciências em geral, mas sobretudo nas Ciências da Natureza, pode se transformar num ponto limitante para construção de novos conhecimentos.

“Essa ideia concebe uma tradição geral de regulação do procedimento de construção de conhecimento. Mas, a cientificidade não pode ser restringida a uma forma determinada de conhecer; ela pré-contém, por assim dizer, diversas maneiras concretas e potenciais de realização” (MYNAIO, 2001, p. 11).

Ferreira (2010) menciona que as oposições entre *Arte e Ciência* se deram também a partir do paradigma dominante, que se denomina modelo global de racionalidade científica, em que se estabelece diferenciação entre o conhecimento científico, senso comum e as humanidades, considerando apenas o conhecimento caracterizado pelos princípios epistemológicos e regras metodológicas próprios do fazer científico das ciências naturais.

A partir desse modelo de racionalidade, ambas assumiram características, linguagens, métodos, processos cognitivos e vinculações epistemológicas independentes e diferenciadas.

Charles Percy Snow (1905–1980) físico nuclear, funcionário público e romancista inglês, ministrou, em 1959, uma palestra em Cambridge na Inglaterra, que o fez produzir ideias de que existia um alto separatismo entre os cientistas dos intelectuais das humanidades e, para extinguir essa separação, o autor dialoga a respeito da necessidade de reunificação de ambos os campos, *Arte e Ciência*.

Em seu livro “As duas culturas e uma segunda leitura”, fruto de sua palestra em Cambridge, Snow (1995) faz um longo apanhado de discussões a respeito do segregacionismo entre as duas áreas do conhecimento, *Arte e Ciência*, apontando proposições que nos permitem alçar olhares a respeito dos potenciais que as duas áreas podem influir sobre o saber, sugerindo um olhar mais cuidadoso aos detalhes, aos pontos de convergências, demonstrando que, independentemente de cada área ter suas especificidades, é possível afirmarmos sobre a necessidade de aproximações entre ambas.

Nesta mesma obra, o autor enfatiza a expressão “duas culturas” para analisar as diversidades entre cientistas e não cientistas.

Considera que os cientistas, apesar de diferentes segundo o objetivo de sua pesquisa, têm valores, comportamentos, abordagens e suposições comuns. Entre os humanistas, a variação de atitudes seria maior, embora tenham também em comum sentimentos anticientíficos bem como a desconsideração pelo valor da pesquisa do mundo natural e suas consequências (SNOW, 1995, p. 10).

Snow (1995) menciona que existe um desconhecimento intrínseco entre os cientistas e os humanistas, apontando para uma ignorância que ambos têm, como, por exemplo, na área das humanidades, existe o desconhecimento de princípios básicos da ciência e, concomitantemente, os cientistas não conhecem com precisão os próprios problemas científicos que emergem cotidianamente na sociedade. Assim, Snow caminha em direção a nos apontar que existe sim a dicotomia entre as duas áreas do conhecimento, o que novamente ele define como “as duas culturas”.

Referente aos exemplos que o autor utiliza para definir então o que são essas duas culturas, tem-se o polo destinado aos intelectuais da literatura e o outro polo destinado aos cientistas. Mais adiante tem-se a área de Física e entre essa tríade encontra-se a falta de compreensão.

Cada um tem uma imagem curiosamente distorcida do outro. Suas atitudes são tão diferentes que, mesmo ao nível da emoção, não encontram muito terreno comum. Os não-cientistas tendem a achar que os cientistas são impetuosos e orgulhosos (SNOW, 1995, p. 9).

No pólo da cultura científica, quando o autor menciona o termo cultura, ele a associa à ideia intelectual e ao sentido antropológico.

Isto é, seus membros não precisam sempre compreender-se completamente, e com certeza frequentemente não o fazem; os biólogos geralmente têm uma ideia bastante obscura da física contemporânea; mas existem atitudes comuns, padrões e formas de comportamento comuns, abordagens e postulados comuns. Isto se manifesta surpreendentemente de maneira extensa e profunda. Passa por outros padrões mentais como a religião ou a política ou a classe social (SNOW, 1995, p. 12).

Já no pólo denominado como a área não científica, ou seja, referente aos literatos e à cultura artística, temos essa visão esclarecida pelo mesmo autor:

No outro polo, o leque de atitudes é mais amplo. É óbvio que entre os dois, à medida que se passa da sociedade intelectual dos físicos para a dos literatos, encontram-se pelo caminho todos os tipos de matizes de sentimento. Mas acredito que o polo de incompreensão total da ciência irradia sua influência a todo o resto. Essa incompreensão total introduz, de forma muito mais profunda do que imaginamos, nós que vivemos nela, um sabor não-científico em toda a cultura “tradicional”, e esse sabor não-científico muitas vezes, muito mais do que admitimos, está a ponto de se tomar anticientífico. Os sentimentos de um polo tomam-se os anti-sentimentos do outro. Se os cientistas têm o futuro dentro de si, a cultura tradicional reage com o desejo de que o futuro não exista. E é a cultura tradicional, diminuída minimamente pelo surgimento da cultura científica, que governa o mundo ocidental (SNOW, 1995, p. 12).

No entanto, mediante essas ideias, incompatibilidade, conflito, polarização das áreas e essas duas culturas de costas viradas, resulta em prejuízos refletidos na nossa criatividade, na sociedade e sobretudo na educação (SNOW, 1995, p. 14).

É estranho como pouca coisa da ciência do século XX foi assimilada pela arte do século XX. Vez por outra costumávamos encontrar poetas que usavam conscientemente expressões científicas, e usavam-nas de forma errada: houve uma época em que a palavra “refração” vivia aparecendo em versos de uma maneira mistificadora, e em que a expressão “luz polarizada” era usada como se os escritores se achassem sob a ilusão de que se tratava de um tipo de luz especialmente admirável (SNOW [p. 25.], apud DOLHNIKOFF, 2021 [p. 18])

Não somente dessa forma a ciência pode ser útil à arte. Ela precisa ser assimilada juntamente com o conjunto das nossas experiências mentais, e como parte integrante dela. Para tanto, afirmamos que existe possibilidade de encontrarmos uma história de múltiplas relações entre *Arte e Ciência* e reunificar essas histórias pois, semelhanças relativamente profundas são notórias e essas semelhanças se inspiram na ideia geral de conhecimento por conceitos, seja de caráter sistemático, seja exploratório ou dinâmico.

Denomina-se de necessidade de reunificação entre *Arte e Ciência* parte dos pressupostos de Snow (1995), o que ele denomina de “terceira cultura” na qual integra as humanidades com a ciência, proposta que visa chamar nossa atenção sobre a necessidade de formação centrada em habilidades e menos em substância. Uma educação interdisciplinar nas artes liberais e na ciência que esteja preparada para avaliar o mundo de modo crítico, ético e sensível, sem desconsiderar os recursos de comunicação efetiva, da capacidade analítica, lógico-quantitativa e da visão

compreensiva dos fenômenos físicos e biológicos.

Snow (1995) nos encaminha a construir pontes para tornar transponível o que separa as duas culturas, eliminando ou problematizando preconceitos mútuos, resultantes de um corporativismo acentuado e defensivo, cristalizado nas instituições, remetendo sempre a análise para os sistemas educacionais, admitindo o advento de uma "terceira cultura", a partir de áreas de confluência como história social, sociologia, demografia, ciência política, economia, psicologia, medicina e arquitetura. Snow, nos convida a pensar em uma mudança educacional que atinja a massa e cultive indivíduos que usufruam e produzam *Arte e Ciência*, mas que assumam o dever de minorar o sofrimento de seus contemporâneos.

Aos educadores dirige seus questionamentos para que cultivem mentes criativas que possam enfrentar os desafios contemporâneos, na geração e manutenção de um mundo em que haja beleza e compaixão, de contribuir para que grande parte da população tenha acesso às informações e desenvolvam a capacidade para fazer a análise necessária e participar de decisões das quais depende o futuro de todos.

## **2.2- A interface *Arte e Ciência* no campo da Educação em Ciências e no ensino de Química: levantamento dos ENEQ e ENPEC**

Discorreremos, nesta seção, a respeito à produção vigente no que tange à interface objeto de nosso estudo. Para isso, elencamos as principais ideias obtidas das pesquisas já realizadas nas áreas de Educação em Ciências e na subárea de Ensino de Química, para inferir sobre a necessidade de nos apoiar historicamente nos estudos sobre a interface *Arte e Ciência* e assim propor um novo olhar para a educação, construindo dimensões educacionais robustas e pertinentes envolvendo as duas áreas.

Para elaboração desta dissertação, foram efetivadas pesquisas em revistas e análises de publicações de livros. Especificamente, realizou-se um levantamento das publicações encontradas nas atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), e do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), organizado pela Sociedade Brasileira de Ensino de Química (SBEnQ).

Selecionamos trabalhos com um recorte temporal entre 2012 e 2019. Pois, se fez necessário ouvir, ler, saber, compreender o que as pesquisas publicadas nas referidas áreas estão propondo de diálogo a respeito da interface *Arte e Ciência*. A delimitação do tempo foi feita, pois, apenas assim detectamos questões e períodos mais estudados e onde residem as principais dúvidas e também explorações em relação a historiografia da interface.

Mediante o levantamento feito, foram encontrados trabalhos que dialogam na perspectiva de articulação desses dois domínios de pesquisa em ensino, visando acréscimos à educação de modo geral.

A maioria dos trabalhos encontrados em nossa busca associa a ideia de que a Arte pode ser inserida no ensino de Ciências como proposta para uma educação mais, ampla e agregadora (PACHANE *et al.*, 2018; SAWADA; ARAUJO-JORGE; FERREIRA, 2017; VESTENA; HIDRATA; NICOLETTI, 2016).

Faremos menção a três de quinze trabalhos encontrados, que consideramos mais pertinentes para detalhar (PACHANE, 2006; TRAJANO *et al.*, 2018; SAWADA; ARAUJO-JORGE; FERREIRA, 2017). Os demais trabalhos identificados estarão compactuados em forma de resumo mais geral.

No trabalho de Pachane (2006), intitulado *Um diálogo possível entre arte e ciência: a literatura nas aulas de metodologia de pesquisa*, é mencionada a Arte no viés da literatura, oferecendo uma introdução às reflexões sobre verdade e Ciência, a partir da abordagem de textos literários, promovendo uma interlocução entre *Arte e Ciência*, entre literatura e metodologia da pesquisa (em especial, em educação).

Inspirado por uma poesia de Drummond, um conto de Machado de Assis e um romance contemporâneo, de autoria de Lia Neiva, o texto aponta a literatura como forma de se abordarem temas complexos das Ciências, como a noção de verdade e realidade, com estudantes de graduação. Defende a ideia de que a literatura pode ajudar a exemplificar e refletir sobre as limitações da interpretação cotidiana (mas não deixa claro quais aspectos “limitantes” seriam esses) e na interpretação científica. Introduz, ainda que de modo breve, uma interlocução com produções artísticas variadas – desde imagens com ilusões de ótica até filmes e seriados televisivos.

No decorrer do trabalho são apresentadas algumas figuras de ilusão de ótica que

constantemente circulam pela internet e faz um contraponto com o poema do Drummond “a porta da verdade”, para dialogar a respeito da dicotomia verdade/mentira. Após as evocações sobre verdade/realidade trazidas pelo poema e pelas interlocuções com imagens, filmes e seriados, complementa as discussões sobre verdade/realidade com a leitura do conto *Missa do Galo*, de Machado de Assis, que menciona as memórias do protagonista em vários sentidos interrogativos, como por exemplo: “As memórias que o protagonista tem no momento da narrativa, decorridos tantos anos, já não se encontram perturbadas por lapsos, esquecimentos, fatos posteriores, vivências suas que ajudam a tornar aquelas imagens imprecisas?” (PACHANE, 2006, p. 99).

A autora se refere à Arte como um universo de criatividade. Pois, no plano do processo criador, cientistas, artistas, matemáticos, compositores, escritores e escultores usam um conjunto comum do que chamamos de “ferramentas para pensar”, que incluem sentimentos, visualização de imagens, sensações corporais, padrões que podem ser reproduzidos, e analogias. E todos os pensadores de imaginação aprendem a traduzir as ideias geradas com essas ferramentas subjetivas do raciocínio em linguagens comuns para expressar seus *insights*, que depois podem levar ao surgimento de novas ideias na cabeça de outras pessoas (PACHANE, 2006).

Como ideia conclusiva, tem-se os questionamentos do que venha a ser a verdade, no âmbito da ciência e da educação, inferindo que, cientistas, professores e alunos são sujeitos simples e humildes, que deveriam alegremente se submeter ao olhar do outro – suas sugestões, suas críticas, suas compreensões. Pachane (2006), considera também que seu texto, pelo seu caráter, por sua temática e construção, partilha da possibilidade de tolerância e de defesa à “transgressão metodológica”, definindo tal expressão como:

A transgressão metodológica repercute-se nos estilos e gêneros literários que presidem à escrita científica. A ciência pós-moderna não segue um estilo unidimensional, facilmente identificável; seu estilo é uma configuração de estilos construída segundo o critério e a imaginação pessoal do cientista. A tolerância discursiva é o outro lado da pluralidade metodológica (SANTOS, 1987 apud PACHANE, 2006, p. 104).

Em seus argumentos, recomenda que a educação dos estudantes universitários, na busca do desenvolvimento do pensamento científico, seja aberta, criativa, transgressora, menos rigorosa na fixação de apenas um caminho possível.

Em suas conclusões, Pachane (2006) salienta que a proposta apresentada sugere que exploremos novas percepções na busca de desenvolver pensamento científico, seja por meio da poesia, da leitura, e demais manifestações artísticas produzidas pelos literatos.

Essa pesquisa nos traz um apanhado abrangente sobre aspectos positivos que a interface A & C pode oferecer ao ensino, mas, algumas pontas soltas como a falta de um referencial consistente para dialogar sobre os princípios da interdisciplinaridade e sobre a própria epistemologia histórica das referidas áreas, ou até mesmo sinalizar caminhos mais práticos para concretizar caminhos de integração entre elas.

No trabalho intitulado *Ciência, Arte, Cultura na Saúde* (TRAJANO *et al.*, 2018), os autores objetivam demonstrar que o ensino baseado nessa interface corresponde às expectativas de um novo modelo de educação propostos pela UNESCO, sendo este: Ciência, Arte e Cultura na Saúde (CACS), constituindo os quatro pilares da educação do futuro (i) aprender a conhecer; (ii) aprender a fazer; (iii) aprender a conviver; (iv) aprender a ser (UNESCO, 2010), ressaltando a importância da cultura no processo ensino-aprendizagem, assim como a potencialidade da religação desses saberes.

O desenvolvimento do quarto pilar, “aprender a ser”, passa pela valorização das artes no currículo escolar. Os relatores discorrem sobre o papel da educação no desenvolvimento total dos seres humanos, envolvendo espírito, corpo, inteligência, sensibilidade, sentido estético, responsabilidade pessoal e espiritualidade. O estímulo do lado criativo e inovador dos indivíduos favorece o trabalho com a emoção e com a intuição e desenvolve a acuidade de percepção.

Trajano *et al.* (2018) também destacam Root-Bernstein e Root-Bernstein (2001) e o artista e pesquisador Todd Siler (2011; 2015), que discutem sobre a formação do novo campo de estudo “*ArtScience*”

Os pesquisadores dialogam a respeito de suas vivências no curso de especialização de Ciência, Arte e Cultura na Saúde (CACS), em que é possível apresentar o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) em formato de monografia ou em outros formatos, como: vídeo, jogo, material educativo ou obra artística, desde que acompanhado de um relatório do processo de construção do trabalho. As aulas ocorreram em formato de oficinas. Essas atividades potencializaram a visão de que o processo criativo e a criatividade tornam o

processo de ensino-aprendizagem em Ciências mais rico. Docentes e discentes ganham nessa trajetória, pois, ambas, *Arte e Ciência* estimulam a imaginação, a compreensão de mundo, o poder de observação, a sensibilidade e a reflexão sobre a realidade. Essas potencialidades, quando bem desenvolvidas, podem levar os indivíduos a transformarem as suas condições de vida, de trabalho e de saúde.

Em complementariedade encontramos mais um ponto interessante a ser pensado e questionado. Trajano *et al.* (2018) advogam em favor de uma educação multidisciplinar, permeada por conhecimentos provenientes de diversas áreas do conhecimento, para tanto, a arte deveria ser inserida no mesmo nível da ciência. Isso porque, segundo os autores, ambas as áreas possuem especificidades filosóficas e epistemológicas próprias. Logo, nos vem os questionamentos citados na introdução desta pesquisa, como poderia, então, a arte estar no mesmo patamar da ciência? Como esse pensamento foi internalizado pela comunidade artística e científica?

Encontramos menções a respeito da teoria da complexidade de Edgar Morin, pensador que utilizaremos nesta pesquisa como base para a discussão teórica. Os autores citam o teórico de forma a argumentar uma linha de raciocínio dentro do campo da formação multidimensional, mas no decorrer de sua escrita, as ideias não são desenvolvidas, são apenas utilizadas como subsídios argumentativos sem profundidade. Por fim, em suas considerações finais encontramos a afirmativa de que a interface *Arte e Ciência* tem alto potencial para estimular a imaginação, a compreensão de mundo, o poder de observação, a sensibilidade e a reflexão.

Logo no início do trabalho intitulado *Cienciarte ou Ciência E Arte? Refletindo sobre uma Conexão Essencial*, é possível ponderar sobre um tópico pertinente, qual seja, Sawada, Araujo-Jorge e Ferreira (2017) se referem à Arte como um universo de criatividade. Pois, no plano do processo criador, cientistas, artistas, matemáticos, compositores, escritores e escultores usam um conjunto comum do que chamam de “ferramentas para pensar”, que incluem sentimentos, visualização de imagens, sensações corporais, padrões que podem ser reproduzidos e analogias. E todos os pensadores de imaginação aprendem a traduzir as ideias geradas com essas ferramentas subjetivas do raciocínio em linguagens comuns para expressar seus *insights*, que depois podem levar ao surgimento de novas ideias na cabeça de outras pessoas.



Mediante o levantamento bibliográfico realizado, Sawada, Araujo-Jorge e Ferreira (2017) mencionam os saberes interdisciplinares dentro da interface, viés essencial para as discussões proposta nesta pesquisa; já nos trabalhos de Gardair e Schall (2012), Valle, Flôr e Menezes (2013); Oliveira (2014), Carvalho *et al.* (2013) não foram diagnosticados esses saberes interdisciplinares. Porém, no trabalho de Pontes (2019), intitulado *Interdisciplinaridade* tem-se a visão sobre o que seria de antemão o saber disciplinar, compartimentação do saber e as especializações, antes de adentrarmos no tema propriamente dito.

O saber ao ser disciplinar se individualiza e potencializa a sua especialização, no entanto, ao separarmos saberes perdemos a noção do todo e o intercâmbio do conhecimento, o todo interligado se desfaz, as peças do complexo mundo e sua compreensão se desvinculam para criarem outros complexos solitários que criam outras necessidades particulares (PONTES, 2019, p. 1).

Mediante essa defesa, as ideias encontradas no trabalho citado a respeito da interdisciplinaridade, apresentam-se como tema de nosso interesse nesta pesquisa. Por isso foi realizada uma busca aprofundada e minuciosa nas ideias do autor Edgar Morin (2002; 2003) para alcançarmos a melhor compreensão a respeito da interdisciplinaridade. Considerando a interdisciplinaridade como essa nova maneira de se produzir o saber/conhecimento, reconhecendo também a complexidade que é inerente a esse processo de junções.

Podemos assinalar, então, que a interdisciplinaridade pode ser o veículo da inovação que se atrelaria com maestria à interface A & C, mostrando todo seu potencial com a ideia que ela se propõe. Observa-se que aqui não excluimos ou fazemos quaisquer menções de excluir a educação disciplinar, mas é um convite para pensar para além e agregar.

Além das considerações a respeito da interdisciplinaridade, encontramos em Sawada, Araujo-Jorge e Ferreira (2017) menções a outros autores que vêm desenvolvendo teorias a respeito da referida interface de forma inovadora, como Siler (2011) e Root-Bernstein e Root-Bernstein (2001), cujas ideias servem de base para fundamentar a defesa da completude de saberes que ambas as áreas podem oferecer sendo articuladas, uma vez que:

é possível reconhecer algo criativo como algo diferente, algo que se

identifica no resultado final ou na abordagem que levou ao resultado. Aham que não é meramente a sorte ou coincidência que atuam no sucesso de cientistas que também desenvolvem potencialidades artísticas, e que existe algo mais profundo, e não imediatamente óbvio, que liga, por exemplo, a música e a cardiologia (SAWADA; ARAUJO-JORGE; FERREIRA, 2017, p. 174).

O que esses autores trazem de diferenciado ao falarem de Cienciarte em conjunto com o modelo proposto pelo Manifesto *ArtScience* se encontra justamente na intenção de ampliar a percepção de problemas reais, reformular as bases de sua definição, produzir novos modelos de compreensão que levem à busca por soluções. O que eles propõem de inovador e que tem implicações para o ensino de ciências se encontra baseado nos pensamentos de Siler (2011).

Conectando a definição do problema com a sua dimensão prática, criando métodos e hipóteses que ajudem a compreender o problema em novas bases, criando outras hipóteses que permitam experimentar diferentes modos de compreensão da realidade objetiva, analisando e inventando novas possibilidades de aplicação e intervenção no mundo real (SILER, 2011, p. 173, tradução nossa).

Essa proposta de ressignificação dos problemas busca soluções em modelos já existentes ou criados na interação com a realidade. No domínio relativo à aproximação da Ciência e da Arte na educação contemporânea, alguns pesquisadores têm se destacado em suas propostas. Mencionamos como exemplo Todd Siler (2011), artista, norte-americano, autor, educador, inventor e multimídia que recorre simultaneamente a diversos meios de comunicação, mesclando texto, som, imagens fixas e animadas, versado por sua arte e pesquisa em criatividade.

Siler legitima a integração das Artes e das Ciências, em consonância com Root-Bernstein e Root-Bernstein (2001), sendo um dos fundadores do Movimento *ArtScience*. Ambos sistematizaram 13 categorias cognitivas promotoras da criatividade: “observar, evocar imagens, abstrair, reconhecer padrões, formar padrões, estabelecer analogias, pensar com o corpo, ter empatia, pensar de modo dimensional, criar modelos, brincar, transformar e sintetizar” (SAWADA; ARAUJO-JORGE; FERREIRA 2017, p. 162).

Os autores Root-Bernstein *et al.* (2011) e Siler (2011), têm proposto mudanças a respeito da visão da interface, no tocante a produção de um novo campo de estudos, uma nova forma de compreensão do conhecimento por meio do movimento “*ArtScience*”,

onde objetivam a integração dos conhecimentos provenientes desses dois campos, afirmando que, por meio dessa compreensão podemos conceber a universalidade das coisas.

ArtScience, em suma, conecta o futuro da humanidade e a sociedade civil depende dessas conexões. ArtScience é uma nova forma de explorar a cultura, a sociedade e a experiência humana que integra a experiência sinestésica com exploração analítica. Isto é saber analisar, experimentar e sentir simultaneamente (ROOT-BERNSTEIN *et al.*, 2011, p. 192, tradução nossa).

Todd Siler (2011) compactua com as ideias de Root-Bernsteins e Root-Bernstein (2001) quando assume a posição de acreditar que, em relação ao processo criativo, ambos, artistas e cientistas, assumem intrinsecamente papéis semelhantes. A partir do momento em que se baseiam nos estudos referentes a neurociência, associam os conhecimentos produzidos pelo cérebro com as ações de intencionalidade.

As ideias propostas por esses autores estão de acordo com o pensamento de Edgar Morin (2003), que aponta para a necessidade de uma educação para a “nova era planetária”. Uma educação que considera as estratégias cognitivas dos indivíduos, tornando-os aptos para enfrentar desafios da complexidade. Complexidade, no caso, se configura como a incapacidade de descrever o mundo como um desafio da mente, para o qual se fazem necessários princípios que permitam o exercício do pensamento complexo. Nessa nova era, deve haver diálogo entre os vários saberes e os saberes antes fragmentados precisam ser unificados, facilitando assim a relação dos indivíduos com o mundo global (MORIN, 2003).

Por meio ainda do levantamento feito, nota-se que poucos trabalhos dialogam na perspectiva de que associar arte à educação científica pode possibilitar o desenvolvimento de novas intuições e compreensões (VESTENA, 2016; SAWADA; ARAUJO-JORGE; FERREIRA., 2017; CARVALHO *et al.*, 2013; VALLE; FLÔR; MENEZES, 2013). A nosso ver, essas reflexões precisam ser alvo de estudos que objetivem aprimorar o ensino de Ciências, pois, a afirmativa de que *Arte e Ciência* são parceiras e que deveriam estar cada vez mais presentes nas práticas de ensino por serem propulsoras de inovação, na prática educacional é verdadeira.

Por fim, algumas pesquisas na área do Ensino de Química, tem discutido que é preciso fortalecer o fazer *Arte e Ciência*, na prática, direcionando as intenções para

fornecer aos estudantes mecanismos que lhes possibilitem ter outra dimensão dessa ciência. Por exemplo, algumas pesquisas já introduzem em suas discussões como a Arte pode ser objeto de estudo para a Química, utilizando dos conhecimentos científicos para caracterização de procedimentos analíticos não destrutivos e para reconhecimentos de fraudes em obras de arte. Outro exemplo é a inserção da Arte para discutir composição de matérias, como pigmentos. Para isso é preciso colocar em diálogo o fato de muitos pesquisadores ainda confundirem se a interface é uma união de campos ou intersecção.

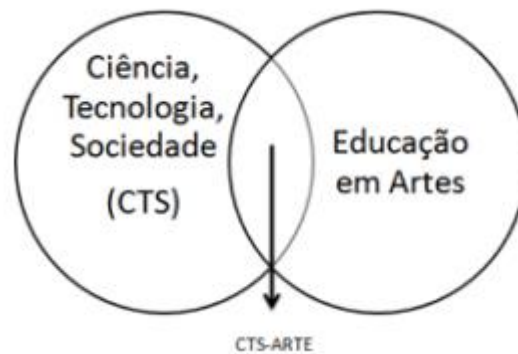
É exatamente por conta dessa insuficiência de reflexões teóricas a respeito dos diálogos entre *Arte e Ciência* na área de Ensino de Química e Educação em Ciências que o objetivo desta pesquisa se concretiza, desejando alinhar possibilidades inovadoras para a educação científica em nossos dias. Este estudo se concentra nas especificidades de suas abordagens, trazendo subsídios para o entendimento de que, por meio da perspectiva da Arte, não só se amplia a compreensão dos fatos e fenômenos naturais e sociais como o alcance do olhar investigativo da Ciência.

Passaremos agora a relatar alguns trabalhos encontrados na subárea de Ensino de Química que ilustram a articulação Arte e Ciência.

O trabalho intitulado "*A abordagem CTS-Arte nos estudos das estações de tratamento de esgoto: uma prática no ensino fundamental*", elaborado por Andrade *et al.* (2014) tem como objetivo estabelecer uma formação crítica, por meio da aproximação entre a Arte com a Educação em Química e, para isso, utiliza como referencial teórico a estratégia didática CTS-ARTE (Ciência, Tecnologia e Sociedade-Arte). O trabalho é desenvolvido em duas principais etapas: 1) Elaboração e aplicação das aulas; 2) Elaboração da pesquisa, que consiste em analisar o conteúdo da arte desenvolvida pelos alunos, cujo principal objetivo é encontrar as relações diretas e indiretas com todas as fases do trabalho, sendo essas: literatura de cordel, ETE (Estação de Tratamento de Esgoto), conteúdo científico de separação de mistura, o momento político que a cidade estava vivendo.

A estratégia CTS-ARTE proposta pelos autores é um componente heterogêneo, proveniente da hibridização dos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) com a Educação em Artes, como pode ser vista na (Figura 1).

Figura 1: CTS-ARTE como Híbrido Entre CTS e Educação em Artes



Fonte: Andrade *et al.* (2014, p. 67)

Utilizando a Arte na intenção foi proporcionar discussões de caráter político, social, ambiental, ideológico, a fim de permitir, também, o diálogo entre as diferentes culturas.

A sequência didática apresentada no trabalho é fundamentada nas ideias de Aikenhead (1994 apud ANDRADE *et al.*, 2014) iniciando uma prática CTS a partir da discussão de uma questão, os autores Andrade *et al.* (2014) fazem uma apresentação de um problema ou questão de caráter social por meio da relação Arte + Sociedade, discutindo a tecnologia, a Ciência e retornando à questão social.

A visão de Arte estabelecida nesse trabalho considera a obra de arte como obra aberta (ECO, 2010), havendo, assim, múltiplas possibilidades de interpretações que dependerão dessa maneira “aberta” e de como ela é utilizada para mostrar uma relação existente entre a obra e o intérprete. Essa abertura, segundo os autores permite a interpretação social sem colocar em menor grau as singularidades da criação, mas valorizando objetivos educacionais.

Mediante a essa visão, a obra de arte escolhida foi o cordel “A falta d’água no mundo”, de João Batista Melo, poeta popular que nasceu em Itabaianinha, no estado de Sergipe. Defendendo a ideia de que o cordel permite fazer uma abordagem de Educação Ambiental Crítica, a qual é caracterizada por Lima (2011) como uma compreensão multidimensional da questão ambiental, há a defesa do amplo desenvolvimento das liberdades e possibilidades humanas e não humanas; atitude crítica diante dos desafios

da crise civilizatória; uma associação de argumentos técnico-científicos à orientação ética do conhecimento. Nas considerações finais, encontram-se os objetivos alcançados por meio da Arte e o entendimento da importância do processo de tratamento de esgoto é de suma importância para suas vidas e o meio ambiente

As questões relevantes que ponderamos a respeito desse trabalho, persistem no diálogo de que, se bem articuladas, a interface *Arte e Ciência* pode subsidiar procedimentos metodológicos com êxito para a educação em Ciências e a Educação Química, desapegando da visão reducionista e fragmentada, propiciando aos alunos e professores possibilidades para romperem com a burocracia de ensino que se encontram nos ambientes escolares. Uma vez que a abordagem CTS-ARTE é reconhecida como estratégia didática, porém, ainda pouco difundida. Em relação a essa incipiência de alcance em maior escala, o que pode estar ocorrendo é que ainda existe falta de conexão entre a falta de profundidade em como projetam e ensinam a interface entre *Arte e Ciência*, ainda preponderando a perspectiva disciplinar, resumindo no distanciamento entre ambas e, conseqüentemente, afirmando que entre elas só existem lados opostos (CACHAPUZ, 2014).

Essa possibilidade já posta, por meio da estratégia didática CTS-Arte, pode ser resumida como possuindo grande potencial, capaz de possibilitar interações metodológicas da pesquisa em Educação em Ciências e em Arte sendo encontradas no momento criador do desenvolvimento dessa estratégia.

Com base no extenso levantamento realizado e discussões levantadas, persistimos no diálogo de que se bem articuladas, a interface *Arte e Ciência* pode subsidiar com êxito procedimentos metodológicos para a educação em ciências, e agora inserida, a Educação Química.

Para concluirmos este capítulo, trazemos a afirmativa de que essa dicotomia estrutural entre *Arte e Ciência* trouxe malefícios para o âmbito educacional, desde que a segregação entre as áreas do saber limitou o olhar dos estudantes e coagiu a sua capacidade de ser crítico, sensível, racional, biológico e humano simultaneamente, inviabilizando a necessidade de explorar novos horizontes onde pudéssemos visualizar o mundo como um conjunto integrado de saberes. Porém, é notório nos dias atuais, tomando por base esses levantamentos, que a luta e a busca por essa mudança vem

ocorrendo, visa expandir horizontes no intuito de agregar diversos fatores, como a aproximação da cultura científica e humanística, a compreensão da Ciência como uma construção humana e social, ou seja, indissociável da política e outras relações de poder, além de construir uma prática nas aulas de Ciências que contribua com discursos menos homogeneizadores e mais interculturais e reafirmando que as Artes possibilitam envolver temas como sexualidade, racismo, inclusão, identidades juvenis, de periferia, de grupos religiosos etc. Outro ponto é destacado por Rancière (2005, p. 51) ao afirmar que “A Arte faz política” e que a estética é atravessada por um projeto de Arte que é transcendida.

### CAPÍTULO 3

## PRESSUPOSTOS E FUNDAMENTOS DO PENSAMENTO DE EDGAR MORIN: UM SUJEITO MISTIÇO

Neste capítulo expomos de forma fluída e com maior abrangência as ideias dos referenciais teóricos que constituem a nossa pesquisa, assim como também os elementos de articulação/aproximação que contribuem para discussão em torno da aproximação da interface entre *Arte e Ciência*, baseada nas ideias do Edgar Morin (2000b; 2001a; 2005). Subdividimos este capítulo nas seguintes seções: 3.1) Reforma do pensamento e a compartimentação do saber; 3.2) Introdução ao pensamento complexo em Edgar Morin; 3.3) Conceitos de ordem e desordem segundo Morin.

Edgar Morin, nos meios de comunicação de massa e em várias instituições por onde passa, é referido como sociólogo, filósofo, antropólogo, entre outros títulos de formação e campos de atuação, não sendo possível atribuir um pertencimento particular e unitário ao autor. Essa dificuldade o acomete desde a infância quando, Edgar precisa explicar sua origem “- Da Salônica. - Então é grego? - perguntavam.” Não, porque Salônica era turca, quando ele nasceu” - Então é turco? “- Não, ele era de origem espanhola... “- Então é espanhol? - Não...” tentava explicar (ALMEIDA, 2005, p. 3).

“Morin é um pensador inclassificável, múltiplo, um eterno estudante. Um intelectual que o jornal *La Libre Belgique* chamou de um humanista sem fronteiras” (ALMEIDA, 2005, p. 4).

Sobre sua formação acadêmica, foi licenciado em história, geografia e direito, transitando livremente entre arbitrárias divisões, como nas ciências da vida, do mundo físico e do homem. É movido por vários “demônios”, como confessa no livro “*Meus Demônios*”, no qual expõe as circunstâncias sociais, familiares e políticas que delinearam seu caminho intelectual (ALMEIDA, 2005).

Em alguns de seus livros, obtemos informações a respeito dos aspectos de sua personalidade, como sua postura de investigação continuada, sempre aberta aos diálogos e às contradições, já remetendo ao seu pensamento complexo e à interdisciplinaridade. Admitindo, assim, que grandes obras suas são frutos da incoerência e do conflito de ideias tidas para ele como de cunho intelectual e existencial.

A primeira obra de Edgar Morin à qual faremos referência foi escrita no ano 2000



com participação de Marcos Terena, grande líder indígena brasileiro. Essa obra nos mobiliza a pensar em três pontos: interdisciplinaridade, alfabetização, cultura e a reforma do pensamento. O livro é intitulado “Saberes Globais e Saberes Locais”. Nele encontramos a afirmativa de que a construção interdisciplinar do saber requer iniciativas inovadoras em práticas e metodologias de ensino e pesquisa, em busca da compreensão aberta aos crescentes desafios emanados de problemas essenciais da humanidade, como o das relações entre as sociedades humanas e a natureza. A busca de um novo caminho de relacionamento humano e, ao mesmo tempo, de desenvolvimento.

Morin (1999) nos sinaliza sobre o desafio cultural iniciado no século XVIII: Cultura das Humanidades x Cultura Científica, ressaltando que o resultado dessa divisão trouxe problemas para ambos os lados e essa segregação permeia os dias atuais. Para Morin (1999, p. 17):

A reforma do pensamento é que permitiria o pleno emprego da inteligência para responder a estes desafios e permitiria a ligação de duas culturas dissociadas trata-se de uma reforma não programática, mas paradigmática concernente a nossa aptidão para organizar o conhecimento (MORIN, 1999, p. 17).

Devemos levar em consideração o valor das culturas e da sabedoria, o saber, os modos de fazer, os valores dos conhecimentos sutis sobre o mundo vegetal e animal e sobre os modos de cura.

Cada civilização possui um pensamento racional, empírico, técnico e, também, um saber simbólico, mitológico e mágico. Em cada civilização há sabedoria e superstições. A nossa civilização é assim, ainda que muitos pensem que não, que a razão, a ciência, as técnicas não são mitológicas. Com efeito, atribuir à técnica, à ciência, a missão providencial de solução de todos os problemas humanos (MORIN, 1999, p. 27).

Os princípios do conhecimento desenvolvidos pela ciência eram o de separação, homem-natureza. A ideia era eliminar tudo o que fosse natural como se nós, o nosso corpo e organismo fossem artificiais ou seja a separação total. A separação do sujeito e objeto, significando que nós temos o conhecimento objetivo porque eliminamos a subjetividade. Sem pensar que, no conhecimento objetivo há, também, a projeção de estruturas mentais dos sujeitos humanos subjetivos e, ainda sob condições históricas, sociológicas, culturais precisas.

Não há como quantificar o sujeito humano, dor e amor não podem ser quantificados, não há unidade de medida para o amor. A quantificação não indica nada sobre as qualidades. As qualidades expressam-se por imagens que passam pelo conhecimento mitológico e poético (MORIN, 2000b, p.18).

Morin (2000b) também demonstrou em suas obras uma grande inquietação e cuidado a respeito de um ponto bastante imprescindível para este trabalho, que são os aspectos humanísticos e éticos, permeando o desenvolvimento científico e para o enriquecimento da ciência e da sociedade. Nesta mesma linha de pensamento, o referido autor, em 1998, foi trabalhar na coordenação de estudos visando à reforma do ensino secundário, convite esse, feito pelo Ministro da Educação da França, Claude Allégre, o que, conseqüentemente, o torna uma grande referência no meio educacional, o que outrora nunca havia cogitado e nem mencionando em suas pretensões teóricas.

No campo da educação, o autor apresenta propostas circundantes em torno da reforma dos paradigmas acadêmicos e do ensino. Destaca na maioria de suas obras uma grande preocupação em torno do que o ser humano anseia conhecer e quais caminhos possibilitariam chegar até seus desejos. Para isso ele, considerou essencial a reforma do pensamento.

não poderia constituir um domínio privilegiado para pensadores privilegiados, uma competência de experts, um luxo especulativo para filósofos, mas uma tarefa histórica para cada um e para todos. A epistemologia complexa deveria instalar-se, senão nas ruas, ao menos nas mentes, mas isso exige, sem dúvida, uma revolução mental (MORIN, 1999. p. 38).

### **3.1- Reforma do pensamento e a compartimentação do saber**

Sobre os saberes compartimentados, como menciona Morin (2002) a respeito da hiperespecialização, o autor assinala que eles inviabilizam a possibilidade de uma visão global do mundo que nos cerca, de modo que esse retalhamento não nos deixa ver o que é "tecido junto", e o autor nos convida a mudar nossos olhares.

Necessitamos de uma mudança, de uma reforma do pensamento que necessita, evidentemente, de uma reforma do ensino. Há uma inteira dependência e nesta interdependência nos tornamos, também, a possibilidade de relacionar as partes ao todo e o todo a nós. O Planeta Terra é o polo deste processo que chamamos globalização, de interação de toda parte" (MORIN, 2002, p. 33).

A necessidade de reforma de pensamento surge com a reforma do ensino na França, em meados de 1977 (primário, secundário, superior). Essa reforma teve como objetivo diagnosticar os problemas vigentes e propor soluções. Para o autor, o ensino tem uma missão posta segundo seus pensamentos, que é "... transmitir não o mero saber, mas uma cultura que permita compreender nossa condição e nos ajude a viver e que favoreça ao mesmo tempo um modo de pensar aberto e livre" (MORIN, 2002, p. 11).

Ele associa a fragmentação a essa inteligência que, quando não é capaz de perceber o mundo de forma ampla, se torna inconsistente, afirmando que ela é responsável pela dissociação da complexidade existente no mundo. O teórico afirma que "quanto mais os problemas se tornam multidimensionais, maior é a capacidade de pensar sua multidimensionalidade" (MORIN, 2002, p. 14-15).

O que se tem ensinado nas escolas segrega em larga escala, desde o compartimento de visões do caderno por matérias, nos ensinando a reduzir o complexo ao simples e a escamotear qualquer dissonância, qualquer desordem e contradição (MORIN, 1999).

O que é o conhecimento pertinente segundo o autor? Para ele "é o que é capaz de situar qualquer informação em seu contexto e, se possível no conjunto em que está inserido" (MORIN, 2002, p. 15). Como então deve-se pensar o problema do ensino segundo Morin? Primeiro, é necessário ter em mente os efeitos negativos que a compartimentação excessiva do saber ocasiona e lembrar que, existe uma imensa dificuldade em articular esses saberes. O autor também menciona que essa proeza não é inalcançável pois, a mente humana é provedora dessa função, mas necessita ser estimulada e não inibida. O conhecimento fragmentado só serve para uso técnico.

Morin (1999) nos sinaliza sobre o desafio Cultural iniciado no século XVIII: Cultura das Humanidades x Cultura Científica, ressaltando que o resultado dessa divisão trouxe problemas para ambos os lados. Para Morin (1999, p. 17):

A cultura humanística é uma cultura genérica, que, pela *via* da filosofia, do ensino, do romance, alimenta a inteligência geral, enfrenta as grandes interrogações humanas, estimula a reflexão sobre o saber e favorece a integração pessoal dos conhecimentos. A cultura científica, bem diferente por natureza, separa as áreas do conhecimento; acarreta admiráveis descobertas, teorias geniais, mas não uma reflexão sobre o destino humano e sobre o futuro da própria ciência.

Por outro lado, há cientistas desprovidos da capacidade de enxergar a vida humana e tudo o que a constitui, passando sem perceber essa bela experiência da existência da vida na vida, se manifestando de diversas formas e por diversos meios de obtenção de conhecimentos. Resumindo, ambas se desconhecem! Criam entre si monstros temíveis que ofuscam a responsabilidade social, o que por consequência ocasiona o afastamento social, levando o cidadão a não deter o direito ao conhecimento, o que acarreta um elevado número de pessoas que desconhecem alguns dos saberes existentes. O que Morin nos leva a pensar, seguindo o viés da democratização do saber, o que ele denomina de reforma do pensamento, reforma da inteligência, nos mostrando que esses desafios são atuais, existentes, sendo preciso reformar o pensamento para reformar o ensino e assim vice-versa.

Quanto mais desenvolvida a inteligência mais elaborada é a capacidade do homem em resolver problemas essenciais, portanto, um nível de inteligência e habilidade afloradas é proveitoso para o domínio da cientificidade como das humanidades sendo possível diagnosticar os problemas e se atentar aos detalhes que outrora pareciam insignificantes.

Morin (2003) não propõe uma abertura geral entre as disciplinas, mas ele nos excita a identificar o que separa essas áreas, ou seja, esses obstáculos que ocasionam o segregacionismo e refletir sobre eles, no que pode ser feito com essas informações obtidas após essa análise. E, posteriormente organizar esse conhecimento que, para Morin, são chamados de princípios. Assim como ele nos convida a pensar sobre os elos que juntam, que ligam essas duas áreas. E assim, nos colocamos a dialogar sobre esta perspectiva.

Em seu livro *“A Cabeça Bem-Feita”*, ele nos convida a pensar sobre a existência de áreas do conhecimento em ciências que são multidimensionais, citando a Geografia, que perpassa desde a Geologia até aspectos da sociedade e da economia, engloba também sobre a mesma perspectiva a Ecologia, que lida com o ecossistema como seu objeto de estudo, sendo preciso recorrer sempre que necessário a outras áreas do conhecimento para romper suas interrogações e agregar saberes, associando assim conhecimentos bem diferentes para organizar uma ideia.

mesmo as ciências especificamente humanas são compartimentadas: História, Sociologia, Economia, Psicologia, ciência do imaginário, mitos e crenças só se comunicam em alguns pesquisadores marginais. Contudo,

a história tende a tornar-se uma ciência multidimensional, quando integra, em si mesma, a dimensão econômica, a antropológica, [...] e reintegra o acontecimento, depois de achar que devia aboli-lo [...] (MORIN, 2000b, p. 32).

Em consonância com as ideias do autor, podemos inferir que a tendência dessa reforma de pensamento é progredir, mas de qual forma? Será que essa reforma está privilegiando algumas das duas áreas de nosso interesse em maior escala? Reforçamos a ideia de que é preciso mobilizar o que nos cerca de forma a olharmos para cada lado do globo terrestre (ou o máximo que conseguimos), de forma geral, problematizando o que nos incomoda, e o que impede a valorização do ensino, mobilizando assim os conhecimentos proveniente das duas culturas. “Trazemos, dentro de nós, o mundo físico, o mundo químico, o mundo vivo, e, ao mesmo tempo, deles estamos separados por nosso pensamento, nossa consciência, nossa cultura” (MORIN, 1999, p. 37).

Nossos pensamentos influenciam diretamente na nossa tomada de consciência, na nossa capacidade de problematização, mas devemos nos lembrar, e cultivar essa lembrança, de que somos seres multidimensionais, usando as palavras do autor “cósmicos, físicos, biológicos, culturais, cerebrais, espirituais” (MORIN, 1999, p. 38).

Ao começarmos introduzir essa visão não segregacionista, podemos abrilhantar nossas mentes para fornecer um novo arsenal de conhecimentos para as culturas de modo geral, contribuindo para nos tornarmos mais humanos e reconhecer nossa natureza terrestre, nossa parte com o todo, com o cosmo e com a terra, porque ela é o todo, imensa, vasta, e não um ambiente constituído de partes segmentadas pelo anseio de dominação do homem.

Eis, pois, o que uma nova cultura científica pode oferecer à cultura humanística: a situação do ser humano no mundo, minúscula parte do todo, mas que contém a presença do todo nessa minúscula parte (MORIN, 1999, p. 41).

Logo, o que nos oferece a cultura humanística para humanidade são as diversas informações sobre a existência humana, vista de vários ângulos mesmo que também compartimentado. Salientando que a intencionalidade proposta para reunificação da *Ciência e Arte* tende a ser desenvolvida visando ao todo, à condição humana. E o autor nos diz que as “artes levam-nos a dimensões estética da existência e\_\_ conforme o adágio que diz que a obra de arte imita a natureza\_\_ ela nos ensina a ver o mundo esteticamente”

(MORIN, 1999, p. 45), nos levando a refletir sobre essa condição de humanidade voltada para o coletivizável.

Um mesmo interesse, um mesmo apelo intelectual, uma mesma razão apaixonada movem a reforma do pensamento, alertando para o perigo das generalizações, e no caminho. Neste sentido, integrar qualquer conhecimento é uma necessidade epistemológica fundamental.

### **3.2 - Elementos introdutórios ao pensamento complexo em Edgar Morin**

Antes de adentrarmos no estudo dos pressupostos que nos interessam sobre a teoria de E. Morin, ou seja, a Teoria da Complexidade e os conceitos a respeito da interdisciplinaridade a ela relacionados, é válido ressaltar que o autor, em sua trajetória acadêmica e humana, aborda temas com contradições, incertezas e dissensos o que, conseqüentemente, o fez desenvolver o que rotula de pensamento complexo, explorando esses sentidos que são negados pela nossa própria natureza intelectual. O autor nos faz um convite belíssimo nos desafiando a abandonar nossas certezas para refletirmos sobre o mundo, mas o mundo de uma forma diferente, mundo incerto e inseguro e não apenas reconhecê-lo.

O método da complexidade formulado por Edgar Morin no século XX apresentou valiosa contribuição como ponte de comunicação entre as várias áreas do conhecimento, permitindo interpretação mais ampla a respeito da complexa realidade e propõe relacionar o todo e as partes sem a pretensão de esgotar o entendimento das partes.

Necessitamos estudar um conhecimento complexo que admita o homem como um ser que chegou de uma evolução biológica natural. Que reconheça o homem como um artrópode, um mamífero que tem cérebro, um vertebrado pluricelular que tem vida na Terra e que, como filhos e filhas da Terra integram uma relação cósmica, como acreditaram e acreditam as culturas de muitas outras civilizações (MORIN, 2007, p. 32).

Morin (2007), em seu livro "Introdução ao Pensamento Complexo", coloca em diálogo algumas inquietações, uma delas é a seguinte: como fazer a interação/ relação entre o todo e as partes e a educação dos educadores e educandos? Tudo isso significa reaprender a aprender. Reaprender é o mais difícil, aprender é fácil, segundo as ideias do

autor. Reaprender é mudar as estruturas do pensamento, porém isso é uma tarefa muito difícil que necessita de alguns instrumentos de pensamento. No referido livro há uma possibilidade de ver o que se necessita. Há também a ideia de que o educador deve educar a si próprio. Reeducação a si próprio significa sair de uma minoria; significa que os educadores sentem a necessidade do problema e, como desviantes, vão ajudar outros educadores a mudar. Os educadores podem, também, fazer a sua reeducação em muitos livros e ver as aspirações dos estudantes.

O pensamento complexo não é um conceito manipulável, é integrar em si próprio uma visão que busca a multidimensionalidade e a contextualização. É uma ajuda ao pensamento pessoal, não é um programa, é uma integração de alguns princípios fundamentais na mente.

Segundo Morin (2001a, p. 1) o desafio da complexidade é o de não estar completo, mas sim incompleto:

Assim, por exemplo, se tentarmos pensar o fato de que somos seres simultaneamente físicos, biológicos, sociais, culturais, psíquicos e espirituais, é evidente que a complexidade reside no fato de se tentar conceber a articulação, a identidade e a diferença entre todos estes aspectos, enquanto o pensamento simplificador ou separa estes diferentes aspectos ou os unifica através de uma redução mutiladora.

Com a teoria da complexidade, Morin não pretende substituir conceitos de clareza, certeza, determinação e coerência por conceitos de ambiguidade, incerteza e contradição, mas se fundamenta na necessidade de convivência, interação e trabalho mútuo entre tais princípios, pois circula por aí uma ideia contrária, a teoria da complexidade não é um antídoto e sim um desafio, não existe porção mágica. O paradigma da complexidade (que se opõe ao paradigma da simplificação) encaminha um pensamento complexo que, segundo Morin (2000b, p. 237):

parte de fenômenos, ao mesmo tempo, complementares, concorrentes e antagonistas, respeita as coerências diversas que se unem em dialógicas e polilógicas e, com isso, enfrenta a contradição por várias vias. Assim sendo, utiliza o conceito básico de "sistema auto-organizado complexo.

### **3.3 - Conceitos de ordem e desordem segundo Morin**

O conceito de ordem vai além das definições de estabilidade, rigorosidade, rigidez, repetição e regularidade. Pois, une-se à ideia de interação que se subdivide em dois polos,

o primeiro se refere ao polo objetivo que abarca agitações, dispersões, colisões, irregularidades e instabilidades, resumindo-se aos ruídos e os erros. O segundo polo é o subjetivo, referindo-se à indispensabilidade ou da relativa invariabilidade.

Mediante o contexto exposto, alcançar o entendimento sobre o Universo nas ideias de Morin acontece por meio dos sistemas de ordem e desordem em redes de interações exemplificado em uma matriz tetragramática (Figura 2) na qual um dos termos age e retroage sobre os outros, devendo ser igualmente “probabilística, flexível, dialógica, generativa, sinfônica, aberta às lógicas já conhecidas ou que se venham a conhecer, numa perspectiva de organização e reorganização permanentes” (MORIN, 2000a, p. 157).

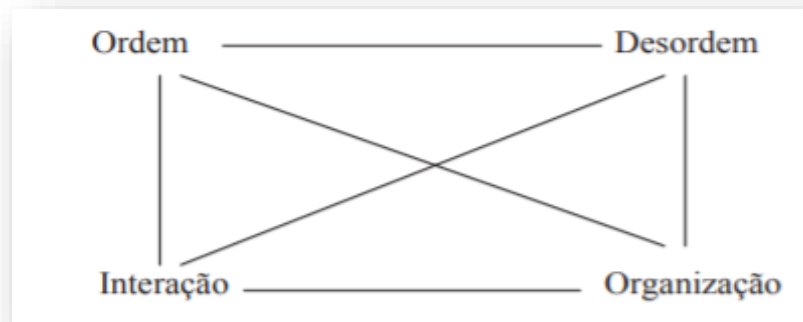
Morin (2001a) usa o anel tetralógico para explicar o circuito de alimentação recíproca (relação recursiva); o mutualismo, sociedades e associações (relação complementar); competições e rivalidades (relação recorrente); parasitismos, depredação (relação antagonista)

Carvalho (1987, p. 55) refere-se ao anel como “circuito de re-alimentação recíproca e permanente, ou recursividade organizacional e, enquanto tetrólogo, a coprodução recíproca da desordem e da ordem”. Chegando à conclusiva afirmativa de que o pensamento complexo em Morin acolhe o caminho da desordem como via estruturante da própria estrutura.

Enfim, Morin (2002, p. 381) propõe uma reparadigmatização, onde pode-se obter ao longo desse processo o que ele denomina de conhecimento pertinente, “que se funda numa outra lógica, a partir da noção de recursividade; esta traz em si o princípio de um conhecimento nem atomístico, nem holístico (totalidade simplificante).” Ela significa que não se pode pensar senão a partir de uma práxis cognitiva, denominada de anel ativo (Figura 2) que faz interagirem, produtivamente, noções que são estéreis quando disjuntadas ou somente antagonistas. Significa que toda explicitação, ao invés de ser reducionista e simplificadora, deve passar por um jogo retroativo/recursivo que se torna gerador de saber (ESTRADA, 2009).



**Figura 2 - Tetragrama de Morin.**



Fonte: Morin (2000b, p. 204)

Os princípios do conhecimento pertinente estão descritos mais especificadamente na obra do autor “*Os sete saberes necessários à educação do futuro*” (MORIN, 2002), na qual defende que para que o conhecimento seja pertinente ele precisa de quatro alicerces para existir, sendo estes: contexto, global, multidimensional e o complexo, esses quatro juntos formam o conhecimento pertinente.

A seguir, vamos tratar destes quatro pontos dentro do conhecimento que é válido na perspectiva de Morin, ver (Figura 3), mas salientamos que as informações e dados não devem ser vistos isolados.

Primeiro, inferimos sobre o *contexto*. A própria palavra já deixa um pouco clara a ideia embutida, isto é, o conhecimento deve estar inserido em um determinado contexto para assim fazer sentido e transmitir a mensagem de forma a ser entendida. Vejamos um exemplo: a palavra para ter sentido deve estar dentro de um contexto porque a palavra solta não traz clareza, pois dela pode-se derivar diversas significações mediante o contexto.

O *global* é mais do que contexto, é o conjunto de diversas partes ligadas ao todo, tem características e propriedades que não são encontradas nas partes isoladas, mas apenas quando todas são observadas juntas.

Quanto a *multidimensionalidade*, ela é necessária para explicar entidades complexas como, por exemplo, o corpo humano que pode ter uma interpretação psíquica, social, afetiva, racional e biológica simultaneamente. A multidimensionalidade tenta unir a tríade aqui citada e suas interpretações desenvolvendo assim um conhecimento mais

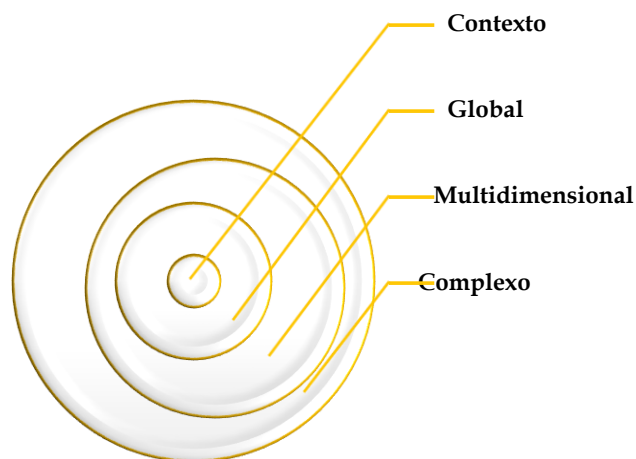
complexo e pertinente, e esse conhecimento pertinente deve enfrentar a complexidade.

A palavra *complexo* significa tecido junto, de fato, quando há complexidade existe uma trama de conhecimentos das mais variadas formas e mediante isso existe menos possibilidades de ser inválido.

Em síntese, o conhecimento pertinente pode ser visto como um círculo (Figura 4 dentro desse círculo estão todas as áreas do conhecimento, porém, dentro do modelo de desenvolvimento científico vivido atualmente, onde a especialização é muito valiosa, o conhecimento acaba se dividindo, essa fragmentação e especialização do conhecimento é interessante para o desenvolvimento das áreas específicas, porém, para o conhecimento pertinente isso não é benéfico, pois acaba com a multidimensionalidade do conhecimento. Essa fragmentação vai ficando cada vez mais específica, essa disjunção e redução do conhecimento acaba afastando totalmente a ideia do pensamento complexo do conhecimento.

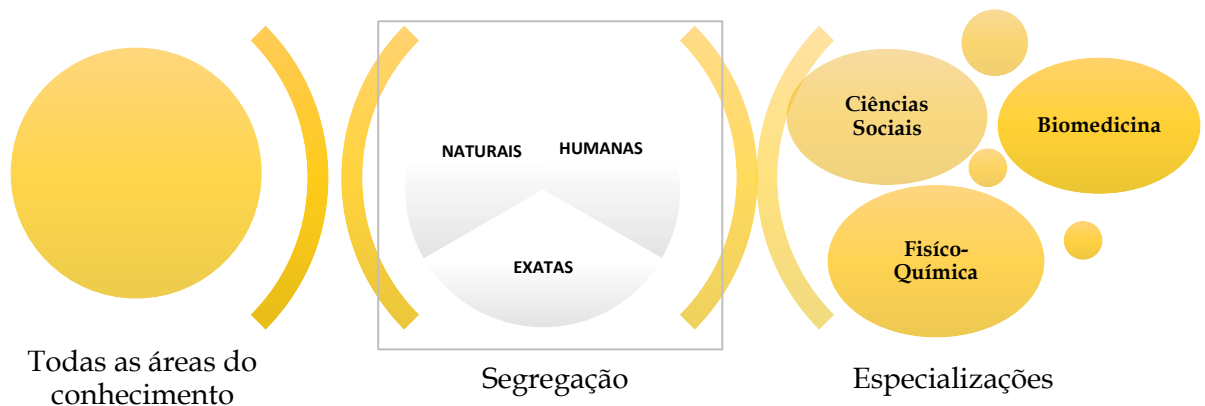
Pode-se dizer, então, que o conhecimento pertinente é um conhecimento geral, um conhecimento do todo, porém, mediante ao atual método científico, ele é fragmentado e distanciado ficando inexistente em tal situação.

**Figura 3 - Anel ativo de Morin**



Fonte: a autora

**Figura 4 - Contexto, global e complexo**



Fonte: a autora

Desta forma, a proposta de reparadigmatização de Morin se consubstancia no paradigma da complexidade que comunica em vez de isolar e disjuntar, reconhecendo os traços singulares, originais, históricos do fenômeno em vez de ligá-los pura e simplesmente a determinações ou leis gerais, a “conceber a unidade, multiplicidade de toda a entidade em vez de a heterogeneizar em categorias separadas ou de homogeneizar numa totalidade indistinta. Incita a dar conta dos caracteres multidimensionais de toda a realidade estudada” (MORIN, 2002, p. 354).

Portanto, queremos aqui descrever junções que são aniquiladas pelos cortes entre categorias cognitivas e entre tipos de conhecimento. De fato, o anseio à complexidade acercar-se para o conhecimento multidimensional.

Não se trata de dar todas as informações sobre um fenômeno estudado, mas de respeitar as suas diversas dimensões; assim, como acabo de dizer, não devemos esquecer que o homem é um ser bio-sociocultural e que os fenômenos sociais são, simultaneamente, econômicos, culturais, psicológicos etc. Dito isto, o pensamento complexo, não deixando de aspirar à multidimensionalidade, comporta no seu cerne um princípio de incompleto e de incerteza (MORIN, 2001b, p. 2).

Entender o mundo que o cerca é um desejo humano desde os primórdios. Estando sempre em busca da compreensão de mais e além para dar significado a sua existência. Com isso, conseguimos perceber que para o homem entender a si e ao mundo é necessária

articulação que perpassa a segregação em áreas específicas, pois somos frutos do meio, desse meio que é constituído por junções.

Segundo Morin (2014, p. 14), o conhecimento multidimensional permite conceber que a educação não pode ser resumida apenas a uma área a ser analisada e sim sobrelevar a multi e interdisciplinaridade, pois somos seres:

ao mesmo tempo biológico, psíquico, social, afetivo e racional. [...] O conhecimento pertinente deve reconhecer esse caráter multidimensional e nele inserir estes dados: não apenas se poderia isolar uma parte do todo, mas as partes umas das outras; [...].

Mediante os argumentos desenvolvidos com base nas ideias do teórico Edgar Morin, nota-se que a complexidade oferece potencialidades para contribuir com uma visão de mundo múltipla, agregadora, emancipatória e dinâmica, colocando-nos a pensar nos processos de produção de conhecimento como cíclicos e complementares. Esses apontamentos nos direcionam a enxergar que a *Arte e Ciência* podem se enriquecer com a pluralidade de ideias e de pontos de vistas distintos, se reconhecerem o conhecimento como um conjunto integrado de conceitos e teorias provenientes de uma realidade que é complexa e não linear.

## CAPÍTULO 4

### ARTE, CIÊNCIA E CARYBÉ: ONDE SE ENTRELAÇAM E SE RECONNECTAM?

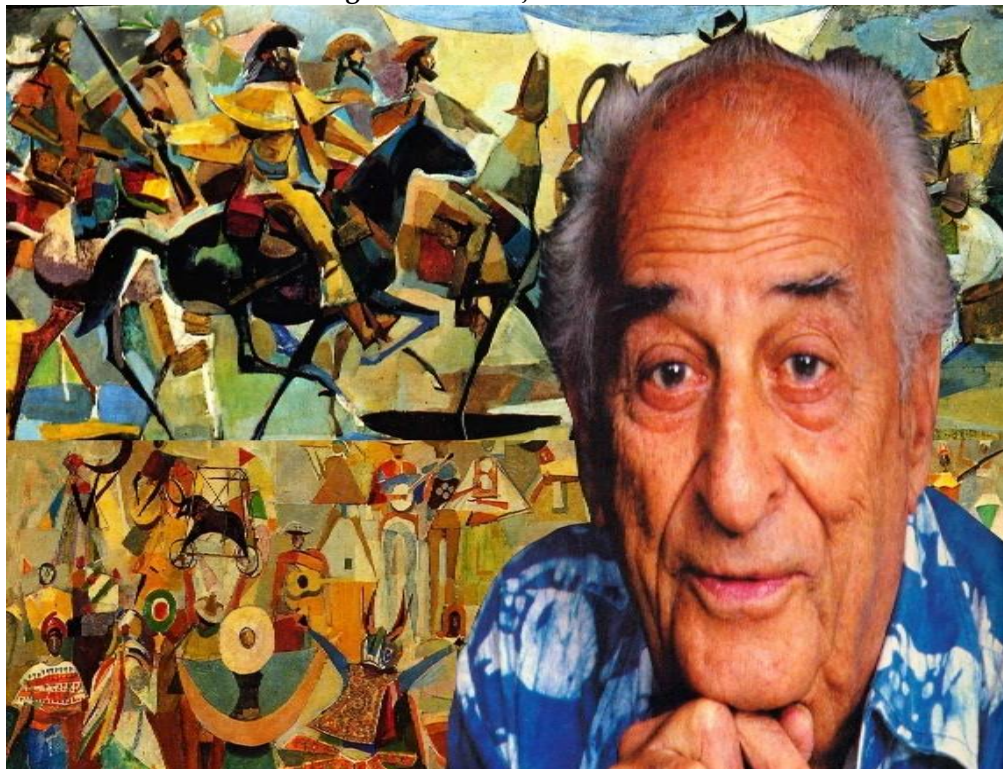
*“O artista assim se referiu à Bahia e à experiência da chegada à cidade, a bordo do navio Itanagé”:*

O gosto da Bahia, como um vinho, vinha-se sazonalizando dentro de mim há 12 anos, desde o primeiro encontro em 1938, dia mágico em que, numa clara manhã de agosto, de um risco verde no horizonte a Bahia surgiu do mar. E a cidade veio vindo, veio vindo ao meu encontro, cada vez mais luminosa, cada vez mais definida, até que ela toda atracou no Itanagé. A cidade que já estava gravada em sonhos pelos livros de Jorge Amado e pelas canções de Caymmi. Aí, nesse ano, definitivamente, fui tarrafeado por sua luz, sua gente, seu mar, sua terra, suas coisas (CARYBÉ, 1980 apud PIMENTEL, 2015, p. 24).

Como mencionado no capítulo referente à metodologia, neste tópico, vamos refletir a respeito da potencialidade proveniente da união dos campos *Arte e Ciência*, conduzindo argumentos para superarmos a visão limitada a respeito da falsa dicotomia existente entre essas áreas. Conforme já discutido no capítulo 3, tal dicotomia foi denunciada pelo teórico inglês C. P. Snow, de modo que iremos evidenciar possibilidades para analisar os conhecimentos que nos cercam de forma integrada.

Utilizaremos como ponto principal para articulação *A & C* umas das modalidades artísticas de produção das obras do artista plástico *Hector Julio Páride Bernabó*, mais conhecido como *Carybé*, ver (Figura 5). Para elucidar como é possível estimular a mente humana a pensar sobre os diversos tipos de conhecimentos existentes, utilizando diferente ângulos, em nosso caso, instigando as mentes a pensar que, por meio de uma obra de arte, seja ela um quadro, uma escultura, pintura, poesia, música, dança, e outros diversos tipos de manifestações artísticas, é possível abarcar informações científicas e, ao integrarmos esses saberes entre as duas formas de conhecimento, é possível dominar o conhecimento artístico e o conhecimento científico, argumentar sobre eles, ter novas percepções, melhores e maiores conhecimentos sobre si e sobre o mundo no qual habitamos, e esse novo acontecimento torna-se revolucionário.

Figura 5 - Hector Julio Páride Bernabó.



Fonte: Carnavalesca (2018).

As obras de arte utilizadas como exemplo e objeto de análise nesta pesquisa são chamadas de gradis, esculturas feitas em metal, compostas por aço-carbono. Por meio desta especificidade da obra do referido artista, o metal torna manifesta, então, a utilização da Química, pois, direcionaremos as discussões sobre as Reações Químicas de Oxidação e Redução. Reações essas que ocorrem, por exemplo, no processo de enferrujamento de uma peça em metal. Em seguida, evidenciaremos uma área de formação, dentro das Ciências Humanas, que é a preservação e conservação de patrimônios históricos e culturais, ou seja, essa profissão requer dos profissionais que conheçam aspectos científicos e artísticos ao restaurar ou desenvolver e aplicar estratégias para preservação de artefatos, que objetivem fornecer maior durabilidade ao patrimônio artístico e cultural. Essas ferramentas são úteis pois, contribuem para preservar a história identitária de cada civilização, de cada monumento, indumento, objetos e peças que deixam histórias únicas como legado para as diversas culturas civilizatórias.

#### 4.1- Gradis e Carybé

Neste tópico, iremos dialogar a respeito do artista selecionado para esta discussão, o Carybé, trazendo a concepção de arte sustentada por ele e suas contribuições para os diferentes ramos da cultura. Iniciamos as discussões trazendo um breve apanhado de quem foi *Hector Julio Páride Bernabó*.

O artista é um ícone, destaque no mundo artístico que representou, por meio de suas criações, a essência do sagrado afro-brasileiro. Além de pintor, foi escultor, gravador, desenhista, oleiro, muralista, pesquisador, historiador e jornalista. Nasceu na cidade de Lanús, na Argentina, mas passou a morar no Brasil desde 1949, naturalizando-se brasileiro em 1957.

Carybé utilizou diferentes técnicas de pintura e por ter contribuído em larga escala para disseminação da sua arte na Bahia, com os temas das mulheres negras e mulatas baianas, dos tempos coloniais e da cultura africana no Brasil. Apaixonado pela Bahia, o pintor se estabeleceu definitivamente em Salvador no ano de 1950, local onde encontram-se 27 painéis representando os orixás do candomblé na Bahia, apresentados com suas armas e animal litúrgico. As obras do referido artista são extensas e vastas, incluindo pinturas, murais, desenhos, ilustrações, esculturas, gravuras, gradis, esboços e cerâmicas. Carybé utilizava diferentes técnicas como: pintura a óleo, ladrilhos, mosaico, entalhe, relevo, aquarela, argila, incrustação, ferro, metal, têmpera à ovo, encáustica, acrílica, cimento, búzios, alto e baixo relevo, pedras etc. (MACIEL, 2015).

Sua contribuição cultural<sup>1</sup> ultrapassou o Brasil, suas obras podem ser encontradas no exterior, alocadas em locais públicos e privados, como os murais na fundação da Cidade de Salvador e o Mural dos Orixás, Alegria e Festa das Américas no Aeroporto Kennedy em Nova York e Libertadores, no Memorial da América Latina em São Paulo (MACIEL, 2015).

---

<sup>1</sup> “A cultura baiana, especialmente aquela vinculada ao mundo do candomblé, foi certamente sua maior fonte de inspiração. E não só a ele, mas a um grupo de artistas de várias áreas, – como Pierre Verger na fotografia, Mario Cravo na escultura, Jorge Amado na literatura, Dorival Caymmi na música –, que em meados do século XX se nutriram desta cultura e do seu aspecto religioso, para a elaboração de uma estética que acabou por revitalizar as artes baianas e projetá-la nacional e internacionalmente. Por meio da obra destes autores, consolidou-se o imaginário de uma Bahia como ‘terra boa’ com sua gente mestiça, afável e indolente, pintada em sua explosão de cores fortes, gestos sensuais e comidas com sabores condimentados. Uma Bahia de todos os santos e orixás” (SILVA *et al.*, 2015, p.2).

Carybé e tantos outros artistas optaram por direcionar o olhar para o passado. O recorte escolhido é a cidade colonial, apresentada como tradicional, como mantenedora da “verdadeira” cultura brasileira, como “história viva” da formação de um estado-nação. A cidade que se modernizava, se alargava e ocupava novos espaços na paisagem e na economia do país não faz parte de suas representações. É uma escolha muito bem definida e consciente deste e de muitos outros artistas e pensadores (MACIEL, 2017, p. 50).

Utilizaremos nesta pesquisa, a obra realizada em forma de gradil por Carybé, (como já mencionado anteriormente, que se localiza no Museu de Arte Moderna - MAM) no Solar do Unhão na cidade de Salvador na Bahia, no Bairro Ponta do Humaitá. A obra é feita em metal e foi concretizada no mesmo ano que o Carybé faleceu, em 1997.

Com forte representatividade simbólica da religiosidade de matriz africana, os gradis de Carybé foram utilizados para discutirmos os conhecimentos químicos associados a preservação e conservação desta obra de arte com utilização dos conhecimentos artísticos nela embutidos.

Quando nada mais restar de autêntico, quando tudo já se fizer apenas representação, mercadoria a transformar-se em dinheiro na sociedade de consumo, a memória perdurará pura, pois o filho de Oxóssi e de Oxum, o obá de Xangô, guardou a verdade íntegra na criação de uma obra sem igual pela autenticidade [...]. Na cidade de Salvador da Bahia de Todos os Santos, os orixás, os jagunços, os beatos, as mães e as filhas-de-santo, os mestres de saveiro, o rei de Ketu e a Senhora-das-Águas, a criação de Carybé, Obá Onã Xocun, são a memória imortal e mágica do mistério, do axé da Bahia (FREITAS, 2002, p. 15).

Os movimentos modernos eram baseados na *Art Nouveau* mediante a utilização do ferro fundido.

O ferro fundido vai sempre afinando para a extremidade achatada em forma de leque, tomando uma forma decorativa. Evidencia-se assim uma vinculação com um material em sintonia com uma aspiração estética e a respectiva visão da natureza, numa determinada época e uma determinada sociedade (MOTA, 1983, p. 460).

Diante do medo da violência das cidades, os gradis e portões residenciais se transformaram em elementos limitadores que criam obstáculos nas relações entre o público e o privado.



Em geral, são eles acrescidos do simbolismo da ameaça, agressão, ataque como “armadilhas”, e pelas formas simplificadas, mas sistematicamente pontiagudas, como garras inclinadas para fora. No entanto, muitas vezes os artistas plásticos, artesãos e arquitetos conseguem transformar o ferro em verdadeiras obras de arte, desempenhando um papel fundamental na intervenção da cidade, pois, além da função de segurança, os gradis também podem desempenhar o papel decorativo e até informativo (RIBEIRO, 2007, p. 18).

No trabalho de Maciel (2017), encontramos uma abordagem geral da presença dos gradis de ferro em Salvador que, como parte constituinte da arquitetura e do urbano, refletem o modo de vida da sociedade soteropolitana. O gradil desempenha papel importante na transformação da arquitetura e nas mudanças do cenário social que estão intimamente ligadas à relação do homem com os problemas do espaço que ele habita.

Nesta pesquisa, tomamos os gradis não apenas como objetos de segurança ou segregação, mas vistos como uma forma de arte democrática, feita também para ser contemplada no contexto da cidade, e que busca, por meio dela, ser testemunho de aspectos sociais.

O gradil é de autoria do artista Carybé, essa escultura em metal cerca o espaço do MAM<sup>2</sup> e rubrica o projeto de um painel de concreto localizado na parte final do jardim e do portal de entrada. A estrutura em ferro representa o sol e estilizações do acarajé. O portal de entrada é todo em ferro e apresenta animais, frutas, o sol e uma sereia, deixando visível a paisagem da Baía de Todos os Santos, mesclando suas formas com as da natureza (Figuras 6, 7 e 8) (ALBERNAZ, 1996).

---

<sup>2</sup> O conjunto foi tombado pelo então Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional na década de 1940. Posteriormente, foi adquirido pelo Governo do Estado para sediar o *Museu de Arte Moderna* da Bahia. Após um trabalho de restauração com projeto da arquiteta Lina Bo Bardi, o MAM foi inaugurado em 1969, oferecendo oito salas de exposição, teatro-auditório, sala de vídeo, biblioteca especializada e banco de dados (MACIEL, 2017, p. 22).

**FIGURA 6 - Yemanjá**

Fonte: Yaci Andrade (2013)

Ao inserirmos Carybé como demonstração empírica da articulação da interface *Arte e Ciência*, consideramos que suas criações são veículos de discursos, informações, conhecimento, que certamente influenciaram a vida em sociedade e na cultura dos baianos e no mundo a fora. Assim, podemos ponderar a respeito, não somente das narrativas criadas pelo artista, como sobre os espaços onde suas obras estão dispostas. Essas sinalizações podem envolver conflitos de interesse político, lutas por igualdade social e demonstrações por meio de sua arte sobre um povo herdeiro do sistema escravocrata e de tudo que a compõe, principalmente no tocante as desigualdades sociais (MACIEL, 2017).

**Figura 7 - O mar da Bahia.**

Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/167125836149147548/>

**Figura 8** - Portão solar do MAM;



Fonte: <http://familiaferrazcampos.blogspot.com/2015/03/por-do-sol.html>

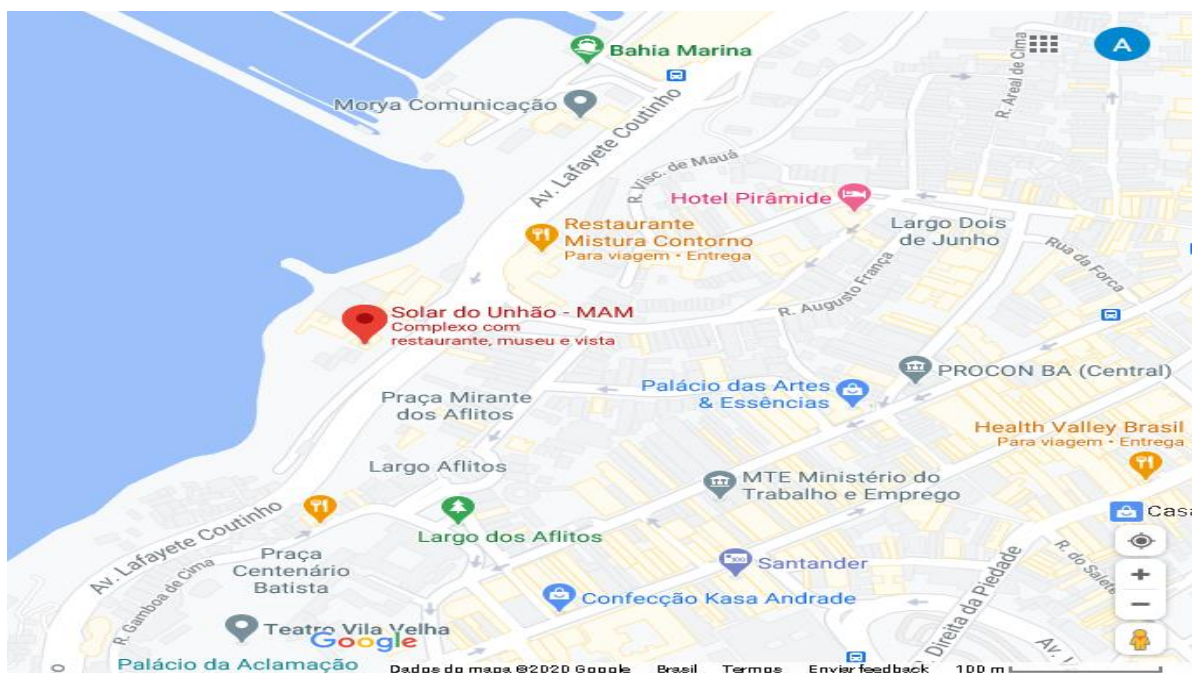
A leitura que podemos fazer a respeito das significações das obras de Carybé, em nosso caso, sobre os gradis, é que as imagens em forma de esculturas metálicas só podem ser analisadas mediante o contexto em que foram produzidas, visto que os significados que lhe são atribuídos foram construídos mediante a história cultural em período específico.

Portanto, a tática desta análise visa estabelecer a relação entre o mundo externo à sua obra; contexto histórico-cultural, artístico e científico. O que porventura irá nos fornecer subsídios para elencarmos as correlações, com intuito de dialogar sobre os múltiplos significados de uma obra de arte, sendo proveitosa para além do que se vê com apenas nossas lentes biológicas, além do discurso visual. Pois, nos gradis de Carybé estão os aspectos que emergiram mediante a realidade de uma sociedade soteropolitana, com raízes da cultura afro muito fortes, além de carregar consigo também o discurso hegemônico na qual foram produzidos.

A estrutura pensada para este trabalho leva em consideração que o objeto apresenta algumas possibilidades de investigação de conceitos importantes neste campo de estudo, os quais serão tratados de maneira crítica, com o propósito de esmiuçar alguns pontos de vista instituídos sobre a obra de Carybé, sobre a integração das artes, com a

ciência e sobre a legitimação do discurso da interdisciplinaridade trazidos para o contexto educacional.

**Figura 9** - Mapa de localização do Solar do Unhão, museu no Humaitá.



Fonte: Google maps.

## 4.2 - O Saber Sensível entre a Arte e a Química

Como discutido nesta pesquisa, abandonamos a ideia reducionista de verdades absolutas legitimadas pelo poder do positivismo de August Comte (1978), que considera como seres humanos pensantes, a possibilidade de sentir deve ser inibida, pois ela pode ofuscar as verdades absolutas, como foi proposto pelas ideias do Racionalismo elaborado por René Descartes (SURDI; FREIRE; MELLO, 2016). A referida literatura destaca que esses ideais prevalecem no pensamento ocidental, mas alertam sobre a importância de se atentar ao ser humano na sua imprevisibilidade.

O pensamento ocidental nega os sentidos como fonte de apreensão do mundo. Cria, então, o conceito de verdade, fundado na razão como paradigma do conhecimento. O conhecer tornou-se, dessa maneira, o direcionamento para o que é verdadeiro, que busca julgar a vida, e não interpretá-la. Para julgar a vida, são necessários artifícios e procedimentos de causa e efeito, que devem levar a resultados e determinações

previsíveis. Interpretar a vida leva em consideração o ser humano e as suas diferenças: ser que possui uma história e que é imprevisível (SURDI; FREIRE; MELLO, 2016, p.364).

Essa relação pode contribuir para sensibilidade humana, e conseqüentemente, para as possibilidades de perceber a realidade como construção social. Nessa construção se intensifica o significado das inúmeras formas de manifestação do tocar, do olhar, do cheirar, do degustar, da conversa e do outro, ou seja, do sentir (SURDI; FREIRE; MELLO, 2016).

Cristina D'Ávila (2016, p. 103-118), a partir dos estudos de Duarte Júnior (2004) e Michel Maffesoli (1998), define o saber sensível como:

[...] um tipo de conhecimento profundo e orgânico, anterior ao conhecimento inteligível. É um saber presente em um nível sutil do ser, que não é explicável, mas apreendido pela intuição através e pelo corpo. São antecipações empíricas que abrem caminhos para a apreensão inteligível dos objetos de conhecimento.

De acordo com Rabello (2008, p. 18), esse saber sensível “baseia-se na experiência direta, no saber corporal, na vida cotidiana e é a fonte do pensamento abstrato”. Ainda segundo a referida literatura, citando Duarte Júnior (2004), tem-se que “todo conhecimento, por mais abstrato e racional que seja, tem suas origens nos processos sensíveis do corpo humano” (DUARTE, 2004, p. 15).

Em consonância ainda com D'Ávila (2016, p. 108), “se quisermos ir além de uma formação baseada apenas em conceitos abstratos, precisaremos estar sensíveis à comunicação via outras linguagens que não apenas a verbal: a linguagem sensível intuitiva”. A referida autora destaca que essa linguagem deveria ser uma ligação importante na relação professor e aluno, ensino e aprendizagem, e ainda expandimos esse entendimento, considerando-o como algo importante no elo entre a Química e a Arte. Pois, como afirma Duarte Júnior (2004) citado por D'Ávila (2016, p. 108), “a dimensão sensível é o fundamento de nossa relação primeira com os fatos da vida”.

Rabello (2008) destaca que o mundo vive a fragmentação do conhecimento, no qual as pessoas se relacionam unicamente a partir da racionalidade cartesiana. Além disso, não há a preocupação de buscar uma integralidade de saberes, menosprezando o

desenvolvimento do saber sensível. Essa fragmentação acontece, pois nos esquecemos de resgatar a contribuição do saber detido pelo nosso organismo como um todo.

O que causa a falta de equilíbrio para fazer esses saberes sensíveis do corpo se cruzarem é que a nossa sociedade é dominada pelo racional, é o fato da nossa cultura considerar o pensamento científico como o único válido e verdadeiro, atitude difundida e impregnada no nosso sistema educacional. Diante disso, Capra (1982) citado por Rabello (2008), nos alerta que na medida em que nos retiramos para as nossas mentes, esquecemos como “pensar” com nossos corpos, de que modo os usar como agentes de conhecimento.

O projeto iluminista cartesiano ao acreditar que a razão fundamenta a existência humana, despreza os processos emocionais, como se o saber pudesse ser purificado progressivamente, eliminando a dimensão sensível do ato de conhecimento (RABELLO, 2008, p. 25).

O poder da ciência, geralmente, é o que legitima o conhecimento no mundo. Contudo, baseados no saber sensível, acreditamos no seu potencial como contribuinte para o processo de aprendizagem educacional. Elencando a Arte nesse viés de conhecimento que a Ciência legitima, ela pode exercer (ou ao menos ter condições para exercer) seu papel como instrumento de compreensão da natureza.

Direcionando esse saber sensível para o ensino de Química, argumentamos que a sensibilidade, os sentidos, a intuição e os sentimentos são essenciais também para a construção dos conhecimentos científicos e artísticos. Dessa forma, reforçamos novamente a possibilidade de aproximação entre *Arte e Química* para o ensino de Ciências.

Augusto Boal, em seu livro “A estética do Oprimido”, nos diz que a Arte proposta por ele tem como objetivo intervir concretamente na realidade e fazer emergir consciências e transformar simples consumidores em cidadãos capazes de produzir cultura – o que acarreta consequências individuais e sociais. Segundo ainda o referido autor:

O pensamento sensível, que produz arte e cultura, é essencial para a libertação dos oprimidos, amplia e aprofunda sua capacidade de conhecer. Só com cidadãos que, por todos os meios simbólicos (palavras) e sensíveis (som e imagem), se tornam conscientes da realidade em que vivem e das formas possui. [...] Pensamento Sensível –, articulada e

resolutiva, que orienta o contínuo ato de conhecer e comanda a estruturação dinâmica do conhecimento sensível. Quero afirmar que, para serem compreendidos, mesmo quando são expressos em palavras, os pensamentos dependem da forma como essas palavras são pronunciadas ou da sintaxe em que as frases são escritas – isto é, dependem do Pensamento Sensível (BOAL, 2009, p.26).

A importância dos museus, teatros, cinemas, literatura, dança, espetáculos, praças, jardins, canteiros e lugares públicos se encontra justamente pelo fato de conservarem memórias, histórias, significados e vivências, pois, dessa forma, quem encontra-se com esses espaços, passa a ter familiaridade com a matéria, materiais e diferentes formas de compreender a Arte e fazer Arte, se despidendo dos padrões e desejando realmente entender a Arte, almejando alterar suas percepções para ser mais acrescido de conhecimentos (ARANHA; MARTINS, 2000). “A sensibilidade só pode ser treinada através da familiaridade com muitas, com inúmeras obras de arte. Daí a importância dos museus, que reúnem e conservam várias obras, para que as pessoas possam ir adquirindo essa familiaridade com estilos, materiais, meios e modos diferentes de fazer arte.” (ARANHA, 2000, p. 134).

A obra de arte nos possibilita uma infinidade de significados, e esses significados podem alterar nossas percepções de mundo, nos mostrando diversas formas para modificarmos a realidade, atribuir significados e conhecer a história. Por meio não somente da valorização estética, pois podemos nos aproximar da Arte por diversos motivos, só precisamos de uma motivação interna, sendo esta usada para fins educacionais ou informais, nenhuma forma precisa ser invalidada (ARANHA, 2000).

## CAPÍTULO 5

### DIMENSÕES PEDAGÓGICAS POSSÍVEIS NO TRABALHO COM A INTERFACE CIÊNCIA E ARTE: PRIMEIRAS APROXIMAÇÕES

Neste capítulo apresentamos os resultados e discussões obtidos à luz do percurso metodológico desenvolvido em nosso trabalho. Os dados foram organizados em categorias de análise provenientes da sistematização objetivada para esta pesquisa. Mediante a multiplicidade de ideias e conceitos já discutidos e mencionados no texto, destacam-se o conhecimento pertinente e o anel tetralógico de Morin, juntamente com a noção de imaginação do Bronowisky, articulando *Arte e Ciência* como pilares essenciais para desenvolvimentos das categorias, às vezes sendo combinados para confluências de ideias.

Pretende-se exemplificar como essas dimensões poderiam balizar propostas futuras no ensino de Química. Para isso, mobilizamos vários elementos sinalizados no quarto capítulo sobre Carybé, combinados com os elementos apresentados no Capítulo 3, com base nas ideias do Morin e demais argumentos cristalizados ao longo do texto que foram resgatados nesse novo capítulo. Categorias essas, as quais denominamos de dimensões educacionais, nomeadas de: *i) educação, globalidade e interdisciplinaridade; ii) A necessidade de abstração, da experimentação e da observação apurada; iii) Anel tetralógico: formação educacional e formação social.*

Primeiramente, precisamos entender e definir o que defendemos como sendo dimensões educacionais e, consecutivamente, para possibilitar ao leitor um entendimento geral, detalhes sobre essas três dimensões educacionais serão explicitados sucintamente a seguir. Mediante a compilação das ideias mencionadas anteriormente, dialogadas com os referenciais que sustentam nossas intencionalidades por meio das reflexões já levantadas, a partir do movimento de escrita das diferentes partes do texto e combinados com os passos metodológicos propostos pelo Pedro Demo, correlacionamos os conhecimentos provenientes dessas junções para ter uma visão panorâmica ao selecionar os argumentos que serviram de norte para construção das dimensões educacionais.

A primeira dimensão visa enfatizar o conceito de interdisciplinaridade que Edgar Morin aborda, sendo discutida mediante dois prismas: o pedagógico e o epistemológico,



ambos com suas especificidades, porém, complementares. No enfoque pedagógico, as questões discutidas são de cunho curricular, didático, de ensino e de aprendizagem, o epistemológico trata dos paradigmas, o método como mediador entre objeto e sujeito com a realidade e aspectos de produção e socialização de conhecimento. Vinculando tais aspectos em prol do crescimento global do sistema educacional, não somente reconhecer o mundo, mas sim refletir sobre ele.

Na segunda dimensão pretende-se utilizar a Arte como possível ponto de entrada para discutir o papel da observação apurada, a experimentação e a abstração na interface proposta, fundamentando argumentos na afirmativa de que observar é uma atividade humana fundamental para vida em sociedade e para o domínio de conhecimentos. Um desses exemplos tem a ver com a “expansão” das observações. Nesta dimensão, construiremos pontes educacionais, ampliando e aproximando a observação científica da atividade artística, visando a Ciência como produtora de imagens contempláveis realizadas mediante a criatividade do artista/investigador. Essa expansão relaciona-se ao fato dos recursos e aparatos tecnológicos terem a capacidade de ampliar o mundo visível e o mundo natural, ponto essencial para explorar *Arte e Ciência* a partir da apropriação que cada uma dessas esferas cognitivas faz dos métodos de descobertas. Dialogamos também sobre a necessidade de abstração que um químico, assim como um artista, precisa ter para formação do pensamento artístico e químico, utilizando aportes conceituais para avançar em direção à abstração necessária na formação dos conceitos e materialização de conteúdos não palpáveis, incorporando o saber racional, a criação poética e a imaginação criadora.

Na terceira dimensão sintetizamos ideias mediante a reinterpretação do anel tetralógico estabelecido por Edgar Morin (2000a), exploramos os conceitos de ordem, desordem e organização, estabelecendo pontes possíveis para reafirmarmos a interdependência da Arte e da Química mediante a interface para uma formação educacional e social emancipadora.

*i) Educação, globalidade e interdisciplinaridade*

Ao inferir sobre os conhecimentos científicos por meio dos gradis, pretendemos refletir sobre o princípio da interdisciplinaridade, educação e a globalidade defendida

por Edgar Morin. Também discutiremos questões organizacionais de currículos.

Esta dimensão é destinada a uma demonstração de possibilidade para legitimar o diálogo dentro da pesquisa, a interface *Arte e Ciência*, ressaltando ser essa a chave que fecha o círculo da discussão teórica. Argumentamos ser um produto empírico dessa possibilidade proveniente da interface, revisando os princípios teóricos para inserção de uma nova forma de produzir o conhecimento. Os teóricos já sinalizados neste trabalho, subsidiam argumentos imprescindíveis para dialogarmos sobre a Ciência, Arte e Carybé. Snow nos responde ao longo da nossa caminhada entre a revisão crítica da teoria. Bronowski nos apresenta o poder do imaginário no processo de tecer as redes, assim como Morin, as relações existentes entre ambas as áreas, recompondo o contexto da criatividade científica e artística.

O conceito de interdisciplinaridade é discutido por teóricos que criticam o esfacelamento do saber no ensino formal, no qual o conhecimento se difunde de modo fragmentado, e exige um indivíduo por inteiro, um cidadão crítico, participativo, especialista e inserido no contexto de uma sociedade que funciona em prol do crescimento global do sistema educacional capitalista. Um dos primeiros teóricos a defender o ensino interdisciplinar foi Georges Gusdorf. Ele desenvolveu percursos percorridos pela pedagogia de ensino, ideias que caminham de mãos dadas com o pensamento do Morin a respeito da interdisciplinaridade.

É preciso analisar como o ensino trabalha para garantir que todos ou uma grande parte dos estudantes alcancem o acesso a uma educação capaz de elevar suas mentes para usarem todo seu potencial. Pois, saber o que os estudantes aprendem na escola é o primeiro passo para analisar consensos e dissensos sobre o que é ou não proveitoso ou condizente com a realidade educacional, pois existem os limites sistêmicos que moldam o que é aprendido.

A partir do momento em que fica claro o objetivo dessa educação, tem-se a premissa de que as respostas ou as soluções variam de acordo com o contexto social, político e cultural de cada comunidade, levando em consideração um senso de responsabilidade global tendo clareza do que realmente é necessário. E para esse alcance ser possível, tem-se já estabelecido a compreensão sobre o conhecimento, as habilidades, o caráter e o meta-aprendizado.

Aproximando as ideias de Morin (2004), “pense global e aja local”, esta é sempre verdadeira, mas, dialética, de mão dupla (pense local e aja global), forma-se uma consciência planetária inacabada. Mediante a literatura descrita por Morin, só o pensamento complexo sobre uma realidade também complexa pode fazer avançar a reforma do pensamento na direção da contextualização, da articulação e da interdisciplinarização do conhecimento produzido pela humanidade.

[...] a reforma necessária do pensamento é aquela que gera um pensamento do contexto e do complexo. O pensamento contextual busca sempre a relação de inseparabilidade e as inter-retroações entre qualquer fenômeno e seu contexto, e deste com o contexto planetário. O complexo requer um pensamento que capte relações, inter-relações, implicações mútuas, fenômenos multidimensionais, realidades que são simultaneamente solidárias e conflitivas (como a própria democracia, que é o sistema que se nutre de antagonismos e que, simultaneamente, os regula), que respeite a diversidade, ao mesmo tempo que a unidade, um pensamento organizador que conceba a relação recíproca entre todas as partes (MORIN, 2005, p. 23).

Com essas discussões, enfatiza-se sobre o conceito de interdisciplinaridade que o autor aborda, temática essa que vem sendo discutida mediante dois prismas: o pedagógico e o epistemológico; ambos com suas especificidades, mas que são complementares. No enfoque pedagógico, as questões discutidas são de cunho curricular e de ensino e de aprendizagem escolar, enquanto o epistemológico trata dos paradigmas, o método como mediador entre objeto e sujeito com a realidade e aspectos de produção e socialização de/do conhecimento (THIESEN, 2008).

Com base na literatura examinada, a temática interdisciplinaridade é discutida por vários autores, resultando em posições diversas a respeito do tema. Mas, de modo geral, tem-se pelo menos um consenso em relação ao sentido e a finalidade da interdisciplinaridade.

busca responder à necessidade de superação da visão fragmentada nos processos de produção e socialização do conhecimento. Trata-se de um movimento que caminha para novas formas de organização do conhecimento ou para um novo sistema de sua produção, difusão e transferência (THIESEN, 2008, p. 40).

Para Frigotto (1995, p. 26), a interdisciplinaridade impõe-se pela própria forma de o “homem produzir-se enquanto ser social e enquanto sujeito e objeto do conhecimento

social.” Com isso, Morin (2000b) nos ressalta que as incertezas são inerentes a qualquer que seja a nova proposta de dimensões educacionais, assumindo, assim, os erros e as contradições que nos possibilitam pensar e repensar a trajetória. Ele critica o saber compartimentado, propondo que as conexões entre as áreas do conhecimento sejam discutidas em prol da maior aproximação possível do que é real, do que é multidimensional, do que somos nós, seres complexos operando em redes.

Ao percebemos-nos de que esta divisão do conhecimento em disciplinas, que permite o desenvolvimento dos conhecimentos, é uma organização que torna impossível o conhecimento do conhecimento. Por quê? Porque este campo está fragmentado em campos de conhecimento não comunicantes (MORIN, 2000b, p. 20).

Assim, consideramos que todas as áreas do conhecimento trazem contribuições específicas, mesmo estando voltadas à compreensão de um tema geral. Mediante a proposta aqui apresentada, cada uma das disciplinas envolvidas, *Arte e Química*, interconectadas, irão produzir novas formas de conhecimentos que podem ser validadas dentro do campo de ensino, da educação científica. Um resultado que ultrapassou o campo de visão foi, durante a pesquisa perceber que o arsenal de trabalhos que já dialogam nessas perspectivas de interconexões, diálogos complementares, associações, é vasto, não somente na área educacional, mas na área de pesquisa também, inclusive mediados pela teoria do pensamento complexo de Edgar Morin.

Nesse sentido, a interdisciplinaridade será articuladora do processo de ensino e de aprendizagem na medida em que se produzir como atitude (FAZENDA, 2012), como modo de pensar (MORIN, 2005), como pressuposto na organização curricular (JAPIASSU, 1976), como fundamento para as opções metodológicas do ensinar (GADOTTI; PADILHA; CABEZUDO, 2004), ou ainda como elemento orientador na formação dos profissionais da educação (THIESEN, 2008).

Bom, mediante a interface *Arte e Ciência*, discussões foram levantadas e inferimos que contradições permearam a discussão de ambas as áreas. Contradições essas que foram essenciais para consolidação de seus princípios principalmente epistemológicos. E no que se diz respeito ao pensamento de que *Arte e Ciência* são atividades distintas e que não se complementam, também foram pontos de vistas que permitiram que outras visões e discussões brotassem no campo do conhecimento.

Bronowski (1983, p. 36) corrobora com essa forma de conceber as relações com a arte e com as ciências e sugere que ambas deveriam ser fontes de prazer: “Se a ciência é uma forma de imaginação, se toda a experiência é um tipo de jogo, então a ciência não pode ser árida. E, no entanto, muitas pessoas julgam que sim; a arte é divertida, mas a ciência é monótona, é outra falácia comum”

Morin (2020) nos diz que a arte é o que move o espírito. Segundo ele: “O sentir é necessário à alma, é onde todos são iguais, independentemente de posição ou privilégio.” (MORIN, 2019 apud KIYOMURA, 2021 [p.42]). A sugestão de Morin para os tempos de individualismo e intolerância é desvincular o deleite estético das obras de arte classificadas como tais, ampliando a vivência para tudo o que nos cerca.

De certa forma, é como se recomendasse inverter o sentido, valorizando, então, como fruição estética, a apreciação do que nos move o espírito. Se damos ou não a isso o nome de arte é questão de menor importância. O segredo está em se deixar encantar (MORIN, 2020).

No entanto, não existem fórmulas prontas para a interdisciplinaridade. Trata-se de um processo em construção, devendo ser encarada como uma categoria de ação.

Conforme as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, tem-se que a interdisciplinaridade e a contextualização “[...] devem ser constantes em todo o currículo, propiciando a interlocução entre os diferentes campos do conhecimento e a transversalidade do conhecimento de diferentes disciplinas” (BRASIL, 2013, p. 34).

Em 1961, Georges Gusdorf, em parceria com a UNESCO (Fundo das Nações Unidas para a Educação e Cultura), criou um projeto de pesquisa interdisciplinar para as Ciências Humanas, reintegrando o conhecimento para ser colocado a serviço do bem comum da humanidade. O referido projeto considerava a interdisciplinaridade uma possível via de ampliação do exercício crítico da cidadania, necessário ao desenvolvimento das sociedades (FAZENDA, 2008).

No Brasil, nos anos 1970, as primeiras pesquisas sobre a interdisciplinaridade foram realizadas por Hilton Japiassú, no ano de 1976, as quais estão presentes no livro "Interdisciplinaridade e Patologia do Saber". A obra foi baseada nos trabalhos de Georges Gusdorf. Para Japiassú (1976, p. 74), “a interdisciplinaridade caracteriza-se pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de interação real das disciplinas

no interior de um mesmo projeto de pesquisa.”

Ivani Catarina Arantes Fazenda, em um de seus estudos (2012), dissertou sobre como a interdisciplinaridade estava sendo implementada nas diferentes esferas do poder constituído, a partir da análise do quadro político, que resultou no livro intitulado "Integração e Interdisciplinaridade no Ensino Brasileiro: efetivação ou ideologia?"

Usando das ideias do teórico de referência para esta pesquisa, Edgar Morin (2000a), o próprio autor nos diz que as disciplinas, como estão estruturadas, só servirão para isolar os objetos do seu meio e as partes do todo. A educação deve romper com essas fragmentações para mostrar as correlações entre os saberes, a complexidade da vida e os problemas que hoje existem. Caso contrário, será sempre ineficiente e insuficiente para os cidadãos do futuro. Para Morin (2000a), o parcelamento e a compartimentação dos saberes impedem a compreensão da complexidade da totalidade. Essa inadequação de como as disciplinas são trabalhadas, de saberes divididos, compartimentados, não está de acordo com a realidade que é global, pois, as relações entre o todo e as partes impedem a contextualização dos saberes, que deveriam propiciar essencialmente o resgate da unidade complexa da natureza humana.

A urgência vital de "educar para a era planetária" requer três reformas inteiramente interdependentes: reforma do modo de conhecimento, reforma do pensamento e reforma do ensino. Para tanto, torna-se fundamental que possamos pensar numa reformulação do pensamento, voltando-se para sua complexidade, isto é, um pensamento que considere todos os aspectos que lhe constituem, possibilitando o desenvolvimento do sujeito, sua organização e transformação, assim como da natureza (PETRAGLIA, 1995).

Aproximando as ideias de Morin (2000a; 2000b) com a proposta de pesquisa estabelecida, percebemos o paradigma da complexidade, a unidade, dentro da diversidade, ao propor a construção de uma estratégia educacional que implica em um conjunto de princípios metodológicos que configuram um guia para um pensar complexo. Portanto, o método se torna central e vital. Assim nos reportamos ao autor que afirma:

É igualmente necessário considerar que método e paradigma são inseparáveis. Qualquer atividade metódica existe em função de um paradigma que dirige uma práxis cognitiva. Ante um paradigma

simplificador que consiste em isolar, desunir e justapor, propomos um pensamento complexo que reata, articula, compreende e que, por sua vez, desenvolve sua própria autocrítica. [...] Do ponto de vista etimológico, a palavra "complexidade" é de origem latina, provém de *complectere*, cuja raiz *plectere* significa trançar, enlaçar. Remete ao trabalho da construção de cestas que consiste em entrelaçar um círculo, unindo o princípio com o final de pequenos ramos. À primeira vista, complexidade é um tecido de elementos heterogêneos inseparavelmente associados, que apresentam a relação paradoxal entre o uno e o múltiplo. A complexidade é efetivamente a rede de eventos, ações, interações, retroações, determinações, acasos que constituem nosso mundo fenomênico. A complexidade apresenta-se, assim, sob o aspecto perturbador da perplexidade, da desordem, da ambiguidade, da incerteza, ou seja, de tudo aquilo que é se encontra do emaranhado, inextricável (MORIN, 2003b, p. 37-44).

Acrescenta-se a necessidade de percebermos que a cultura implica humanidades, fundada sobre a história, a literatura, a filosofia, a poesia e as artes, e sua essência, pois, possibilita a abertura contextualizada, favorecendo a capacidade de refletir, de meditar sobre o saber e de integrá-lo em sua própria vida para melhor esclarecer sua conduta e o conhecimento de si.

A interdisciplinaridade é um eixo pelo qual a prática pedagógica é conduzida, sendo mais um processo do que um produto (FAZENDA, 2012), são inúmeros os diálogos que podem ser estabelecidos entre a *Arte e a Química*. Essa perspectiva encontra apoio nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1997; BRASIL, 2000) e na Base Nacional Curricular Comum (BNCC) (BRASIL, 2017), que recomendam o uso dos temas transversais e a organização interdisciplinar do currículo.

Perspectiva essa que teve início em 2003, quando foi sancionada a Lei Federal nº 10.639 que alterou a de número 9.394, de 20 de dezembro de 1996 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (BRASIL, 1996), determinando a inclusão obrigatória da temática "História e Cultura Afro-Brasileira" no currículo oficial da rede de ensino. Porém, a lei por si só não é suficiente para implementar as mudanças desejadas. Por isso, tem-se determinações das Diretrizes Curriculares para a Educação das Relações Étnico-raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-brasileira e Africana pelo Conselho Nacional de Educação. Esses documentos estabelecem a fundamentação legal para que se instaure o estudo da História e da Cultura das populações africanas e afro-brasileiras em todas as instituições escolares públicas e privada, mas que ainda precisa ser inserido

no currículo de todos os cursos de formação de professores em todo território nacional.

Decorrente da natureza ampla dos temas que são trabalhados dentro dos componentes curriculares Língua Portuguesa/Literatura, Arte e História, o ensino de História e Cultura Afro-brasileira fica restrito a estas disciplinas.

As disciplinas citadas anteriormente juntamente com a Química objetivam desenvolver a competência da “contextualização sociocultural, assim como a inserção do conhecimento disciplinar nos diferentes setores da sociedade, suas relações com os aspectos políticos, econômicos e sociais de cada época e com a tecnologia e cultura contemporâneas” (BRASIL, 2010, p. 88). No entanto, essa disciplina tem caráter tradicional fincado, sendo difícil superá-lo.

Por isso, fez-se necessário buscar e compreender essa interconexão entre *Arte e Química* para contextualizar socioculturalmente o conhecimento químico para os docentes e discentes, desenvolvendo formas de dialogar reações de oxidação, criando estratégias por meio dos gradis de Carybé que tem formas de figuras mitológicas para a inserção da cultura africana nas aulas de Química, sem perder a relação com os objetivos específicos da disciplina, usando a Arte como veículo capaz de legitimar a educação interdisciplinar entre essa interface e não ser usada apenas como ferramenta.

Visando o mundo complexo e marcado por diferentes experiências culturais, o contato com a obra de arte e as linguagens artísticas não se restringem às biografias dos artistas, aos procedimentos técnicos ou aos aspectos formais. Há aspectos mais amplos a serem explorados e que exigem um olhar atento e sensível. Portanto, contextualizar a respeito da corrosão que acomete o aço-carbono é uma grande oportunidade para que docentes façam uma discussão orientada, utilizando-se de objetos próximos a realidade dos estudantes.

*ii) A necessidade de abstração, da experimentação e da observação apurada*

Este tópico é mais um conjunto de ideias elencadas neste trabalho, no qual estabelecemos um dos elos da Química presente na Arte e da Arte presente na Química, utilizando como argumentos centrais a necessidade da observação apurada, abstração e a experimentação, situando a troca recíproca de conhecimentos que ambas podem



oferecer por meio da interdisciplinaridade, utilizando a ação criadora. Neste tópic o a manifestação da necessidade da experimentação e da observação na *Arte e na Química* foi evidenciado por meio de discussões que envolvem reações químicas, reconhecimento de evidências de reações químicas, juntamente com discussões sobre sua presença na conservação e restauro de obras de artes, na identificação do aparecimento da ferrugem nos gradis de Carybé, (ver Figura 10) fechando assim um ciclo de discussões onde encontramos os elos entre a *Arte e a Química* de forma clara e objetiva.

Observar é uma atividade humana fundamental para vida em sociedade e para o domínio de conhecimentos. A observação científica permitiu aproximar da observação artística. O fato histórico, destacado por Vanin (2005), dentro dessa discussão, foi de Marie Anne, esposa de Lavoisier. Ela era uma artista plástica e desenhou os equipamentos químicos no livro do marido, intitulado *Traité Elementaire de Chimie* (Tratado Elementar de Química). Obra fundamental para o nascimento da Química Moderna.

**Figura 10** - Aparecimento de ferrugem.



Fonte: A autora

Antes de ser objeto de estudo, um objeto qualquer é apenas a fase inicial de uma investigação. Para iniciar o processo investigativo, o objeto precisa ser analisado. As novidades visuais que estimulam o observador formam um campo de exploração de *Arte e Ciência*, nomeadamente na apropriação que cada uma das esferas cognitivas faz dos

métodos e descobertas da outra. A partir disso, Cachapuz (2015, p. 9) destaca que:

A Arte pode fornecer 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. Analisando a observação por meio das imagens, ambas, a Química e a Arte, desempenha um papel contemplável, criativo, além de apenas registros.

As inovações visuais que instigam o observador cultivam um campo de exploração entre *Arte e Ciência*, especificamente na apropriação que cada uma das esferas cognitivas faz dos métodos e descobertas da outra. Um desses exemplos tem a ver com a “expansão” da observação. Quando o assunto é Arte, raramente se pensa em uma articulação com a Química. Contudo, as aproximações entre *Arte e Ciência* não são novas. O paradigma dessa aproximação remonta à obra de Leonardo da Vinci (século XVI), descrito como modelo do verdadeiro homem renascentista, transversal nos seus conhecimentos. Com Leonardo da Vinci, a esfera da Arte evidenciou-se, contribuindo para o questionamento da atividade científica por meio da observação das obras realizadas pelo artista, fazendo rever os seus princípios e fundamentos (FERREIRA, 2008).

Uma outra aproximação entre a Arte e a Química refere-se aos trabalhos de restauração e autenticidade de obras artísticas a partir de conhecimentos científicos, em especificidade a experimentação e a observação, subsídios essenciais para desenvolvimento dessa atividade, desde a escolha dos materiais a serem empregados até as metodologias usadas na restauração de uma obra ou a definição de estratégias para prevenir sua degradação. Além disso, temos a contribuição que a ciência oferece no momento de determinar se uma obra de arte é autêntica ou uma espécie de falsificação e para isso a observação apurada é essencial (FERREIRA, 2008).

Muitos pesquisadores das áreas de Arte, Arqueologia e Patrimônio Cultural (MOLEIRO, 2007) discutem como as ciências exatas, a Física e a Química, podem ser agregadas na caracterização, conservação e restauração de artefatos arqueológicos e bens do patrimônio cultural. Contudo já mencionamos que a Química, nessa instância, constitui-se como uma área de conhecimento que acompanha os restauradores nas suas escolhas de projetos mais adequados para as demandas de preservação do patrimônio.

Tanto a técnica como os materiais determinam o efeito visual final da obra, de acordo com as escolhas e a forma que foram manipulados pelo artista. Além disso, os materiais e técnicas são representações da sociedade na qual o artista viveu. Eles refletem as influências do local e da época em que a obra foi produzida, sejam elas de origem econômica, estética, histórica ou cultural (ROSADO, 2014).

Ferreira (2008, p. 264) diz que “a obra de arte, portanto, incorpora elementos sociais, históricos, cognoscitivos, éticos, religiosos ou formais, sem privilegiar qualquer uma das instâncias envolvidas”.

Inicialmente identificamos os elos entre a Química e a Arte na obra investigada, os gradis do artista Carybé, a partir da presença de uma diversidade de conteúdos químicos, desde propriedades gerais e específicas da matéria, propriedades periódicas, reações químicas (reações redox), ligações químicas envolvendo questões de polaridade, dentre outros assuntos. A partir dessa construção artística, vislumbramos potencialidades de se trabalhar com alunos dos diversos anos do ensino médio. Como por exemplo, as propriedades gerais e específicas da matéria são os subsídios básicos na Química, pois é a partir desse conteúdo que os cientistas podem classificar a matéria de acordo com suas propriedades físicas inalteradas durante a decomposição da amostra e as propriedades químicas que alteram a amostra de acordo com o material em contato e para isso é necessário a experimentação. Essas transformações são perceptíveis macroscopicamente portanto, se faz necessário uma observação apurada e trabalhar os elementos identificados para ampliar o processo de produção de conhecimento.

As reações químicas são as transformações que acontecem a todos os momentos, como afirma Schnetzler (1998, p. 31).

Compreender a ocorrência e os mecanismos das transformações químicas permite ainda o entendimento de muitos processos que ocorrem diariamente em nossas vidas, como o metabolismo, a ação de medicamentos, o cozimento de alimentos, entre tantos outros exemplos.

Contudo, o referido assunto é abrangente e não iremos trabalhar reações químicas na sua amplitude temática. Nesta investigação, discutimos sobre o processo de degradação do metal (material que constitui a obra de arte gradil feita por Carybé), devido a fatores climáticos, em específico a corrosão atmosférica acelerada mediante à

proximidade da escultura em metal à praia, o que, devido a maresia, intensifica a corrosão do metal por meio processos eletroquímicos ocasionados pelas reações de oxirredução que é um conteúdo químico ministrado no ensino médio, superior, técnico e profissionalizante, dentro da disciplina Química. Algumas pesquisas educacionais apontam que o conteúdo é de difícil ensino e aprendizagem devidos principalmente à mudança da Química Orgânica para a Química Inorgânica. Segundo a literatura (DE JONG; ACAMPO; VERDONK 1995; ANSELME, 1997; ÖSTERLUNND; EKBORG, 2009 apud KLEIN; BRAIBANTE, 2017), encontramos esses apontamentos:

Três dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos estudantes descritas em algumas pesquisas são: 1) dificuldade em compreender e em aprender a oxidação e a redução como reações complementares; 2) dificuldade em identificar os agentes oxidantes e redutores; 3) a compreensão que reações redox são definidas como perda e ganho de oxigênio (KLEIN; BRAIBANTE, 2017, p. 35).

Os processos de oxidação e redução fazem parte de uma das principais classes de reações químicas sendo bastante comuns no nosso cotidiano. Atkins e Jones (2006a) argumentam que essas reações são extraordinariamente versáteis e exemplificaram algumas reações redox no dia a dia: a corrosão, a fotossíntese, o metabolismo dos alimentos e a extração de metais de minérios. Klein e Braibante (2017, p. 35), citando Joesten e Wood (1996), descrevem a proximidade dessas reações químicas com o dia a dia.

[...] nós vivemos em uma atmosfera oxidante. Ao ingerirmos um alimento, seus nutrientes sofrem diversas reações oxidativas pela ação do oxigênio. Além disso, as reações de oxidação-redução estão presentes em diversas situações fundamentais para o processo evolutivo da tecnologia e indispensáveis para a vida, como a produção de energia elétrica.

De um modo geral, a oxirredução é definida como uma reação química que envolve a recíproca transferência de elétrons, ou seja, das espécies que se oxidam para as que se reduzem, onde o átomo ou íon que recebe elétrons tem a sua carga ou número de oxidação (nox) diminuído, e dizemos que ele sofreu redução. Por outro lado, a espécie que perde os elétrons sofre oxidação, tendo o seu (nox) aumentado (BROWN, 2005).

As reações redox são bastante utilizadas para conservação e preservação de objetos e relíquias antigas. Também são vistas como vilãs nos casos de deterioração de materiais

devido às forças corrosivas da natureza. Segundo a literatura (ATKINS; JONES, 2006b), a corrosão dos metais é um processo que ocorre espontaneamente e causa anualmente grandes prejuízos econômicos para nossa sociedade. Objetos metálicos nos lares sofrem reações de oxirredução, tais como utensílios e eletrodomésticos; equipamentos e máquinas são danificados ou perdidos.

Estando inseridos dentro do conteúdo de eletroquímica, os processos de oxirredução, usualmente significam destruição gradativa dos metais, os transformando em óxidos ou em outros compostos. A obtenção de imagens em relevo sobre metais é possível por meio da corrosão.

Muitos já ouviram falar sobre o processo de formação da ferrugem e logo pensam no processo desagradável que é, mesmo sem entender como esse fenômeno acontece. Muitas pessoas sabem que o aparecimento da ferrugem sobre determinados materiais metálicos causará a necessidade de reparação da parte danificada, acarretando custos e prejuízos, e é exatamente isso que vem ocorrendo nas esculturas gradis do Carybé, devido a ação do tempo e fatos aqui já mencionados, logo, percebemos a necessidade de utilização da química para reparar essa situação.

**Figura 11** - Degradação do gradil.



Fonte: a autora

A degradação de um objeto é um processo natural de envelhecimento, sendo resultante de reações que ocorrem em sua estrutura (ver Figura 11) na busca de um equilíbrio físico-químico com o ambiente. Além do processo natural, existem os fatores externos que podem acelerar a deterioração, principalmente nos materiais orgânicos. No

ferro, ou em muitas ligas de ferro, dois fatores ambientais diretos causam esse processo: a exposição atmosférica e a exposição a névoa salina também conhecida como maresia, que são pequenas partículas compostas por água do mar, que se alojam nas superfícies de objetos e causam problemas estruturais. Outros fatores externos também são agentes, sendo eles:

- **físicos:** temperatura, umidade relativa do ar, luz natural ou artificial;
- **químicos:** poeira, poluentes atmosféricos e o contato com outros materiais instáveis quimicamente;
- **biológicos:** micro-organismos, insetos, roedores e outros animais;
- **antrópicos:** manuseio, armazenamento e exposição incorreta, intervenção inadequada, vandalismo e roubo;
- **catástrofes:** inundações, terremotos, furacões, incêndios e guerras.

Sobre o controle ambiental, tem-se a seguinte definição:

[...] como o estudo e o conhecimento do desempenho do edifício, e a tomada de medidas que minimizem os efeitos de condições atmosféricas externas e em seu interior. O controle ambiental está condicionado a vários fatores: clima local, edifício (suas características físicas, materiais construtivos, uso etc.), coleção (suas características físicas, materiais construtivos, uso etc.), dos recursos institucionais (humanos e financeiros), tipo de acesso às coleções pelos visitantes (características, número e frequência etc.) (CALDEIRA, 2006, p. 5).

A corrosão em metais é uma reação química que pode ser definida como a deterioração de um metal ou liga, a partir de sua superfície, pelo meio no qual está inserido. Ou seja, ocorre uma transferência de elétrons nesse ambiente que favorece à corrosão, tem-se um agente oxidante e o agente redutor. Por isso, chama-se essa reação química de reações de oxidação e redução (redox), convertendo o componente metálico em óxido, hidróxido ou sal (SILVA *et al.*, 2015). O processo corrosivo é causado pela presença do oxigênio e a umidade do ar que desencadeiam reações químicas, alterando o volume, a cor, a forma, o peso, a estrutura e a resistência do metal, alterando o aspecto do objeto metálico. Em situações adversas, o processo de deterioração pode instalar-se, necessitando de uma intervenção que estabilize e repare os danos ocorridos no objeto. Nesses casos, é preciso dispor de um profissional especializado em restauração que possa

fazer diagnóstico do estado de conservação, avaliando as condições físicas da obra, o grau de deterioração em que se encontra e a possibilidade de intervenção restauradora.

As ligas de aço-carbono têm sido usadas desde a antiguidade na fabricação de esculturas de elementos arquitetônicos, devido à sua boa resistência à corrosão. Apesar disso, a exposição no exterior de esculturas dessas ligas sem adequadas medidas de proteção contra a corrosão, conduz progressivamente à sua degradação, a qual, apesar de ocorrer de forma lenta e atingir apenas uma camada muito superficial do metal, pode conduzir a significativas alterações de cor, forma e textura das esculturas, produzindo variações essenciais na percepção das suas formas, destruindo progressivamente a expressão artística atribuída pelo seu escultor.

E é exatamente o que vem ocorrendo com as esculturas artísticas denominadas gradis produzidas por Carybé. Com o aumento da poluição atmosférica, associada ao desenvolvimento industrial, urbano e social, aceleraram-se os problemas de corrosão em suas esculturas de liga de aço-carbono, sendo complementadas com a exposição direta à maresia, devido sua localização.

O aço-carbono não se apresenta puro na natureza, sendo extraído por fundição de diversos minerais ferrosos. O aço é uma liga especial de ferro com alto teor de carbono, que apresenta maior dureza e resistência à corrosão que o ferro comum. O ferro se altera facilmente em contato com o oxigênio e a umidade relativa do ar, formando na superfície uma camada de óxido hidratado de ferro (ferrugem), produto da corrosão do ferro de cor laranja-avermelhada. Ferros com pouco carbono e os maleáveis enferrujam com mais facilidade que os aços e os ferros gusa (TEIXEIRA *et al.*, 2012)

O primeiro sinal visível da ocorrência de processos de corrosão mais acelerada nas esculturas em ligas é a alteração cromática do seu aspecto superficial, essa alteração é uma variação tonal de determinada cor, que pode ser obtida mediante o processo de escala ou dégradé em resultado da formação de patinas (camadas de produtos de corrosão) de cor verde e preta.

A pátina constitui uma fina película de óxidos que recobrem a superfície dos objetos metálicos e atua como camada de proteção e estabilizador das características físicas. Entretanto, a pátina pode ser invisível aos olhos, como por exemplo no aço inoxidável, bronze, latão, cobre e outros onde a coloração difere do material da peça. Sua remoção somente é indicada quando estiver comprometendo a aparência e o significado do objeto. A

limpeza dos objetos em metal deve ser confiada aos restauradores para que possam avaliar até que ponto é desejável e possível a recuperação do bem cultural, sem que haja comprometimento do seu significado, pois um procedimento imprudente pode provocar a destruição parcial e até total da peça (TEIXEIRA *et al.*, 2012, p.57).

A reação de oxidação ocorre no ânodo, sendo caracterizada pela perda de elétrons enquanto a reação de redução se dá no cátodo, sendo caracterizada pelo ganho de elétrons (SILVA, 2015). Para alcance da compreensão deste processo vamos conhecer alguns princípios básicos do material e sua exposição ao meio.

Os aços-carbono comuns contêm mais de 97% de Fe, até 2% de C e outros elementos remanescentes do processo de fabricação. O ar constitui o meio no qual os materiais estão mais frequentemente expostos e a oxidação do Fe(s) ocorre porque este elemento é termodinamicamente instável na presença de O<sub>2(g)</sub> (DGf 0 FeO<sub>(s)</sub> = -251,5 kJ/mol, DGf 0 Fe<sub>3</sub>O<sub>4(s)</sub> = -1014 kJ/mol e DGf 0 Fe<sub>2</sub>O<sub>3(s)</sub> = -741,9 kJ/mol).<sup>2</sup> Na atmosfera, a ação conjunta do O<sub>2(g)</sub> e H<sub>2</sub>O<sub>(g)</sub> torna o meio mais agressivo que reage com os aços-carbono formando uma camada porosa de produtos de corrosão conhecida como ferrugem. Esta é constituída principalmente por uma mistura de diferentes fases de FeOOH (amorfa, goetita, lepidocrocita etc.), porém sua composição pode mudar de acordo com as condições climáticas e o teor de poluentes (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> etc.) (SILVA *et al.*, 2015, p.293).

Na equação (1) abaixo poderemos perceber a formação desses oxi-hidróxidos na presença da água, para exemplificar que a umidade relativa do ar cumpre uma função importante na formação e crescimento da camada de ferrugem.



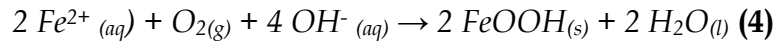
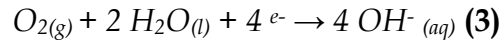
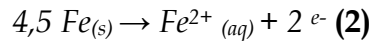
Nas localidades onde a umidade relativa do ar é média ou alta, o vapor é condensado, produzindo o que chamamos de lâmina de água, essa lâmina chega a cobrir toda ou parcialmente a superfície metálica gerando processos corrosivos.

Como os potenciais-padrão de redução do Fe<sup>2+</sup><sub>(aq)</sub>/Fe<sub>(s)</sub> (E<sup>0</sup> = -0,44 V) e do Fe<sup>3+</sup><sub>(aq)</sub>/Fe<sup>2+</sup><sub>(aq)</sub> (E<sup>0</sup> = 0,77 V) são menores que aquele para a redução de oxigênio em meio neutro O<sub>2(g)</sub>/OH<sup>-</sup><sub>(aq)</sub> (E = 0,82 V),<sup>2</sup> o Fe<sub>(s)</sub> pode ser oxidado pelo O<sub>2(g)</sub> dissolvido na água (SILVA *et al.*, 2015, p. 293).

Bom, para que ocorra a reação simultânea de oxidação e redução, a transferência de elétrons precisa acontecer através do aço, desde uma região anódica onde acontece a oxidação do Fe<sub>(s)</sub> (equação 2) até outra catódica onde acontece a redução do O<sub>2(g)</sub> (equação



3). Em seguida, temos a formação da ferrugem exemplificada na equação (4) e ilustrada pela (Figura 12).

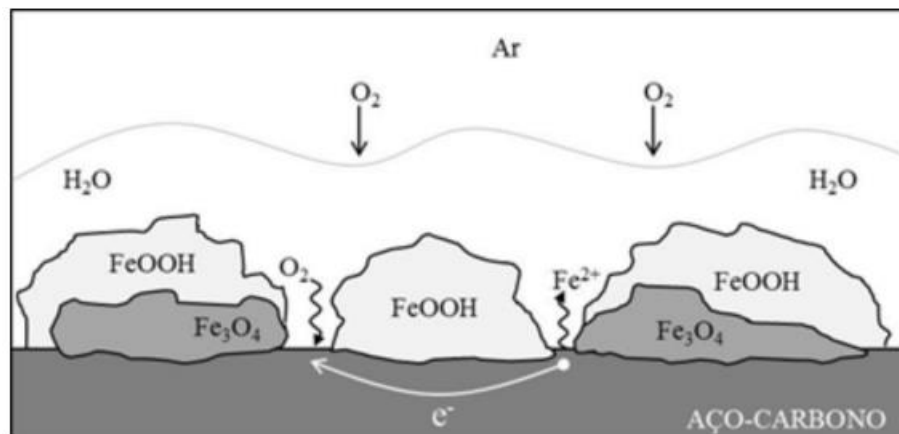


Embora a concentração de  $\text{O}_{2(g)}$  no ar possa ser considerada constante, a sua solubilidade em água é muito baixa ( $0,0014 \text{ mol L}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$  a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ), sendo este consumido rapidamente sobre a superfície do aço (SILVA *et al.*, 2015, p. 297).

O oxigênio  $\text{O}_{2(g)}$  será restituído espontaneamente, atravessando a camada de ferrugem até em uma área exposta cada vez menor, desacelerando a velocidade de corrosão com o passar do tempo.

A identificação da corrosão ativa se dá pela alteração de cor e textura do material e surgimento de gotas de um líquido marrom na superfície do objeto. Esse processo vai descaracterizando o objeto até sua total destruição, devendo ser tratada prontamente por profissional. A corrosão não ativa é estável e seca, podendo ser mantida sem prejudicar a peça, em condições adequadas de temperatura e umidade do ar (TEIXEIRA *et al.*, 2012, p. 58).

**Figura 12** - Representação do processo de corrosão atmosférica do aço-carbono.



Fonte: Silva et al. (2015, p. 293)

Por meio desta explicação do fenômeno, infere-se que a superfície dos aços-carbono deve ser sempre protegida da atmosfera e, caso isto não seja possível, deve-se procurar um procedimento alternativo que dificulte o progresso da reação anódica ou

catódica, retardando assim a reação de corrosão. Os gradis<sup>3</sup> em barra de aço-carbono têm tratamento anticorrosivo e acabamento em tinta industrial preta, utilizada para preservar o bem público.

Existem duas vias básicas de prevenção de corrosão em metais, a primeira é caracterizada pela separação física entre o metal base e o meio eletroquímico, no caso de tintas e revestimentos, os quais impedem o contato entre o oxigênio e o ferro. A segunda é através da utilização de um eletrodo de sacrifício, o qual possui potencial de oxidação maior do que o do ferro, assim sofreria os danos ao invés do metal, oferecendo proteção para o mesmo. O metal mais utilizado como eletrodo de sacrifício em embarcações é o zinco (FELTRE, 2004).

Segundo a literatura analisada na área de ensino de Química e já sinalizada no Capítulo 3, tem-se relatos a respeito da dificuldade de apreensão, por parte dos estudantes, de conhecimento sobre os conceitos de reações de oxidação e redução dentro das reações químicas, fator que nos chama atenção logo de primeira vista. Os motivos são diversos, desde os conhecimentos matemáticos, físicos e químicos necessários para domínio do conteúdo que muitas vezes não são ensinados juntos, evidenciando mais uma lacuna deixada pela compartimentação de conhecimentos nas disciplinas escolares específicas.

Oliveira (2014) nos diz que a Arte investigativa é um meio de ampliar ou multiplicar pontos de vista para verificação de possibilidades e não confirmar um ideal. Portanto, a *Arte e a Ciência* constituem-se, nesta investigação, como domínios de conhecimento capazes de inovar a prática educativa. E, como um dos elementos, tem-se o estudo das reações químicas associada ao referido diálogo.

Como ampliação da discussão desta pesquisa, será abordada também a temática da abstração como habilidade cognitiva. No estado da Bahia, a primeira geração abstrata baiana foi o Abstracionismo que é uma forma de expressão não-figurativa e, como corrente artística, começou a se desenvolver no início do século XX, como consequência de uma série de fatores, dentre os quais o advento da fotografia e sua difusão como meio de registro de imagens das paisagens e das pessoas. Nesse sentido Pietrocola (2004, p. 127) destaca:

---

<sup>3</sup> FUNCEB - Fundação Cultural do Estado da Bahia, Diretoria de Artes Visuais.

A imaginação não é exclusividade das ciências, embora seja uma de suas características mais importantes. A ciência, assim como a arte, mas diferentemente de outras formas de conhecimento, se apoia na liberdade de criação. A imaginação capacita o cientista a representar o mundo através de idéias (sic.) que não derivam diretamente das situações enfocadas.

Em um ponto de vista abstrato, podemos afirmar que nunca foi possível existir Ciência sem imaginação nem Arte sem conhecimento. Alguns autores se referem ao mundo contemporâneo como um mundo em crise (CAPRA, 1982; MAFFESOLI, 1998; DUARTE JUNIOR, 2004): a civilização capitalista industrial, a sociedade, a educação, a escola (pública e particular) estão em crise, o que termina atingindo por consequência o trabalho docente. Esses autores acreditam que a segregação dos saberes é decorrente da falta de complementariedade de ação do conhecimento na sua totalidade. Essa crise atinge o trabalho docente, porque nas escolas ainda prevalece um ensino segregado.

Segundo Duarte Júnior (2004), umas das problemáticas vigentes no meio educacional, tratando-se da utilização da abstração como um método de aprendizagem, é a crise da modernidade. A crise da modernidade é bastante complexa, atinge a sociedade como um todo e todas as áreas do saber. Ou seja, existe um desequilíbrio entre a razão abstrata e as verdades locais das comunidades. O autor estabelece distinção entre saber inteligível e o sensível, sendo o primeiro apenas intelectual, articulando abstratamente pelo nosso cérebro por meio de signos lógicos e racionais como as palavras e os números, enquanto o sensível diz respeito à sabedoria detida pelo corpo humano na sua totalidade emocional, dos sentidos e das sensações. Diz também que a educação voltada para os interesses do mercado escamoteia os valores sensíveis, não contemplando a personalidade integral das pessoas, suas raízes étnicas e culturais, suas características e histórias de vida.

Na formação do pensamento químico e artístico, aportes conceituais são utilizados para avançar em direção à abstração necessária na formação dos conceitos. Segundo Maia e Justi (2008, p. 431) 'lidar com aspectos intangíveis aos nossos sentidos proporciona uma sensação de inépcia e vulnerabilidade do que é possível apreender frente à amplitude e complexidade do universo em que estamos inseridos.'

Por isso, faz-se necessário à Química e à Arte o uso da abstração para subsidiar a

materialização de um conceito ou conteúdo não palpáveis. O saber racional e a criação poética não são coisas excludentes, embora opostos em determinadas instâncias, vão se encontrar no momento da imaginação criadora.

Conforme nos diz um grande educador, Jacob Bronowski (1983), o conhecimento e a imaginação são dois aspectos inseparáveis da experiência intelectual, afirmando que a imaginário é criativamente tão fundamental à Ciência quanto à poesia e a arte figurativa. A mente atua sobre o mundo natural na criação do conhecimento do mesmo modo como atua sobre os elementos da sensibilidade humana quando gera um poema, uma pintura, uma música, uma escultura... Denominando assim ao papel da imaginação, de elemento unificador nas diversas atividades intelectuais.

A abstração e/ou imaginação são habilidades cognitivas ~~muito~~ complexas para se dominar que nem todos dominam. Por isso, em muitas áreas do conhecimento, incluindo a Química, faz-se necessário a inserção de novos elementos (estratégias e recursos didáticos) para completude do aprendizado (POZO; CRESPO, 2009).

Portanto, entendemos que a imaginação é um ponto que nos permite enxergar outro possível entrelaço entre a Química e a Arte. Tendo uma visão abrangente e não seccionada sobre o conhecer e sobre a imaginação.

Segundo Bronowski (1983), citado por Pietrocola (2004, p. 127), a “imaginação é sempre um processo experimental, quer façamos a experiência com conceitos lógicos quer com a matéria fantasiosa da arte”. Compactuando com os autores acima, entendemos que a imaginação é um espaço livre e desencadeador de ideias, formulações de conceitos, ou seja, é um passo importante e essencial para desenvolver conhecimentos. E, por esse motivo, assiste-se cada vez mais a uma necessidade de atrelar os conhecimentos que ambas juntas podem produzir. Precisando assim, a distinção entre elas, aceitando e acreditando nas suas particularidades e ao mesmo tempo integrando-as em uma nova compreensão do ser humano (SARTORI; STORI; SANCHEZ, 2007).

Segundo Langer (1982), citado por Rabello (2008, n. p.), a definição da Arte pode ser entendida como a prática de elaborar “[...] formas perceptíveis (e não apenas sensoriais, pois se oferecem mais à imaginação que os sentidos exteriores) expressivas ou simbólicas do sentimento humano, ou seja, da experiência interior, da sensibilidade e da emoção”. Esses campos subjetivos vão além de uma experiência fidedigna e não dizem

respeito apenas a uma expressão conceitual de uma ideia. A expressão simbólica, diz o referido autor, estende o nosso conhecimento para além do campo de uma experiência real. Articulando interdisciplinarmente esses conhecimentos artísticos aos conhecimentos químicos, há potencial para a aprendizagem dos estudantes, como destacam Ferraz e Fusari (1999, p. 23):

O professor de arte, junto com os demais docentes e através de um trabalho formativo e informativo, tem a possibilidade de contribuir para a preparação de indivíduos que percebam melhor o mundo em que vivem, saibam compreendê-lo e nele possam atuar. Percebe-se que a arte deverá garantir aos alunos a possibilidade de conhecimento e inovações a vários aspectos técnicos, inventivos, representacionais e expressivos que os mesmos irão inter-relacionar com a sociedade. Já a química proporcionará o conhecimento científico sobre o cotidiano que os mesmos estão atuando. Sendo assim a coletividade entre essas duas áreas do conhecimento de forma interdisciplinar contribuirá para aprendizagem significativa dos educandos.

Fazendo um paralelo com as obras de Carybé, tem-se que a maioria de suas representações eram figurativas. Ele pintou com verossimilhança cenas do cotidiano das pessoas anônimas: a pesca, as atividades nos mercados populares, candomblé, os trabalhadores na região portuária, a vida no Pelourinho, as festas religiosas. No entanto, na época em que ele desenvolvia suas obras, o que estava em alta entre os artistas eram as representações abstratas, ou seja, o oposto do que ele fazia. Sobre isso Solange Bernabó diz:

Na época em que ele era jovem a moda era ser cubista, abstrato, não sei o que, tudo... meu pai, não é que ele fosse ingênuo, era um homem, que como vocês podem ver, leu bastante... ele achava que isso [cubismo, abstração] era uma coisa muito racional, ele queria uma coisa assim mais ... da paixão pela coisa em si, né?! Pelo trabalho em si. Isso é um lado, e ele queria uma arte americana, sul-americana, uma arte diferente, apesar de estar num..., com um... suporte europeu, como suporte europeu? As telas, as tintas a óleo etc e tal (...).

A obra de Carybé é uma construção e não um reflexo da realidade, suas obras resultam das suas escolhas conscientes e inconscientes.

Por meio das reações químicas, a presente pesquisa colocou em diálogo a *Arte e a Ciência* como uma via estruturante no domínio da Educação e, em particular, da Educação Química, mostrando a presença da Química na obra em gradil do artista, não exatamente analisando métodos e técnicas seguidos a rigor para confirmações de teorias, mas,

percepções relevantes para as associações relacionadas à interface.

Muitas vezes, não notamos a presença de conhecimentos químicos em alguns procedimentos de criação de obras e muito menos os efeitos das formas de reações que acontecem com as obras com o passar do tempo, apenas observamos o seu resultado. Contudo, se nos debruçarmos nas análises procedimentais necessárias para preservação de um artefato arqueológico ou patrimônio cultural, em nosso caso, que Carybé executa, conseguiremos perceber os conhecimentos químicos e artísticos nos seus mais sutis detalhes.

### *iii) Anel tetralógico: formação educacional e formação social*

Neste tópico sintetizamos ideias mediante a reinterpretação no anel tetralógico estabelecido por Morin (2000a), exploramos os conceitos de ordem, desordem e organização, estabelecendo pontes possíveis para reafirmarmos a interdependência da articulação entre Arte e da Química.

Morin utiliza o conceito ordem, desordem e organização, estabelecendo a necessidade de novos formatos, mudanças nos registros de conhecimento, necessidade de atualização de informações, diferentes abordagens, paradigmas e visões sobre determinado assunto.

Os termos, ordem, desordem e organização não foram tratados separadamente, pois, como nos salienta Morin (1997, p. 80), o pensamento complexo é “ao mesmo tempo complementar, concorrente, antagônico e incerto”. É possível observar que esses conceitos atravessaram toda a pesquisa, e neste momento, faz-se reconhecimento das interações de interdependência da ordem, desordem e organização, por meio de coleções abrangentes e diversificadas (formatos, abordagens) pautadas sobre interpretações dos processos de descobertas, transformações e ressignificações, manifestas mediante a reunificação das duas áreas, *Arte e Ciência*, e seus efeitos mediante as lógicas organizativas.

Ressaltamos que, mediante a lógica do autor Morin (2000a), o anel tetralógico age e retroagem sobre os três pontos, em uma lógica de interligações que se complementam.

Talvez seja tendencioso, para quem utiliza os conceitos da teoria da complexidade,

recair na simplificação, fragmentando os conceitos do circuito tetralógico, pois, poderá ter implicações e reforçar a disparidade e extinguir as possibilidades que o sistema recursivo e retroativo propõem. Por isso, defende-se que pode ser uma tendência natural a simplificação, visto que, o processo educacional é permeado por resquícios do paradigma reducionista da ciência clássica.

Chamo paradigma de simplificação ao conjunto dos princípios de inteligibilidade próprios da ciência clássica e que, ligados uns aos outros, produzem uma concepção simplificadora do universo (físico, biológico, antropossocial). Chamo paradigma de complexidade ao conjunto de princípios de inteligibilidade que, ligados uns aos outros, poderiam determinar as condições de uma visão complexa do universo (físico, biológico, antropossocial) (MORIN, 2013a, p. 330).

Porém, como nos sinaliza, Duarte (2005), em relação a essas probabilidades de confronto acontecer, ele nos diz que as fronteiras “são locais de mutação e subversão, regidos por princípios de relatividade, multiplicidade, reciprocidade e reversibilidade.” Nelas podemos encontrar ideias divergentes, ideias distintas, estranhamentos, mas, além de tudo, multiplicidades.

Sendo esse anel tetralógico utilizado como elo para o fechamento das discussões complexas morinianas, reuniu-se elementos antagônicos, complementares e recorrentes, e o mais importante, inseparáveis, que, mesmo atuando individualmente, em dado momento se estabelece a unidade para compreensão das partes de todo um sistema.

As ideias iniciais começam no fazer docente, onde temos as primeiras ideias de ordem, em contato com a sala de aula, onde é possível relacionar o universo dos fenômenos que podem ser identificados por meio dos dois pólos: objetivo e subjetivo. O primeiro refere-se aos acontecimentos irregulares, conflitantes e instáveis, já o segundo destina-se para a incerteza marcada pela desordem, de onde não há como fugir, pois, os sujeitos envolvidos e as aulas conduzidas estão propícias a instabilidades, e onde a coletividade e o caminhar poderá avistar novos horizontes que perpassam pelos conceitos de organização e interação.

Um ponto de partida promissor é revisitar a consolidação e construção das disciplinas de Arte e de Química, considerando a participação de estudantes nesse processo, utilizando dessas informações integrativas para ações motivadoras de novas

organizações. Contudo, as áreas dessas disciplinas: seus conteúdos, competências, responsabilidades, objetivos e estruturas, precisam ser revistos para início de reflexão e interpretação do fazer docente, em prol de ressignificações das demandas emergentes no contexto do ensino. Ao decorrer da dimensão ii) aqui construída, demos *insights* de como existe a possibilidade de trabalhar com a Química mediante as discussões de reações de oxidação e redução por meio da obra de Carybé. Cenário este que oferece os subsídios necessários para desenvolver um diálogo complementar a respeito das reações de oxidação, incorporando *Arte e Química* de forma interdisciplinar, visando esses princípios de ordem, desordem e organização, como indicadores à reflexão teórico-estratégica em referência ao pensamento complexo, onde podemos caminhar em direção a uma educação emancipatória e promissora para ao ensino de Ciências.

É preciso evidenciar que essa ressignificação só é possível porque colocamos em discussão as áreas *Arte e Química*, ou seja, um encontro de disciplinas, defendendo assim o planejamento coletivo, que demanda união de professores, caminhando assim para o universo interdisciplinar. Propondo assim, movimentar as relações possíveis entre as disciplinas e reforçar os fronteiriços, cuja natureza é pautada no encontro, no desencontro e na organização. E, conseqüentemente reforçar a reforma do pensamento que o autor Morin (1999) sinaliza, que vem integrado com a reforma do ensino de forma paradigmática, nos possibilitando integrar as partes do todo e o todo a nós, reconhecendo nossa individualidade e reformar esses nossos pensamentos a partir do que já somos. Segundo Morin (2003): “Todo meu esforço é para unir o empírico e o teórico, o concreto e o abstrato, a parte e o todo, o fenômeno ao contexto” (p. 259). Nesse sentido, podemos inferir que essas reorganizações puderam ser consideradas as influências primordiais para a organização paradigmática do que o autor chamou de “pensamento complexo”.

Outra instância em que encontramos difundidas as ideias do anel ativo de Morin (2000a) é quando mencionamos as evidências de reações químicas, que despertam fascínios artísticos, desde o século XIX, onde a produção industrial de tintas e de outros materiais artísticos incentivou artistas a experimentar novos e incomuns materiais (FARIA; FONSO; EDWARDS, 2002). A partir da consolidação do conhecimento científico e sua divulgação nos espaços acadêmicos, a Química tomou outra roupagem, superando visões simplistas de que apenas consistem de materiais com odores desagradáveis e



comburentes. Isso é sinalizado por Faria, Afonso e Edwards (2002, p. 3):

Pode-se dizer que mesmo para a comunidade artística, a química não é mais a ciência das substâncias mal-cheirosas e explosivas. Ao contrário, novas ferramentas de análise foram desenvolvidas ao longo das últimas décadas, as quais sequer necessitam que sejam retiradas amostras da obra para se obter a informação desejada.

Quando se trabalha com *Arte e Química* na perspectiva do pensamento complexo, faz-se necessário o desenvolvimento de habilidades e competências, além da ênfase em situações problemáticas reais de forma crítica, permitindo que o aluno desenvolva capacidades como interpretar (ordem), analisar (desordem) tirar conclusões e tomar decisões (organização).

A *Arte e a Ciência* interrogam, atribuem significados, dentro dos seus próprios modelos de pensamento e organizações de procedimentos, pois elas elevam muito mais do que apenas valores da história, elevam os valores do contexto social. São marcadas por experimentação de técnicas e instrumentos novos, que visam à produção de outros significados, de uma nova linguagem e novas técnicas.

Os químicos buscam entender, modificar, separar e transformar a matéria, segundo Atkins e Jones (2006a, p. 15):

A ciência dos materiais está associada à geração de conhecimento básico sobre a estrutura interna, propriedades e processamentos de materiais. Ela tem ainda como objetivo, compreender a natureza dos materiais, estabelecendo conceitos e teorias que permitam relacionar a estrutura dos materiais com suas propriedades e comportamentos.

Esse processo químico não é diferente do que os artistas pensam e fazem, antes da realização de seus processos de criação. Os materiais são a base de qualquer civilização, e é somente por meio da experimentação que se torna possível a escolha dos materiais corretos para elaboração de boas criações. Mais uma vez, evidenciamos a presença do pensamento complexo: experimentação (ordem), escolha dos materiais (desordem) e a elaboração (organização). É somente com a disponibilidade desses conceitos que se é possível o desenvolvimento de novas tecnologias fundamentais para a evolução humana. No elo estabelecido entre o uso da matéria e a tendência do projeto de um artista, pode-se perceber, muitas vezes, que uma matéria é eleita em meio à complexidade de uma

manifestação artística.

Dialogando com a matéria – a artista estabelece um relacionamento íntimo e tenso com a matéria, manipulando e transformando-a. Nessa ação, há uma troca recíproca de influência, artista e matéria vão se conhecendo, se reinventando, conseqüentemente, artista e matéria são ampliados pela ação criadora (SALLES, 2012, p. 14-15).

Em arte, o que dá suporte físico à obra, é a matéria, o material, pois, é um dos elementos imprescindíveis para a compreensão do objeto artístico. Por meio dele a artista se expressa e estabelece comunicação com o público (SALLES, 2012).

Cada expressão artística requer uma materialidade específica, decorrente de momentos históricos. Ao nos depararmos com a matéria que dá forma ao objeto de arte, inevitavelmente estaremos de frente com a história e com a poética artística, já que a manipulação e a escolha de materiais estão vinculadas a um contexto e a um lugar (ARNHEIM, 2006). Com relação à ciência, tem-se a associação com o objeto de estudo da Química: a matéria e suas transformações. Mais uma vez evidenciamos a ação dialógica interligada com o anel tetralógico proposto por Edgar Morin (2000a).

Em sua crítica à falta de conexão entre conhecimentos de áreas diversas, Morin (2002, p. 84) acrescenta: “É preciso aprender a enfrentar a incerteza, já que vivemos em uma época de mudanças em que os valores são ambivalentes, em que tudo é ligado. É por isso que a educação do futuro deve se voltar para as incertezas ligadas ao conhecimento [...]”

O que Morin denomina de pensamento complexo é justamente o desafio que ele coloca para os pensadores, pesquisadores, educadores e aprendizes, afirmando que precisam abdicar de suas certezas, abandonar convicções, para que, por fim, consigam se debruçar sobre o que é real. Não somente reconhecer o mundo, mas sim refletir sobre ele.

Ao se pensar na grandeza que o conceito de Ciência possui, nos deparamos com diversas formas de olhar, perceber, analisar o mundo, porque o conhecimento e as formas de ensino e aprendizagem são inúmeros. E a cada passar de tempo nota-se um grande alargamento desse conceito, como afirma Olga Pombo (2003), e conseqüentemente ficando ainda mais indissociável as áreas do conhecimento. “O alargamento do conceito de ciência é tão profundo que muitas vezes é difícil estabelecer a fronteira entre a ciência

e a política, a ciência e a economia, a ciência e a vida das comunidades humanas, a ciência e a arte e assim por diante” (THIESEN, 2008 p. 8).

O erro e a liquidez são questões que na maioria das vezes fogem do controle do homem, não dá para dominar tudo, e com isso reitera-se que mesmo no campo das divergências, o conhecimento proveniente das tentativas de complementariedade, fusão, acréscimo, soma, interconexão, consonância, foram degraus para a compreensão de outros fatos e para a produção de outros tipos de conhecimento.

Diante disso, percebemos a importância de utilizar diferentes linguagens, como a Arte para criarmos uma visão do ensino multidimensional, onde seria possível movimentar diversos elementos que se bem articulados nos forneceriam um ensino tecido em redes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fazer Ciência e o exercício de se fazer Arte requer interesse, requer espírito investigativo dos seres humanos, que desde os primórdios procuram maneiras de se fazer existentes na sociedade, produzindo outras formas de saberes intelectuais e para isso sempre inovaram em técnicas e procedimentos.

Diante do exposto, consideramos que a teoria da complexidade de Edgar Morin forneceu caminhos para desenvolvimento dessa proposta interdisciplinar. Pois, ambas, *Arte e Ciência* interrogam, atribuem significados, dentro dos seus próprios modelos de pensamentos e organizações de procedimentos e, elevam valores da história e valores do contexto social. A teoria da complexidade amplia os horizontes já que não é linear, igualmente os dois campos de conhecimentos, *Arte e Ciência* que são marcados por experimentação de técnicas e instrumentos que visam à produção de outros significados e de novas linguagens e novas técnicas.

Mediante os objetivos propostos, as reflexões e as análises foram criadas e as discussões suscitaram a elaboração das dimensões educacionais. Cenário este que oferece os subsídios necessários para desenvolver um diálogo completo a respeito das reações de oxidação, incorporando Arte e Química de forma interdisciplinar e promissora ao ensino de Ciências.

Ressaltamos que a completude de saberes que *Arte e Ciência* podem propiciar para a sociedade é magnífico, vasto e abrangente. Além dessa interface nos possibilitar uma nova forma de conhecer o mundo, nos é apresentada como uma abordagem educativa ampla, com implicações que podem ser canalizadas para uma estratégia didática, englobando com maestria os elementos específicos para suprir lacunas no ensino de Arte e no ensino de Ciências.

A partir do mencionado, acreditamos ser importante levar o indivíduo a olhar o conhecimento como um conjunto plenamente integrado de conceitos, alcançando tal objetivo por meio da interface *Arte e Ciência* à qual se enquadra em abordagem educativa ampla, onde nos permitirá alcançar a compreensão de processos químicos reacionais, em nosso caso, o processo de oxidação e redução do material metálico, o gradil de Carybé. Acreditando assim que, por meio da incorporação das potencialidades dessas áreas, a

aprendizagem dos conceitos científicos por meio da arte poderá ser desenvolvida de forma proveitosa.

Ao finalizar essas discussões, inferimos que existe a possibilidade de dialogar cientificamente mediante a obra do artista Carybé, por meio da modalidade gradil e transpor essas aprendizagens para o âmbito educacional, discutindo conceitos da Química no processo de corrosão do aço-carbono da chapa e nas evidências das reações químicas, por meio da mudança de coloração e surgimento das patinas ocorridos durante o processo de degradação da peça. E não somente isso, o estudo dos dados obtidos nos permite fazer algumas considerações em relação ao pensar que o exercício da criatividade artística não dispensa o conhecimento das propriedades dos materiais. Se atentarmos apenas para a obra artística concluída, não percebemos a Química nos seus detalhes. Por isso, foi importante nos debruçarmos no estudo do passo a passo do processo criativo de Carybé.

Afirmamos, por meio dessas discussões, que é importante o conhecimento das propriedades químicas para concretização de obras artísticas. Não utilizando a Arte apenas como ferramenta, mas ressaltando suas constituições históricas e metodologias no exercício para a educação em Ciências. O saber artístico não dispensa o conhecimento técnico.

Em relação ao conhecimento científico e artístico, a formação acadêmica é mais uma forma de obtenção de saberes, mas não é a única. Ensinar química por meio de uma obra artística é um avanço, é um desbravamento, é retirar a visão limitante dos olhos e aceitar que o mundo não gira em torno apenas de fórmulas e símbolos, e que o saber sensível também é um dos veículos da legitimação de conhecimento no mundo também. Contudo, a falta de um conhecimento acadêmico, pode causar procedimentos inadequados no desenvolvimento de uma aula pautada na interface.

Além disso, identificamos que os conceitos abordados nessa pesquisa por parte de todos os teóricos envolvidos na discussão formaram um tripé essencial para que as ideias fossem discutidas criando subsídios para incorporação de um novo olhar sobre o ensino de Química e o ensino de Ciências.,

Considera-se que novas perguntas essa pesquisa suscitou, apontando direcionamentos futuros que podem ser utilizados para gerar encaminhamentos para se

pensar em novas pesquisas no campo da interface *Arte e Ciência* no ensino de química

## REFERÊNCIAS

- ALBERNAZ, L. Carybé - Portal de Imagens. **A Tarde**, Salvador, 11 dez. 1996, Caderno 2, p.3.
- ALMEIDA, M. C X. de. Educar para a complexidade: o que ensinar, o que aprender. **Aprender - Cad. de Filosofia e Psic. da Educação**, Vitória da Conquista/BA, ano III, n. 5, p. 15-29, 2005.
- ANDRADE, S. A; et al. A abordagem CTS-arte nos estudos das estações de tratamento de esgoto: uma prática no ensino fundamental. **Revista Práxis**, v. 6, n. 11, 2014.
- ANSELME, J-P. Understanding oxidation-reduction in organic chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 74, n. 1, p. 69-72, 1997.
- ARANHA, M. L. A. MARTINS, M. H. P. **Temas de Filosofia**. São Paulo/SP: Editora Moderna, 2000.
- ARAÚJO-JORGE, T.C., BARBOSA, J.V., LEMOS, E.S. A implantação da Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde (PG-EBS) na Fundação Oswaldo Cruz: experiências, lições e desafios. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 3, n. 5, p. 87-106, 2006.
- ARGOLO, M. I. S.; COUTINHO, L. G. R.; CHACON, E. P. Química e arte: uma articulação mostrada através de mapas conceituais. *In*: XVI ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA / X ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA (XVI ENEQ/X EDUQUI.)< Salvador, 2012. **Anais...** Universidade Federal da Bahia: Salvador, 2012.
- AUGUSTINHO, E.; VIANA, S. S; RÔÇAS, G. O uso do Cinema como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências no curso PROEJA, *In*: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (VIII ENPEC). Campinas, 2011. **Anais...** Universidade Estadual de Campinas: Campinas, 2011. Disponível em: [http://abrapecnet.org.br/atas\\_enpec/viiienpec/resumos/R1057-1.pdf](http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R1057-1.pdf). Acesso em 28 jul. 2021.
- ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006a.
- ATKINS, P. W. JONES, L.. **Princípios de Química**: los caminos del descubrimiento. Ed. Médica Panamericana, 2006b.
- BAFFI, M. A. T.. **Modalidades de pesquisa**: um estudo introdutório. Pedagogia em foco: fundamentos da educação, 1994. Disponível em: [http://usuarios.upf.br/~clovia/pesq\\_bi/textos/texto02.pdf](http://usuarios.upf.br/~clovia/pesq_bi/textos/texto02.pdf). Acesso em 12. Ago. 2021.
- BAYER, R. **História da Estética**. Lisboa: Editorial Estampa, 1995.

BOAL, A. **A estética do oprimido**. Rio de Janeiro/RJ: Garamond, 2009.

BOGDAN, R; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1997.

BRONOWSKI, Jacob. **Arte e conhecimento**: ver, imaginar, criar. São Paulo/SP: Martins Fontes, 1983.

BROWN, T.; LEMAY, H. E; BURSTEN, B. E. **Química**: a ciência central. 9 ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2005.

BURKE, P. **Uma história social do conhecimento**: de Gutenberg a Diderot. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.

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

CALDEIRA, C. C. Conservação preventiva: histórico. **Revista CPC**, n. 1, p. 91-102, 2006.

CARNAVALESCA. **Carybé e a estética do carnaval de rua**. Blog. Publicado em: 13 mar. 2018. Disponível em: <http://carnavalesca.org/2018/03/13/carybe-e-a-estetica-do-carnaval-de-rua/>. Acesso em 18 ago. 2018.

CARVALHO, R J. C. de. Estrutura, Organização e educação: o imaginário sócio organizacional e as práticas educativas. *In*: FISCHMANN, R. (org.) **Escola brasileira**: temas e estudos. São Paulo: Atlas, 1987.

CARVALHO, M. P. *et al.* Ciências e arte no Sambaqui: uma experiência à luz das teorias da complexidade e do sócio-interacionismo. *In*: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), Águas de Lindóia, 2013. **Anais...** Águas de Lindóia, 2013. p. p. 1-8.

D'ÁVILA, C. M. Razão e sensibilidade na docência universitária. **Em Aberto**, v. 29, n. 97, p. 103-118, 2016.

DE JONG, O.; ACAMPO, J. e VERDONK, A. Problems in teaching the topic of redox reactions: actions and conceptions of chemistry teachers. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 33, n. 10, p. 1097-1110, 1995.

DELEUZE, G. **O que é a Filosofia?** Rio de Janeiro: Editora 34, 1992.

DEMO, P. **Metodologia científica em ciências sociais**. São Paulo: Editora Atlas s.a,1982.

DERDYK, E. **Formas de pensar o desenho**: desenvolvimento do grafismo infantil. São Paulo: Editora Scipione,1994.

DOLHNIKOFF, Luis. Sobre a situação atual da poesia e seu possível futuro (em lugar de



um prefácio). *In*: Notícias: Editora Quatro Cantos lança 'Impressões do Pântano', de Luis Dolhnikoff. **Revista Mallarmagens**. Publicado em 04 jan. 2021. Disponível em: <http://www.mallarmagens.com/2021/01/editora-quatro-cantos-lanca-impresoes.html>. Acesso em: 17 ago. 2021

ECO, U. **Obra aberta**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2010.

ESTRADA, A. A. Os fundamentos da teoria da complexidade em Edgar Morin. **Akrópolis-Revista de Ciências Humanas da UNIPAR**, v. 17, n. 2, 2009.

FARIA, D. L. A.; AFONSO, M. C.; EDWARDS, H. GM. Espectroscopia Raman: uma nova luz no estudo de bens culturais. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, n. 12, p. 249-267, 2002.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. Campinas: Papirus, 2012, 143 p.

FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade na formação de professores. **Ideação**, v. 10, n. 1, p. 93-104, 2008.

FERREIRA, P. C. C. **Contributos do diálogo entre a ciência e a arte para a educação em ciências no 1º CEB**. Dissertação (mestrado em Educação em Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico). Universidade de Aveiro. Aveiro, 2008.

FERREIRA, F. R. Ciência e arte: investigações sobre identidades, diferenças e diálogos. **Revista Educação e Pesquisa**, v. 36, n. 01, p. 261-280, 2010.

FREITAS, R O.. **Web-terreiros d'além mar**. Tese (Doutorado). Escola de Comunicação, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2002.

FRIGOTTO, G. A interdisciplinaridade como necessidade e como problema nas ciências sociais. **Ideação**, v. 10, n. 1, p. 41-62, 1995.

GARDAIR, T. L. C; SCHALL, V. T. Com quantas peças se faz ciência? A elaboração de uma peça teatral voltada para a educação científica. **Canal CECIERJ** Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <https://canal.cecierj.edu.br/recurso/16849>. Acesso em 29 jul. 2021.

GADOTTI, M.; PADILHA, P. R.; CABEZUDO, A. **Cidade educadora: princípios e experiências**. São Paulo: Cortez, 2004.

JAPIASSÚ, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago editora LTDA, 1976.

JIMENEZ, M. **O que é estética?** Porto Alegre: Unisinos, 1999.

JOESTEN, M. D. e WOOD, J. L. **Word of Chemistry**. 2 ed. EUA: Sauders College

Publishing, 1996.

KIYOMURA, L. “Contemplar o voo dos pássaros é arte e ciência”: em palestra em São Paulo, Edgar Morin entrelaça percepção e razão para propor uma nova forma de pensar. Notícia. **Edgar Morin: celebração do centenário**. Publicado em: 04 jan. 2021. Disponível em: <https://emorin.com.br/contemplar-o-voo-dos-passaros-e-arte-e-ciencia/>. Acesso em 17 ago. 2021.

KLEIN, S. G.; BRAIBANTE, M. E. F. Reações de oxi-redução e suas diferentes abordagens. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 1, p. 35-45, 2017.

KOYRÉ, A. A filosofia Jean Cavailles. Trad. Fábio Ferreira de Almeida. In: SALOMON, Marlon (org.). **Alexandre Koyré: historiador do pensamento**. Goiânia: Almeida & Clément Edições, 1939.

LIMA, G. F. da Costa. Crise ambiental, educação e cidadania: os desafios da sustentabilidade emancipatória. In **Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania**. Loureiro, C. F.; São Paulo, Editora Cortês, 2011.

MACIEL, N. G. **Carybé e a legitimação de um discurso da baianidade na integração das artes em Salvador**. Salvador: UFBA, 2015. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

MACIEL, N. D. G. O discurso da “baianidade” através da integração das artes na arquitetura moderna em Salvador. **Revista Docomomo Brasil**, v. 1, n. 01, p.1-12, 2017.

MAIA, P. F.; JUSTI, R. Desenvolvimento de habilidades no ensino de ciências e o processo de avaliação: análise da coerência. **Ciência & Educação** (Bauru), v.14, n. 3, p. 431-450, 2008.

MARTINS, R. A. Robert Hooke e a pesquisa microscópica dos seres vivos. **Filosofia e História da Biologia**, v. 6, n. 1, p. 105-142, 2011

MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

MOLEIRO, G. F. Material de Almeida Júnior analisado pela técnica PIXE. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MÉTODOS FÍSICOS E QUÍMICOS EM ARQUEOLOGIA, ARTE E CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL, 1., 2007, **Anais...** São Paulo, SP. (No MASP, São Paulo, de 11 a 16 de junho de 2007). Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/eventos/extras/lasmac>. Acesso em: 19 dez.2020.

MOTA, F. L. Art-Nouveau, Modernismo, Ecletismo e Industrialismo. In: ZANINI, Walter (coord.). **História geral da arte no Brasil**. São Paulo: Instituto Walter Moreira Salles / Fundação Djalma Guimarães, p. 454-484, 1983.

MORI, R. C. Ciência, filosofia e arte: 1.000 destinos cruzados em “Lance de dados” de

Humberto Gessinger. **Revista Brasileira de Estudos da Canção**, n. 5, p. 1-15, 2014.

MORIN, E. **O pensar complexo: Edgar Morin e a crise da modernidade**. Rio de Janeiro. Editora Garamond, 1999.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 128p, 2000a.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000b.

MORIN, E; TERENA, M. **Saberes globais e saberes locais: o olhar transdisciplinar**. Rio de Janeiro. Editora Garamond, 2000.

MORIN, E. Os desafios da complexidade. *In*: Morin, E. (org.). **A religião dos saberes: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2001a, p. 559-67

MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma: reformar o pensamento**. Tradução de Eloá Jacobina. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001b.

MORIN, E. **A cabeça bem feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 128p.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: Unesco, 2002.

MORIN, E. **Educar na era planetária: o pensamento complexo como método de aprendizagem no erro e na incerteza humana**. Tradução de Sandra Trabucco Valenzuela. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: Unesco, 2003.

MORIN, E; LISBOA, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2007

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

OLIVEIRA, C. M. O. **Tecnologia da pele: arte, experimentação, pesquisas interdisciplinares e a dança**. **Revista Ideias Editadas**, 22 dez. 2014. Disponível em: <http://casaraodeideias.com.br/tecnologia-da-pele-arte-experimentacao-pesquisas-interdisciplinares-e-a-danca/>&gt;. Acesso em: 05 nov. 2019.

ÖSTERLUNND, L. L.; EKBORG, M. Student's understanding of redox reactions in three situation. **Nordina**, v. 5, n.2, 2009.

O'SULLIVAN, S. **Art encounters Deleuze and Guattari: Thought beyond representation**. London: Palgrave Macmillan, 2006.

PACHANE, G. G. Um diálogo possível entre arte e ciência: a literatura nas aulas de

- metodologia de pesquisa. **ETD-Educação Temática Digital**, v. 8, n. 1, p. 90-105, 2006.
- PIETROCOLA, M. Curiosidade e imaginação: os caminhos do conhecimento nas Ciências, nas artes e no ensino. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.) **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- PIMENTEL, B. R. **As influências socioculturais nas representações de Carybé do universo religioso do candomblé**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- PONTES, V. M. A. Interdisciplinaridade. **Revista Informação em Cultura**, v. 1, n. 2, p. 09-10, 2019.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- RABELLO, R. S. A Crise da modernidade e a formação continuada do professor: a contribuição da arte e da ludicidade. **Democratizar**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 1-13, maio/ago, 2008.
- RANCIÈRE, J. Política da arte. **Urdimento-Revista de Estudos em Artes Cênicas**, v. 2, n. 15, p. 045-059, 2010
- RANGEL, M.; ROJAS, A. A.. Ensaio sobre arte e ciência na formação de professores. **Revista Entreideias: educação, cultura e sociedade**, v. 3, n. 2, 2014.
- RIBEIRO, N. L. S. **O “ecletismo” dos gradis modernos de Salvador**. Dissertação (mestrado em Urbanismo). 2007. 187f. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Arquitetura. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.
- ROOT-BERNSTEIN, R., ROOT-BERNSTEIN, M. **Centelhas de gênios: como pensam as pessoas mais criativas do mundo**. São Paulo: Nobel, 2001.
- ROOT-BERNSTEIN, R.; SILER, T., BROWN, A., SNELSON, K. ArtScience: integrative collaboration to create a sustainable future. **Leonardo**, v. 44, n. 3, p. 192, Cambridge: MIT Press, 2011.
- ROSA, Carlos Augusto de Proença. História da ciência: da antiguidade ao renascimento científico. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, p. 7631.265-9, 2010.
- ROSADO, A. **Análise científica de obras de arte: um exercício transdisciplinar**. Belo Horizonte: Minas Gerais, 2014.
- SALLES, C. A. Desafios das artes contemporâneas e a crítica de processos criativos. *In*: X CONGRESSO INTERNACIONAL DA ASSOCIAÇÃO DE PESQUISADORES EM CRÍTICA GENÉTICA, Porto Alegre, 2012. **Anais...** Pontifícia Universidade Católica do

Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2012. p. 519 -527.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2014.

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

SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, v. 8, p. 31-35, 1998.

SEVERINO, A. T. B. **Formação continuada em Matemática para professoras dos anos iniciais do Ensino Fundamental: construção de identidades autônomas e a problematização da realidade educacional**. Tese (doutorado em Ensino de Ciências e Matemática). 2020, 210f. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. Faculdade de Ciências. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2020.

SILER, T. The ArtScience Program for Realizing Human Potential. **Leonardo**, v. 44, n.5, p. 417-424, Cambridge: MIT Press, 2011.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Contextualização no Ensino de Ciências: significados e epistemologias. In: SANTANA, E. M.; SILVA, E. L. (org.) **Tópicos em Ensino de Química**. São Carlos, SP: Pedro João Editores, 2014.

SILVA, M. V. F. *et al.* Corrosão do aço-carbono: uma abordagem do cotidiano no ensino de química. **Química Nova**, v. 38, n. 2, p. 293-296, 2015.

SILVEIRA, A. F.; SILVA, A. P. B.; RIBEIRO, A. F. A. **A divulgação da ciência através do teatro: um estudo em Copenhague de Michael Frayn**. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (VII ENPEC), Florianópolis, 2009. **Anais...** Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2009. [n. p.]. Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/359.pdf>. Acesso em 28 jul. 2021.

SNOW, C. P. **As duas culturas e uma segunda leitura**. São Paulo: Edusp, 1995.

SURDI, A. C.; FREIRE, E. J. S. M.; MELLO, J. P. Corpo e saber sensível: pistas para a educação. **Holos**, v. 32, n. 3, p. 363-370, 2016.

THIESSEN, J. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13, n. 39, p. 545-554, 2008.

TRAJANO, V. S.; et al. Ciência, Arte e Cultura na Saúde. **Revista Educação, Arte e Inclusão**, v.14, n.2, p. 134-151, abr./jun. 2018.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo: Atlas, 1987.

VALLE, L. A.; FLÔR, C. C.; MENEZES, P. H. D. A música, a poesia e o teatro no contexto da educação científica. *In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC),* Águas de Lindóia, 2013. **Anais...** Águas de Lindóia, 2013

VESTENA, R. F.; HIRATA, E.; NICOLETTI, E.R. Educação científica e arte na formação docente: análise de uma proposta interdisciplinar. **Revista de Educação Ciência e Tecnologia,** Canoas, v. 5, n. 2, p. 1-12, 2016.

WILSON, D. **Arte, ciência e tecnologia: passado, presente e desafios.** São Paulo,SP: Editora Unesp, 2009.

ZAMBONI, S. **A pesquisa em arte um paralelo entre arte e ciência.** Autores Associados. 4 ed. São Paulo, 2012.