UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

INSTITUTO DE ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ARTES VISUAIS

Erik Ceschini Panighel Benedicto

A TRANSMUTAÇÃO DA IMAGEM: Comunicação, Significação e Criação entre Ciência e Arte

SÃO PAULO
2025

ERIK CESCHINI PANIGHEL BENEDICTO

A TRANSMUTAÇÃO DA IMAGEM: Comunicação, Significação e Criação entre Ciência e Arte

Dissertação apresentada ao programa de Pós Graduação em Artes, na área de Artes Visuais do Instituto de Artes da Universidade Estadual Paulista (UNESP), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Artes.

Linha de Pesquisa: Abordagem Teóricas Históricas e Culturais da Arte.

Orientador: Prof. Dr. Omar Khouri

SÃO PAULO
2025

Ficha catalográfica desenvolvida pela Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação do Instituto de Artes da UNESP. Dados fornecidos pelo autor.

B463t Benedicto, Erik Ceschini Panighel, 1988-

A transmutação da imagem: comunicação, significação e criação entre ciência e arte / Erik Ceschini Panighel Benedicto. – São Paulo, 2026.

217 f.: il. color.

Orientador: Prof. Dr. Omar Khouri.

Dissertação (Mestrado em Artes) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Artes, São Paulo.

1. Imagens. 2. Imagens - Interpretação. 3. Arte. 4. Ciência. 5. Arte e ciência. 6. Comunicação. I. Khouri, Omar, 1948-. II. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Artes, São Paulo. III. Título.

CDD 700.105

Bibliotecária responsável: Luciana Corts Mendes - CRB/8 10531

ERIK CESCHINI PANIGHEL BENEDICTO

A TRANSMUTAÇÃO DA IMAGEM: Comunicação, Significação e Criação entre Ciência e Arte

Dissertação apresentada ao programa de Pós Graduação em Artes, na área de Artes Visuais do Instituto de Artes da Universidade Estadual Paulista (UNESP), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Artes.

Dissertação aprovada em: 12 de dezembro de 2025

Banca Examinadora

Prof. Dr. Omar Khouri
Instituto de Artes – UNESP São Paulo

Profa. Dra. Sandra Regina Teodoro Gatti
Faculdade de Ciências – UNESP Bauru

Prof. Dr. Leandro de Oliva Costa Penha
Instituto de Artes – UNESP São Paulo

Aos meus amigos que me inspiram todos os dias e a memória de minha avó Aparecida Cursino Ceschini.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Omar Khori por ter me guiado e confiado em mim durante toda a trajetória;

A Profa. Rosângela Leote por ter me desafiado a ir além com meu projeto;

À banca por sua disponibilidade, leitura atenta e contribuições;

A todos os servidores do IA – UNESP, em especial, o pessoal da pós-graduação pelo acolhimento e todo auxílio durante o mestrado;

Aos meus amigos e família por estarem sempre o meu lado nessa (e tantas outras) trilhas;

Aos meus colegas e trabalho e aos meus alunos, que acompanharam durante toda essa jornada;

Um agradecimento especial a Tainah Véras que dividiu comigo seus conhecimentos em comunicação e com isso abriu os caminhos para construção desta pesquisa;

E a todos que, de alguma forma, contribuíram com as discussões, os debates e que acreditaram e confiaram em mim na elaboração deste trabalho.

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo discutir, analisar, comparar e diferenciar imagens científicas e artísticas pela perspectiva da comunicação, sendo dividida em duas partes. Na primeira parte, de natureza teórica, examina-se inicialmente a variedade terminológica utilizada em trabalhos sobre ciência e arte. Em seguida, conceitua-se o termo "imagem" e discute-se suas intrínsecas características estética e epistêmica. Posteriormente, propõe-se uma diferenciação entre imagens artísticas e científicas com base na teoria da "comunicação tentativa" de José Luiz Braga, articulada com contribuições da linguagem visual, da semiótica e do conceito de "obra aberta" de Umberto Eco. Concluiu-se que a principal diferença entre tais imagens reside no grau de abertura de suas possibilidades interpretativas: a imagem científica apresenta um repertório interpretativo mais restrito, enquanto a imagem artística tende a uma maior abertura de significados. Na segunda parte, apresenta-se um processo criativo de produção de imagens artísticas a partir de sistemas e materiais de laboratório químico, argumentando como a imagem pode transitar entre os domínios científico e artístico, alterando seu propósito e significado. Conclui-se que a distinção entre imagem científica e artística reside não em sua natureza intrínseca, mas em seu contexto comunicacional e intencionalidade, o que abre caminho para novas possibilidades de compreensão e integração entre arte e ciência.

Palavras-chave: imagem; ciência e arte; comunicação; cienciarte.

ABSTRACT

This research aimed to discuss, analyze, compare, and differentiate scientific and artistic images from the perspective of communication. It was divided into two parts. The theoretical section first discusses the variety of terminology used to reference works on science and art. Subsequently, the term "image" is conceptualized, and its intrinsic aesthetic and epistemic characters are discussed. A differentiation between artistic and scientific images is then proposed, based on José Luiz Braga's "tentative communication" theory, combined with insights from visual language elements, semiotics, and Umberto Eco's "open work." The main finding is that the primary distinction between images lies in the openness of their interpretative possibilities: the scientific image presents a more constrained interpretative scope, while the artistic image tends toward a greater openness of meanings. In the second part, a creative process for producing artistic images using chemical laboratory systems and materials is presented. It argues how an image can transition between scientific and artistic domains, altering its purpose and meaning. It is concluded that the distinction between scientific and artistic images lies not in their intrinsic nature, but in their communicational context and intentionality, paving the way for new possibilities for understanding and integrating art and science.

Keywords: image; science and art; communication; artscience.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

Figura 1 - Esquema do processo de constituição da imagem 51
Figura 2 - Imagem rupestre encontrada na Serra da Capivara 60
Figura 3 - Exemplo de Urna Marajoára exposta no Museu Forte do Presépio em Belém do Pará 61
Figura 4 - Exemplo de um Bronze de Benin (datado entre os séculos XVI e XVII) 61
Figura 5 - Capa do texto alquímico "Le triumph Hermétique" 63
Figura 6 - 十四經發揮 (Expression of the Fourteen Meridians), 1716 64
Figura 7 - Capa do livro “Liber de arte Distillandi” do alquimista “Hieronymus Brunschwig, de 1512 65
Figura 8 - Aparatos de destilação ilustrados na obra do químico Johann Rudolph Glauber (1648-1650) 66
Figura 9 - Imagem apresentando um esquema de montagem de destilação simples para uso em manuais de química 67
Figura 10 - Gráfico de dispersão relacionando as variáveis comprimento de bico e comprimento de nadadeira para diferentes espécies de pinguim 68
Figura 11 - Ejeções cintilantes emitidas por duas estrelas em formação ativa compõem a Lynds 483 (L483) capturadas pelo telescópio James Webb 69
Figura 12 - Xilogravura encontrada na obra “Historiae naturalium Brasiliae” 70
Figura 13 - Litografia de Debret registrando vendedores com latas de leite e capim na cabeça, 1835. 71
Figura 14 - Participante do festival singsing de Mount Hagen, província des Hautes, em fotografia de Sebastião Salgado 72
Figura 15 - Meme envolvendo a interpretação de uma manchete de jornal 77
Figura 16-Esquematização das principais ideias discutidas sobre a comunicação tentativa 82
Figura 17 - Esquematização do espectro comunicacional 82
Figura 18 - Esquema sobre os níveis de comunicação científica 88
Figura 19 - Exemplo de Infográfico e divulgação científica 93
Figura 20 - Obra "o escritório a noite" de Edward Hopper 104
Figura 21 - Obra "Okê Oxóssi" de Abdias do Nascimento 105
Figura 22 - Tirinha sobre a comunicação em diferentes áreas 109
Figura 23 - Tirinha sobre a comunicação cientifica entre pares e leigos 110
Figura 24 - Síntese sobre o conceito e tipos de signos segundo Pierce 124
Figura 25 - Síntese sobre o conceito e tipos de interpretantes segundo Pierce 124
Figura 26 - Esquema sobre a consideração da imagem enquanto mensagem 129
Figura 27 - Pintura “Orquídea e Beija-flor perto de uma cachoeira na montanha” de Martin Johnson Heade. 131
Figura 28 – “Fotografia de Periquito-dourado solto alimentando-se de *Elaeis guineens*is descascando o fruto oleoso enquanto o segura com o pé” 131

Figura 29 - Fotografia vencedora do 2º lugar da categoria “Câmeras fotográfica” do “Prêmio Fotografia-Ciência & Arte” do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológica do ano de 2023. 132
Figura 30 - Pintura Wazaká-Árvora da Vida de Carmézia Emiliano, 2022 135
Figura 31 - Radiografia (a), fotografia (b) e pintura (c) de uma mesma perna 136
Figura 32 - Obra *Vanitas-Stillleben* (Natureza morta -*vanitas*) de Pieter Claesz, 1656 137
Figura 33 - Imagem de esqueleto humano retirado de livro de anatomia 139
Figura 34 - Referência ao corpo humano pela distinção de gênero..... 140
Figura 35 – Fotografia da escultura de uma mulher trans da artista Puppies Puppies . 142
Figura 36 - Obra “O império das luzes” de Rene Mgritte 144
Figura 37 - Obra “Manhã de Quarta Feira” de Hulda Guzmán..... 146
Figura 38 - Obra da série “sátiros” de Néstor Martín-Fernández de la Torre 147
Figura 39 - Representação de alguns modelos atômicos imagéticos..... 148
Figura 40 - Um modelo imagético da molécula de DNA..... 148
Figura 41 - Capa de um tutorial de nó espiralado de macramê e associado ao nome DNA 149
Figura 42 - Imagem do difratômetro de raio X do DNA, obtida por Rosalind Franklin, cuja intepretação levou a modelização da forma espiralada 149
Figura 43 - Representação do processo de tradução do DNA para formação de proteínas 150
Figura 44 - Obras das artista Hilma af Klint. 152
Figura 45 – Uma cerâmica Tupinambá adornada de elementos geométricos abstratos 153
Figura 46 - Gráfico adquirido pela função matemática de van der Pol’s para representar o comportamento de sistemas dinâmicos 154
Figura 47 - Diagrama de fases que representa os estados físicos da água em diferentes condições de temperatura e pressão..... 155
Figura 48 - Exemplo de um gráfico que relaciona grandezas em uma função matemática em 3 dimensões. 155
Figura 49 - Estudo da abstração imagética de um touro de Pablo Picasso..... 156
Figura 50 - Obra da série *Infinite* de Chris Koster 157
Figura 51 - Imagens hiper randômicas do artista Mert Aslan 157
Figura 52 - Escultura da artista Lilia Bakanova 158
Figura 53 - – a) Um dos sistemas utilizados para crescer cristais de $CuSO_4.5H_2O$. b) Cristal crescido de CuSO4.5H2O. c) Modelo da estrutura cristalina do $CuSO_4.5H_2O$. 161
Figura 54 - I) etapas da técnica de crescimento de cristal do $CuSO_4$. II) Demonstração de um cristal crescido de do $CuSO_4$. III) Cristal crescido de NaCl..... 163
Figura 55 - a) vitrine contendo amostras de minerais classificados quimicamente, como carbonatos. b) Detalhe de uma das amostras junto a sua identificação na mineralogia. c) Uma parte da placa de identificação que fica logo abaixo das amostras relacionando nome e composição química 164
Figura 56 - Obra *It was just an accident* N.2 d Francesca Pinzari. 166
Figura 57 - Compilado das fotografias artísticas de cristais sob a lupa estereoscópica 169
Figura 58 - a) Obra "La papa dora la papa, la conciencia ilumina la conciencia" de Víctor Grippo, 1978. b) detalhe da parte esquerda da obra. c) detalhe a parte direita da obra 174

Quadros

Quadro 1 - Síntese sobre as principais terminologia utilizadas nas pesquisas sobre ciência e arte 27
Quadro 2 - Conceituação de elementos constitutivos da imagem e suas características117
Quadro 3 - Conceituação de características dos elementos constitutivos da imagem.. 118
Quadro 4 - Relação de estratégias compositivas contrastantes e harmônicas 119

LISTA DE SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas e Técnicas

CNPq: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

DNA: Ácido Desoxirribonucleico

EM: Ensino Médio

ENEM: Exame Nacional do Ensino Médio

ENEQ: Encontro Nacional de Ensino de Química

IA (AI): Inteligência artificial

IAG: Inteligência Artificial Generativa

NDC: Natureza da Ciência

STEAM: *Science, Technology, engineeingr, arts, mathematics*

STEM: *Science, Technology, engineeingr, mathematics*

APRESENTAÇÃO

Recordar minha infância e adolescência remete à profunda paixão que sempre nutri pelas diversas formas de arte. Lembro-me da empolgação nos dias de aula de Artes Visuais no Ensino Fundamental e do empenho em cada projeto proposto. Minha vivência artística, contudo, extrapolava a sala de aula: participei de todas as peças teatrais da escola e de atividades extracurriculares ligadas às artes cênicas e à banda marcial. Sempre contei com o incentivo familiar, seja para cursos adicionais, seja na aquisição de materiais e livros sobre arte.

Diante desse cenário, parecia natural seguir uma carreira artística. No entanto, minha paixão pelas artes dividia espaço com igual fascínio pelas ciências naturais, especialmente pela química. Assim, enquanto me imergia em um universo de traços, formas e expressões, também me encantava observar mudanças de cor em reações químicas, estruturas atômicas e equações.

Confrontado com esse impasse, optei inicialmente pelo bacharelado em Química (2006-2010). Embora minha dedicação às artes tenha se tornado menos intensa nesse período, mantive-me envolvido com a produção artística. Em 2009, durante intercâmbio no Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa, desenvolvi sob orientação da Profª. Clementina Teixeira um trabalho de produção de imagens de sistemas químicos ao microscópio – experiência que viria a inspirar este projeto. Em 2010, defendi trabalho de conclusão de curso analisando a química presente nas obras *Hora da Estrela* e *Libertinagem*, pesquisa que retomei ao concluir minha licenciatura em Química em 2015.

Entre 2012 e 2013, participei do programa Ciência sem Fronteiras realizando estágio de graduação na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, onde tive contato com as pesquisas sobre ciência e arte da Profª. Olga Pombo.

Em 2013 defendi a dissertação "Humor no Ensino de Química" no mestrado em Química Analítica[1] (BENEDICTO, 2013).

Em 2014, iniciei o Doutorado em Educação para Ciência, momento que me permitiu unir meu interesse pela educação científica com meus estudos e paixão pelas artes. Em 2018, defendi a tese “Ciência e Arte: entre conceitos, relações e implicações educacionais”[2] (BENEDICTO, 2018), com estudo predominantemente teórico sobre as individualidades, desenvolvimentos histórico-filosóficos e relações entre esses campos, incluindo discussões sobre seu ensino. Parte desse trabalho foi publicada em 2021 no livro *Ciência e Arte: Discutindo Conceitos e Tecendo Relações* (BENEDICTO, 2021).

O doutorado ampliou meus conhecimentos sobre arte e despertou o desejo de retomar aquela paixão original com maior profundidade. Assim, ingressei na Licenciatura em Artes Visuais em 2019, aprofundando saberes em história, técnicas e pensamento artístico. Ao

[1] https://teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75135/tde-24022014-114947/pt-br.php Acesso em 8 nov. 2025.
[2] https://repositorio.unesp.br/entities/publication/b724d279-e85e-4a2d-a425-e52094f6c136 Acesso em 08 nov. 2025.

concluí-la, apresentei pesquisa sobre produções artísticas visuais de estudantes do Ensino Médio utilizando conceitos de atomística.

Concluída a licenciatura, senti novamente a necessidade de aprofundar meus estudos em artes, ingressando neste programa de Pós-Graduação em Artes Visuais. Após explorar diversas ideias de pesquisa e contar com a orientação de inspirações como o Prof. Omar Khoury e a Profª. Rosângela Leote, decidi resgatar minhas vivências de 2009 sob nova perspectiva – jornada que culminou neste trabalho.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16
2 OBJETIVOS 18
2.1 Objetivo Geral: 18
2.2 Objetivos Específicos: 18
3 MÉTODO 19
DESENVOLVIMENTO – PARTE I 20
4 CIÊNCIA E ARTE: ENTRE NOMENCLATURAS RELAÇÕES. 20
4.1 Uma discussão terminológica 20
4.2 Ciência e arte em algumas publicações 28
4.3 Química e Arte em alguns trabalhos 39
5 IMAGEM: EM BUSCA DE UM CONCEITO 45
6 CARÁTER ESTÉTICO E CARÁTER EPISTÊMICO EM IMAGENS 52
6.1 Arte e Caráter Estético 52
6.2 Ciência e Epistemologia 53
6.3 Imagens Epistêmicas 54
6.4 O caráter estético e epistêmico em imagens da arte e da ciência 57
6.5 As diferentes componentes nas imagens da arte e da ciência 59
7 COMUNICAÇÃO: ALGUNS APORTES TEÓRICOS 75
7.1 Linguagem e Comunicação 75
7.2 A comunicação Tentativa 76
7.3 Os abismos e as tentativas da ciência e da arte 83
7.4 Ciência e Comunicação Científica 84
7.4.1 O fazer científico e a Natureza da Ciência 84
7.4.2 Comunicação Científica 86
7.5 A comunicação pela arte 96
7.5.1 Arte em sua multiplicidade 96
7.5.2 A comunicação na arte 97
7.5.3 A semiótica estética de Umberto Eco: Breve trajetória 98
7.5.4 A obra aberta 99
7.6 A comunicação entre a ciência e a arte: uma síntese 109
8 IMAGENS DA CIÊNCIA E IMAGENS DA ARTE 114

8.1 Ferramentas para o estudo das imagens 114
8.1.1 A imagem enquanto composição 114
8.1.2 A imagem enquanto referência (signo) 119
8.1.3 A imagem e seus contextos 127
8.1.4 A imagem enquanto mensagem: uma síntese 128
8.2 Análise de Imagens da ciência e imagens da arte 130
8.2.2 Imagens de realidades inventadas e modeladas 145
8.2.3 Os elementos em si e as imagens do não real 151
PARTE II – A TRANSMUTAÇÃO DA IMAGEM 160
9 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE UM PROCESSO CRIATIVO 160
9.1 A Parte da Química 161
9.2 A parte da arte 168
10 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS 171
REFERÊNCIAS 176
APÊNDICE A – Relação das imagens artísticas produzidas 194

1 INTRODUÇÃO

Não que fosse necessária mais uma produção acadêmica para afirmar que “vivemos em um mundo cada vez mais imagético”, mas é inegável escapar desse fato. Um ponto interessante nessa constatação, porém, é que ela muitas vezes transmite a ideia de que a imersão humana no universo das imagens é um fenômeno contemporâneo, consequência dos avanços tecnológicos na produção e disseminação de imagens. A realidade, porém, é mais complexa.

Na verdade, a produção de imagens acompanha a humanidade ao longo de toda a sua trajetória evolutiva e evidencia uma de suas características mais peculiares: a capacidade de formular questões e, consequentemente, buscar compreender sua própria essência e o mundo ao seu redor. Ou, indo além, não só compreender, mas também dominar e partilhar. Dessa forma, inúmeras imagens foram criadas – desde as que retratam a natureza e o cotidiano até as que se tornaram fundamento da comunicação e do pensamento complexo, como os números e os sistemas alfabéticos.

A produção de imagens, contudo, mostrou-se insuficiente para compreender e narrar o mundo por completo; era preciso desenvolver métodos sistemáticos de produção de conhecimento. Foi nesse processo que surgiram as artes e as ciências, entre outras atividades, que se entrelaçaram e se apropriaram das imagens como ferramentas. Por meio delas, era possível materializar ideias, narrar histórias, demonstrar e questionar poder, entreter, expressar, provocar sensações, dar materialidade ao invisível, ilustrar, documentar, educar e orientar, entre tantas outras funções.

Assim, tanto na arte quanto na ciência, a imagem é essencialmente a mesma, mas assume diferentes roupagens em cada domínio. Afinal, um mesmo fragmento da realidade pode ser retratado tanto por uma imagem científica quanto por uma artística. E, nesse transitar entre campos, a imagem se transmuta, alterando seu foco, sua narrativa e seu significado. Surge, então, a questão central: que critérios permitem diferenciar uma imagem artística de uma científica? Esta dissertação apresenta uma pesquisa dedicada a explorar precisamente esse problema.

O trabalho também foi realizado com o intuito de colaborar com as investigações sobre as relações entre ciência e arte – um tema que desperta o interesse de pesquisadores há mais de três décadas. A produção acadêmica na área, no entanto, tem crescido consideravelmente nos últimos anos, como atestam o número de trabalhos publicados e os relatos de levantamentos bibliográficos discutidos ao longo do texto.

Dentro dessa macrotemática, meu objetivo é contribuir para os estudos sobre química e arte, tanto no âmbito teórico quanto no prático, de modo a complementar discussões já existentes e preencher lacunas identificadas na área. Entre as contribuições, busco demonstrar como aparatos e conhecimentos tipicamente químicos podem constituir uma fonte fértil para a criação artística, além de propor novas abordagens conceituais que ampliem as perspectivas e proposições sobre as conexões entre ciência e arte.

Para tal, esta pesquisa está estruturada em duas partes principais:

1. Discussão Teórica: Inicialmente, apresento um levantamento bibliográfico para discutir termos centrais nos estudos sobre ciência e arte — como *ArtScience*, *SciArt*, Ciênciarte e STEAM — e para destacar produções acadêmicas recentes na área. Em seguida, proponho uma conceituação para o termo "imagem" e analiso como ela pode ser compreendida a partir de suas características estéticas e epistêmicas. Por fim, estabeleço uma distinção entre imagens artísticas e científicas pela perspectiva da comunicação, baseando-me na proposta da "comunicação tentativa" de José Luiz Braga, articulada com os preceitos da comunicação científica, da linguagem visual, da semiótica de Peirce e alguns conceitos da semiótica e da "obra aberta" de Umberto Eco.

2. Parte Prática: Apresento e discuto um processo de produção de imagens artísticas utilizando materiais e conhecimentos associados às ciências da natureza, com ênfase na química. O objetivo desta discussão é demonstrar o processo pelo qual as imagens se "transmutam" de sua finalidade científica original para se constituírem como obras artísticas. Que, como será discutido, trata-se de um processo onde os elementos da imagem alteram a natureza de sua referência e expandem suas possibilidades discursivas e comunicacionais.

Est texto foi estruturado como a tecitura de uma rede onde há um fio condutor, uma sequência lógica de desenvolvimento, mas as ideias e conceitos vão sempre se entrelaçando, partindo de conceitos básicos que, em seu discutir, suscitam os próximos e estes vão sendo amarrados, trançados, na constituição de uma trama mais complexa e coesa, onde todos os pontos, de algum modo, conectam-se até o último parágrafo com o arremate final.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral:

Discutir, comparar e diferenciar a imagem dentro do contexto artístico e científico pelo viés da comunicação.

2.2 Objetivos Específicos:

- Apresentar e discutir termos utilizados para designar relações ente ciência e arte, a saber: da ciência para arte; da arte para ciência, *artscience*, arteciência, ciênciarte, ciência e arte, *SciArt* e STEAM;
- Elaborar uma revisão bibliográfica narrativa de produções na temática "Ciência e Arte" e, mais especificamente, "Química e arte", dando preferência a publicações mais recentes;
- Discutir e conceituar o termo imagem;
- Caracterizar imagens a partir de componentes estéticas e epistêmicas;
- Entender, comparar e diferenciar a constituição das imagens artísticas e científicas a partir do viés da comunicação;
- Apresentar e discutir o processo de produção de imagens artísticas a partir da microscopia química.

3 MÉTODO

Este trabalho está organizado em duas partes principais: uma discussão teórica, que aborda a conceituação de imagem e comunicação e suas intersecções na ciência e na arte; e uma parte prática, de caráter criativo e experimental, na qual foram produzidas fotografias artísticas utilizando sistemas e materiais característicos de laboratórios de química.

A fundamentação teórica inicia-se com uma discussão terminológica para conceituar os campos de estudo que relacionam ciência e arte, como *ArtScience*, *arteciência*, *ciênciarte*, *SciArt* e o modelo educacional *STEAM*. Em seguida, realiza-se um levantamento bibliográfico narrativo de trabalhos sobre a temática "Ciência e Arte", com ênfase em publicações a partir de 2016.

Posteriormente, articulam-se diferentes referenciais teóricos para discutir o conceito de imagem, culminando na proposição de uma conceituação própria para o termo. Analisam-se, então, as características das imagens a partir de seus elementos formativos, expressivos e representacionais, os quais são agrupados nas dimensões "estética" e "epistêmica".

Em um próximo momento, apresenta-se uma visão geral sobre linguagem e comunicação, com foco na proposta da "comunicação tentativa" de José Luiz Braga. A partir desse arcabouço teórico, somado a noções de linguagem visual, princípios da semiótica, ao conceito de "obra aberta" de Umberto Eco e à estruturação da comunicação científica, estabelece-se uma diferenciação entre imagens artísticas e científicas com base em seus propósitos e vieses comunicativos.

Na etapa prática, de natureza experimental e criativa, procedeu-se à produção de imagens fotográficas artísticas. Para isso, foram empregados materiais e técnicas oriundos de laboratórios de química, incluindo uma lupa estereoscópica, a câmera de um celular e reagentes químicos cristalinos – como cloreto de sódio, sulfato de cobre pentaidratado, cloreto de cobalto hexaidratado, sulfato de níquel, fio de cobre e alúmen de potássio. Complementaram o conjunto outros materiais, como algodão, papel colorido e um pregador de roupa.

DESENVOLVIMENTO – PARTE I

4 CIÊNCIA E ARTE: ENTRE NOMENCLATURAS RELAÇÕES.

Como se apresentará a seguir, são muitas as possibilidades de compreensão das relações entre ciência e arte, assim como são numerosas as denominações existentes para essas relações. Desse modo, algumas dessas nomenclaturas serão apresentadas e discutidas, com o objetivo de contribuir para o debate acerca dos termos na área. Afinal, a ciência é uma atividade que busca o consenso em meio a pluralidades, e um consenso terminológico é capaz de definir e consolidar todo um campo de pesquisa.

4.1 Uma discussão terminológica

Ao discutir as relações entre ciência e arte, a tese *The Two Cultures* (As Duas Culturas), do físico e escritor C. P. Snow, consolida-se como uma referência fundamental. Apresentada originalmente em 1959, sua principal argumentação reside na ideia de que as ciências exatas (ou naturais) e as humanidades constituem duas culturas progressivamente distantes e incomunicáveis — uma cisão que resultaria em perdas significativas para ambos os lados (Snow, 1996; Benedicto, 2021; Sawada; Araújo-Jorge; Ferreira, 2017).

Snow reconhece a complexidade do termo "cultura", mas esclarece que o utiliza para designar a organização social e humana dos campos científico e das humanidades. Isto é, tanto as ciências quanto as humanidades — estas últimas representadas, neste trabalho, principalmente pelas artes — são constituídas por grupos sociais que compartilham valores, práticas e visões de mundo que os definem e diferenciam (Snow, 1996; Benedicto, 2021). Ao longo deste texto, retomarei o conceito de "cultura" para analisar as relações entre ciência e arte. No entanto, a pergunta que se impõe é: afinal, as ciências exatas e as artes permanecem tão distantes e incomunicáveis?

Conforme apontado por Sawada, Araújo-Jorge e Ferreira (2017), Benedicto (2021) e Leite (2024), a ciência e a arte são, de fato, domínios de produção de conhecimento que historicamente se desenvolveram de forma independente. Essa trajetória divergente fez com que cada uma delas elaborasse seus próprios métodos de leitura, apreensão, manipulação e comunicação do conhecimento derivado da interação com o mundo. Tal autonomia, contudo, não implica a ausência de diálogo. Pelo contrário, as conexões entre ciência e arte acompanham o próprio desenvolvimento da humanidade.

Com efeito, a era da superespecialização e a consolidação do pensamento científico como principal paradigma de produção de conhecimento, entre os séculos XVIII e XX, contribuíram para a cristalização de uma barreira entre esses campos epistemológicos. Não obstante, desde a Antiguidade até os dias atuais, é possível identificar inúmeros pontos de convergência e intercâmbio entre essas áreas (Benedicto, 2021; Leite, 2024).

Contudo, mesmo diante da tendência histórica à especialização e das correntes positivistas, o que se observa no início do século XXI é um movimento de retorno às intersecções entre os saberes, em busca de perspectivas mais holísticas e integradoras. Nesse contexto, ciência e arte passam a ser compreendidas como pilares que se conectam, interpenetram e influenciam mutuamente em seus processos criativos, gerando produções nas quais os limites entre as duas áreas se tornam porosos e, por vezes, indistintos. Como resultado, essas relações consolidaram um campo de pesquisa acadêmica dedicado a investigar uma questão central: "Como se estabelecem as relações entre ciência e arte?"

Esta foi a pergunta norteadora da minha tese de doutorado, defendida em 2018 e publicada em livro em 2021. Na pesquisa, analisei a questão a partir de dois eixos principais: 1) os pontos de convergência e divergência no desenvolvimento histórico das atividades artísticas e científicas; e 2) as formas específicas pelas quais a ciência e a arte se influenciam mutuamente. Deste segundo eixo, derivei duas categorias relacionais fundamentais:

- **Da ciência para a arte**: abrange manifestações artísticas que, em sua concepção ou execução, utilizam técnicas, metodologias, conceitos ou produtos originários da ciência. Os exemplos incluem obras arquitetônicas cuja estética é viabilizada por avanços científico-tecnológicos (como o Museu de Arte de São Paulo – MASP), esculturas produzidas com impressora 3D ou drones, a perspectiva renascentista, o movimento Op Art, a nanoarte e a bioarte (Benedicto, 2021).

- **Da arte para a ciência**: considera a arte tanto como um objeto de estudo científico – como ocorre na psicologia da arte, na história da arte, na sociologia da arte e na neuroestética – quanto como uma ferramenta eficaz para a comunicação e divulgação científica. Ilustram essa categoria as ilustrações botânicas, os infográficos em revistas científicas e as produções audiovisuais de divulgação (Benedicto, 2021).

Embora minha proposta inicial fosse organizar as relações nessas duas categorias, estudos posteriores evidenciaram a existência de uma multiplicidade de terminologias que buscam explicitar a complexidade dessas interações.

Telles e colaboradores (2015), em seu artigo "Arte e ciência no SciELO: estudo de resumos de artigos que utilizam as palavras 'ciência' e 'arte' no Brasil", realizaram um levantamento bibliográfico de artigos brasileiros indexados na base SciELO, publicados entre 2010 e 2014, que continham as palavras "ciência" e "arte" em seus resumos. Dos artigos localizados, 17 foram selecionados para uma análise mais detalhada. Os autores constataram que, embora os resumos mencionassem os dois termos, apenas um artigo trazia a expressão "ciência e arte" em seu título. Além disso, notaram uma falta de clareza nas intenções de uso dos conceitos e que as discussões sobre as relações tendiam a aprofundar-se mais nas questões relativas à ciência. O estudo também comparou esses resultados com publicações em língua inglesa, que frequentemente adotam o termo *artscience* para abordar essa intersecção.

Os autores concluem que, no Brasil, ainda não há um consenso sobre a terminologia mais adequada para estudos que envolvam ciência e arte em português, e destacam que uma padronização contribuiria para o fortalecimento e a visibilidade do campo (Telles *et al*., 2015).

De fato, o termo *artscience* é amplamente utilizado em publicações internacionais em inglês, o que facilita significativamente a recuperação de informações em bases de dados acadêmicas. Em contrapartida, a falta de um termo consolidado em português gera imprecisão e dúvidas: deve-se usar CienciArte, ArteCiência, "ciência e arte" ou "arte e ciência"? Ademais, a ambiguidade com a expressão "Estado da Arte", comum em revisões bibliográficas, complica ainda mais a eficácia das buscas.

Contudo, como bem aponta Silveira (2021), *artscience* não é o único termo em circulação. Em seu trabalho, a autora lista uma considerável variedade de denominações, tais como: *Art and Science; Art-Science; Art + Science; Art &Science; Art/Science; Artsci; Art-Sci; Art/Sci; Art|Sci; ArtBio; Art+Bio; Art and Technology; Art, Science and Technology; Science, Art and Technology; Science-Art; Biart; Science & Art; Science-Art; CieniArte,* SciArt, STEAM, SEAD e *Polymathics.*

Embora Silveira (2021) analise detalhadamente cada uma dessas variações, para os propósitos deste trabalho, destacarei apenas os termos que apresentaram maior recorrência e relevância em minhas investigações, a saber: ciência e arte; artscience; SciArt; STEAM; Cienciarte e Arteciência.

Ciência a Arte

O uso de palavras separadas, como "ciência" e "arte", tem sido empregado para indicar situações que, embora semelhantes, possuem singularidades. Uma das principais aplicações refere-se à menção de relações entre as duas áreas, como evidenciado nos trabalhos “Ciência e arte: contribuições do teatro científico para o ensino de ciências em atas do ENPEC” (Campanini; Rocha, 2017), “Interações entre natureza e ciência na arte contemporânea” (Fortes Júnior, 2014), “Ciência e arte: um diálogo possível” (Leopardi, 1996) e “Diálogos entre Ciência e Arte: Uma leitura a partir da obra de Remedios Varo para um Ensino sobre as Ciências” (Carvalho; Reis, 2020).[3]

Os termos também são utilizados para indicar justaposições que não necessariamente implicam uma relação ou intersecção direta, mas que exploram saberes de ambas as áreas, analisados sob diferentes perspectivas ou comparados entre si — seja para destacar aproximações ou divergências. Exemplos incluem trabalhos como “Imaginação: arte e ciência na infância” (Giradello, 2011), “Variações sobre arte e ciência” (Ianni, 2004), “Espiral psicodramático: ciência e arte do aquecimento” (Santos; Conceição, 2014) e “*Enfermería: ciência y arte del cuidado*” (Agustín; Román, 2006).

Por fim, outra possibilidade é o uso dessas palavras para sinalizar a coexistência das áreas em contextos institucionais ou editoriais, como no nome de departamentos, escolas ou revistas. É o caso da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH), da Revista Arte, Ciência e Tecnologia; Revista de Arte, Ciência e Comunicação

[3] Vale ressaltar que alguns trabalhos nessa linha relacional as vezes utiliza o nome mais específicos de áreas científicas e artísticas ao invés de “ciência e arte”. Como por exemplo “física e arte”; “química e literatura”; biologia e teatro, física e poesia”, “música e matemática”, etc.

(Sawada; Araújo-Jorge; Ferreira, 2017; Araújo-Jorge *et al*, 2018; Benedicto, 2021; Silveira, 2021).

ArtScience

A origem exata do termo **ArtScience** permanece incerta, mas seu uso foi registrado por Todd Siller em sua obra *"Breaking the Mind Barrier: The ArtScience of Neurocosmology"* (1990). Conforme mencionado anteriormente, entre as diversas terminologias existentes, o termo tem se destacado. Esse protagonismo deve-se principalmente ao fato de ser uma das poucas variações que conta com defensores acadêmicos que não apenas a adotam, mas também fundamentam seu uso teoricamente (Silveira, 2021).

Essa fundamentação está explicitada no *"ArtScience Manifesto: Integrative Collaboration to Create a Sustainable Future"*, publicado na revista *Leonardo* em 2011, de autoria de Bob Root-Bernstein, Todd Siller, Adam Brown e Kenneth Snelson. Nesse texto conciso — de apenas uma página —, os autores argumentam que as relações inter e transdisciplinares vêm se tornando cada vez mais frequentes nas intersecções entre artes, ciências e tecnologias. Para evitar ambiguidades conceituais, eles propõem a adoção do termo e do movimento *ArtScience*, que:

> [...] integra todo o conhecimento humano através dos processos de invenção e exploração [2]. É novo e velho, conservador e revolucionário, divertido e sério. Envolve o trabalho de figuras liminares como Etienne Jules Marey, Loie Fuller, Harold "Doc" Edgerton, Alexander Calder, Lejaren Hiller, John Cage, Gerald Oster, Frank Malina, Lillian Schwartz, Buckminster Fuller, Gyorgy Kepes e Piotr Kowalski, mas oferece uma variedade infinita de possibilidades futuras. A ArtScience transferirá a arte das galerias e museus, a ciência dos seus laboratórios e revistas, para espaços e locais recentemente inventados, modelados a partir do Media Lab do MIT [3], do La Laboratoire em Paris [4], da SymbioticA em Perth [5] e da Iniciativa para a Computação Inovadora (IIC) da Universidade de Harvard [6], que já realizam a exploração científica, a engenharia, o design e a exibição artística num único espaço. Outros novos locais serão inventados. Nessa inventividade reside o entusiasmo da ArtScience (Root-Berntein *et al*, 2011, p. 192, tradução minha).

Na continuação os autores trazem o manifesto *Artscience* elaborado em 17 pontos, que são:

1. Tudo pode ser compreendido através da arte, mas essa compreensão é incompleta.
2. Tudo pode ser compreendido através da ciência, mas essa compreensão é incompleta.
3. A **ArtScience** nos permite alcançar uma compreensão mais completa e universal das coisas.
4. A **ArtScience** envolve entender a experiência humana da natureza por meio da síntese de modos artísticos e científicos de exploração e expressão.
5. A **ArtScience** combina a compreensão subjetiva, sensorial, emocional e pessoal com a compreensão objetiva, analítica, racional e pública.
6. A **ArtScience** não está tanto incorporada em seus produtos, mas é expressa através da convergência de processos e habilidades artísticas e científicas.
7. A **ArtScience** não é Arte + Ciência ou Arte-e-Ciência ou Arte/Ciência, onde os componentes mantêm suas distinções e compartimentalizações disciplinares.
8. A **ArtScience** transcende e integra todas as disciplinas ou formas de conhecimento.
9. Quem pratica **ArtScience** é tanto artista quanto cientista simultaneamente e produz coisas que são tanto artísticas quanto científicas ao mesmo tempo.
10. Cada grande avanço artístico, inovação tecnológica, descoberta científica e inovação médica desde o início da civilização resultou do processo de **ArtScience**.
11. Todo grande inventor e inovador da história foi um praticante de **ArtScience**.
12. Devemos ensinar arte, ciência, tecnologia, engenharia e matemática como disciplinas integradas, e não separadamente.
13. Devemos criar currículos baseados na história, filosofia e prática da **ArtScience**, utilizando as melhores práticas de aprendizagem experiencial.
14. A visão da **ArtScience** é a reumanização de todo o conhecimento.
15. A missão da **ArtScience** é a reintegração de todo o conhecimento.
16. O objetivo da **ArtScience** é cultivar um Novo Renascimento.
17. O propósito da **ArtScience** é inspirar abertura mental, curiosidade, criatividade, imaginação, pensamento crítico e resolução de problemas por meio da inovação e colaboração! (Root-Berntein *et al,* 2011, p. 192, tradução minha).

Por fim, os autores enfatizam que a *ArtScience* representa uma conexão da qual depende o futuro da humanidade. Trata-se da integração da experiência sinestésica com a exploração analítica, criando uma nova forma de explorar a sociedade, a experiência humana e a cultura. Ela constitui a simultaneidade do conhecimento, da análise, dos sentimentos e das experiências (Root-Berntein *et al*, 2011, p. 192).

Portanto, o manifesto permite compreender o termo **ArtScience** por sua natureza integrativa e colaborativa — e não como uma mera justaposição de áreas. Nele, ambas as esferas se combinam em uma exploração mútua que visa à criação de novas ideias, projetos e percepções de mundo.

Observa-se nos autores um claro anseio pela reintegração e reumanização do conhecimento, o que contrasta diretamente com a extrema especialização vinculada ao pensamento científico positivista, que atingiu seu ápice entre os séculos XIX e XX. Nesse

contexto, o texto propõe o "cultivo de um novo Renascimento", remetendo ao modelo de produção de conhecimento do Renascimento ocidental, período em que grandes cientistas eram igualmente artistas, e suas formas de produção intelectual transcendiam as fronteiras entre arte e ciência.

Cienciarte e Arteciência

Esses dois vocábulos aparecem agrupados no mesmo subitem por representarem propostas de tradução para o português do termo *ArtScience*.

Como destaca Silveira (2021), "**Arteciência**" seria a tradução mais fiel ao original e já era utilizado em publicações brasileiras desde 2003, no livro de Roland de Azevedo Campos. Outro marco importante ocorreu em 2008, com o projeto "ArteCiência" da Fundação Nacional de Artes (Funarte).

O próprio Silveira (2021) é um defensor do termo, como evidenciado em seu artigo "Arteciência: um retrato acadêmico brasileiro" (2018), no qual, em colaboração com outros pesquisadores, realiza um mapeamento dos trabalhos acadêmicos nacionais que exploram as intersecções entre ciência e arte. Embora reconheça a pluralidade terminológica existente, o autor reafirma sua preferência por "Arteciência". Curiosamente, mesmo adotando esse termo no título e nas discussões principais, a pesquisa utilizou as palavras-chave "arte, ciência, tecnologia e bioarte" para o levantamento bibliográfico (Silveira; Malina; Lannes, 2018).

Por outro lado, Sawada, Araújo-Jorge e Ferreira (2017), em seu artigo "Cienciarte ou Ciência e arte? Refletindo sobre uma conexão essencial", não apenas destacam a importância dessa área integrativa de conhecimento, como também apresentam um mapeamento histórico de sua construção no Brasil e no exterior. As autoras defendem uma visão holística do conhecimento aplicada aos processos educacionais e propõem o termo "CiênciArte" para o português.

Posteriormente, Araújo-Jorge e Sawada, em colaboração com outras pesquisadoras, publicaram em 2018 o trabalho "CienciArte© no Instituto Oswaldo Cruz: 30 anos de experiências na construção de um conceito interdisciplinar". O próprio título demonstra sua preferência terminológica, mas já nos primeiros parágrafos as autoras apresentam uma justificativa para essa escolha. Segundo suas palavras:

> Parece um raciocínio simples, mas não é. Tanto que, apesar de já termos estruturado a linha de pesquisa em "ciência e arte" em nosso laboratório desde 1998, e desde 2000 em nosso programa de pós-graduação, foi apenas depois de 2011 que nos colocamos de fato na defesa desse conceito interdisciplinar e por vezes transdisciplinar, ao ler o Manifesto ArtScience®, lançado por pesquisadores americanos na revista *Leonardo* [4]. Apresentamos o Manifesto a nossos estudantes desde o início de nosso curso de ciência e arte (ainda com os termos separados, em fase de transição para os termos fundidos). Ao conversar com um dos autores, Todd Siler, sobre como traduzir o título (ArtScience®), se para ArteCiência ou para CienciArte, ele nos deixou absolutamente à vontade para a opção que quiséssemos. Portanto, a depender do lugar de onde você se apoia para desenvolver esse campo, pode chamá-lo de CienciArte ou de ArteCiencia. Optamos por CienciArte©, e também registramos a marca para que seus desdobramentos possam ser adequadamente protegidos (Araújo-Jorge *et al*, 2018 p.26).

Logo, tem-se que ambas as palavras podem ser utilizadas, no entanto, as buscas pelo *Google* acadêmico mostram que há mais publicações utilizando o termo “ciênciarte” [4].

É importante destacar que a expressão "ciência e arte" foi amplamente utilizada antes da proposição dos neologismos "CiênciArte" e "Arteciência". Mesmo após o surgimento desses novos termos, muitos trabalhos acadêmicos continuam a empregar a forma tradicional. Esse fenômeno é evidenciado em publicações recentes que, por vezes, mesclam diferentes terminologias, utilizando os neologismos no título, mas recorrendo à expressão consagrada "ciência e arte" no desenvolvimento do texto (Sousa; Vilas-Boas, 2022).

SciArt

Embora apresente certa similaridade com *ArtScience*, o termo *SciArt* possui especificidades conceituais distintas. Enquanto o primeiro remete a uma visão ampla e integradora dos processos epistemológicos da arte e da ciência, o segundo tem sido predominantemente utilizado para designar produções artísticas de caráter visual que se inspiram em conceitos ou métodos científicos — aproximando-se, portanto, da categoria "Da ciência para a arte" proposta anteriormente. Como exemplos dessa abordagem, destacam-se as produções em bioarte e nanoarte.

STEAM

Trata-se de uma sigla que representa cinco áreas do conhecimento: Ciência (*Science)*, Tecnologia *(Technology*), Engenharia (*Engineering)*, Artes (*Arts)* e Matemática (*Mathematics).*

Na verdade, **STEAM** origina-se de **STEM**, acrônimo criado na década de 1990 pela *National Science Foundation* (NSF) nos Estados Unidos. A sigla propunha uma visão interdisciplinar entre Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática para a formação de profissionais. Em 2006, houve a inclusão de Artes, transformando STEM em STEAM. Essa proposta foi feita por Georgette Yakman, com o objetivo de incorporar e representar as humanidades e ciências sociais aos outros quatro campos (Maia; Carvalho; Appelt, 2021; Marín-Marín *et al*, 2021; Escribano-Belmar; Caerols-Mateo; Thompson, 2023).

Atualmente, um número crescente de produções acadêmicas tem discutido os princípios e aplicações da integração STEAM, resultando em diferentes perspectivas sobre como considerar as relações entre as cinco áreas (Maia; Carvalho; Appelt, 2021; Portillo-Blanco *et al*, 2024).

Conforme discutido por Maia, Carvalho e Appelt (2021), a sigla aparece frequentemente associada a termos como "aprendizagem", "educação", "movimento" e "pedagogia". Portanto, em linhas gerais, o pensamento STEAM constitui-se como uma abordagem pedagógica e um movimento de atuação no contexto dos processos educacionais. Sua essência está em

[4] Uma pesquisa pelo google acadêmico (jan e fev de 2025) apresenta uma maior relação de trabalhos utilizando “cienciarte”, principalmente trabalhos datados a partir de 2025. Outro ponto também é que muitos dos trabalhos listados são associados a Fiocruz, instituição de suas proponentes.

desenvolver um trabalho educacional que integra saberes, práticas e procedimentos das cinco áreas que compõem a sigla.

Nas palavras dos autores, cada área teria a seguinte contribuição:

> Na composição das práticas pedagógicas em Educação STEAM, as Ciências entram com o rigor metodológico e sistematização do trabalho investigativo; a Tecnologia caracteriza os conhecimentos e artefatos desenvolvidos para solucionar os problemas; a Engenharia indica os processos de planejamento e prototipação das soluções; as Artes é a componente humanística fundamental para empatia na abordagem do problema apresentado; e a Matemática traz os conceitos abstratos representados para interpretar e intervir na realidade (Maia; Carvalho; Appelt, 2021, p; 72)

O objetivo é a formação integral dos discentes, por meio de um processo de ensino e aprendizagem ativo, que procura desenvolver as habilidades necessárias aos cidadãos do século XXI (Maia; Carvalho; Appelt, 2021; Marín-Marín *et al*, 2021; Escribano-Belmar; Caerols-Mateo; Thompson, 2023).

Portanto, no que concerne à questão terminológica, tem-se que todos os termos apresentados — Da Arte para a Ciência, Da Ciência para a Arte, *ArtScience*, CiênciArte, Arteciência, Ciência e Arte, SciArt e STEAM — tratam de relações entre as áreas artísticas e científicas, mas cada um com sua especificidade. O Quadro 1 sintetiza as discussões acerca dos termos.

Quadro 1 - Síntese sobre as principais terminologia utilizadas nas pesquisas sobre ciência e arte

Conceito / Termo	**Definição / Abrangência**	**Exemplos / Contextos de Uso**	**Observações / Especificidades**
Da Ciência para a Arte	Manifestações artísticas que utilizam técnicas, metodologias, conceitos ou produtos originários da ciência em sua concepção ou execução.	• Arquitetura • Esculturas • Perspectiva • Op Art, e Nanoarte	Foca no fluxo de **conhecimento e tecnologia** da ciência para a criação artística.
Da Arte para a Ciência	A arte como **objeto de estudo** científico ou como **ferramenta** para comunicação e divulgação científica.	• Psicologia, História Arte •Neuroestética • Ilustrações e Divulgação Científica	Foca no uso da arte para **compreender** fenômen os humanos ou para **traduzir e comunicar** a ciência.
Ciência e Arte	Termo amplo para indicar relações, justaposições, comparações ou a simples coexistência das duas áreas.	• Diálogos e interações entre as áreas • Comparação de saberes	É um termo **genérico e consolidado**. Pode não implicar uma integração profunda, apenas a justaposição ou coexistência.

		• Nomes de instituições ou revistas	
ArtScience	Termo internacional que propõe uma **integração profunda e epistemológica** entre arte e ciência, transcendendo as disciplinas. Não é uma simples soma.	• Prática de figuras que são artistas e cientistas simultaneamente • Espaços integrados	Defende uma **visão holística e transdisciplinar**. Busca um "Novo Renascimento", integrando processos subjetivos e objetivos através de um manifesto
CienciArte / Arteciência	Propostas de tradução para o português do termo **ArtScience**.	• Usados em projetos acadêmicos e institucionais no Brasil	**Não há consenso** sobre qual termo usar em português. **CienciArte** parece ter maior recorrência em publicações recentes.
SciArt	Termo usado para designar produções **artísticas visuais** que se inspiram diretamente em conceitos ou métodos científicos.	• Bioarte • Nanoarte	É mais **específico** que o ArtScience, focando no produto artístico com forte influência científica, especialmente nas ciências da vida.
STEAM	Abordagem **pedagógica** que integra conhecimentos de **Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática**.	• Metodologia de ensino • Currículos integrados • Formação de habilidades do século XXI	Foco principal na **educação**. A arte (Arts) é incluída como componente humanística essencial para empatia e criatividade na solução de problemas.

Fonte: Elaborado pelo autor

Evidencia-se, ainda, uma possível diferença de abrangência entre os termos listados. Enquanto STEAM e SciArt são bem específicos (uma abordagem pedagógica e um tipo de produção artística visual), as categorias "Da Ciência para a Arte" e "Da Arte para a Ciência" criam dois grupos maiores, cada um com maior foco em uma das áreas. Já o *ArtScience* (e suas traduções) propõe a dissolução de barreiras, formando um grande grupo no qual os termos mais específicos estariam englobados. Por sua vez, a expressão "Ciência e Arte" tem caráter mais amplo, podendo indicar qualquer tipo de relação, justaposição ou coexistência entre os domínios.

4.2 Ciência e arte em algumas publicações

A discussão terminológica em torno das relações entre ciência e arte reflete a consolidação e o crescimento deste campo de pesquisa, que vem ganhando espaço significativo na academia. Embora existam trabalhos pioneiros na área há mais de quarenta anos, observa-se um aumento exponencial de publicações, eventos e grupos de pesquisa — tanto no cenário nacional quanto internacional — na última década (Root-Bernstein, 1984; Peitgen, Richter &

Franke, 1986; Albertin, 1986; Sawada, Ferreira & Araújo-Jorge, 2017; Araújo-Jorge *et al*., 2018).

Em minha tese já apresentei um levantamento de trabalhos na área (Benedicto, 2018, 2021). No presente estudo, realizo um novo levantamento bibliográfico narrativo, com foco em publicações mais recentes e ênfase especial na produção nacional que aborda as relações, conexões e intersecções entre ciência e arte.

Para esta revisão, utilizei inicialmente a ferramenta de inteligência artificial DeepSeek, com o objetivo de identificar os principais tópicos de pesquisa contemporâneos sobre ciência e arte. Essa consulta foi realizada em fevereiro de 2025, por meio do *prompt*: "Quais os principais temas de pesquisa em ciência e arte hoje?"

A opção por essa ferramenta nesta etapa deve-se à minha familiaridade com ela e à sua capacidade de analisar e sistematizar um grande volume de dados disponíveis — característica que tem levado diversas áreas do conhecimento, inclusive a pesquisa acadêmica, a recorrer a esse recurso (Jabur; Schimidt, 2025). Todavia, ressalto que a inteligência artificial atua como uma ferramenta para complementar o trabalho do pesquisador, e não para substituí-lo. Portanto, suas respostas devem ser sempre analisadas de modo crítico e utilizadas com parcimônia.

Como resultado, foram mapeadas dez áreas temáticas principais: Arte e tecnologia; neurociência e arte; biologia e arte; matemática e arte; ciências dos materiais e arte; física e arte; ciência da computação e arte; filosofia da ciência e arte; história da ciência e arte; educação em ciência e arte[5]. O resultado obtido mostrou-se coerente e pertinente, cumprindo, assim, o objetivo dessa revisão bibliográfica narrativa que é o de demonstrar a pluralidade de possibilidades de pesquisa na área. Dessa forma, os artigos selecionados serão organizados e apresentados de acordo com essas temáticas. Ao longo do levantamento também serão apresentados trechos de alguns trabalhos, os quais foram selecionados por trazem, ao meu entender, interessantes pontos de reflexão sobre a temática.

No tópico **Arte e Tecnologia**, mais especificamente sobre tecnologias computacionais, Shahriar (2022) apresenta uma revisão sistemática sobre o uso de Redes Generativas Adversárias (GANs) na geração de artes visuais, música e textos literários. As GANs são arquiteturas de redes neurais que geram novos dados sintéticos no contexto do aprendizado de máquina. O autor indica como essa tecnologia tem sido útil na criação de obras, principalmente visuais, mas aponta limitações técnicas — especialmente na geração de textos literários — e a necessidade de discutir a autenticidade e a originalidade das obras produzidas.

Santaella (2024) realizou um levantamento histórico e apresentou reflexões contemporâneas sobre o uso da Inteligência Artificial Generativa em diversas áreas artísticas, relacionando suas discussões ao papel da criatividade, uma habilidade tradicionalmente associada ao ser humano. A autora argumenta que o vasto volume de dados gerado por essas

[5] Como curiosidade, realizei a mesma pesquisa em novembro de 2025 e obtive como resposta: Bioarte e arte com matéria viva, Arte generativa e com IA, visualização científica como experiência estética, neuroart e estética neurocientífica, arte climática e Eco-Arte, artes materiais e novos materiais, arte e matemática/geometria e a curadoria em crítica de *Arte-Science.*

IAs pode complementar a produção criativa humana e que a colaboração humano-máquina pode resultar em obras ricas e inovadoras. No entanto, como já salientado por Shahriar (2022), é crucial discutir os limites dessas ferramentas para garantir seu uso ético e responsável.

No eixo **Neurociência e Arte**, destaca-se o livro *"A natureza da arte: o que as ciências cognitivas revelam sobre o prazer estético"*, de Edmond Couchot (2018). Nele, o autor discute as intersecções entre as ciências cognitivas, a arte e a estética, buscando compreender os processos cognitivos do cérebro humano durante experiências artísticas. Em suas análises, utiliza conhecimentos da psicologia, neurociência e teoria da arte para desvendar os mecanismos cognitivos e biológicos associados ao prazer estético.

Madrigal e Guadarrama (2024) também abordam a relação entre a experiência estética e as emoções, evidenciando os mecanismos neurofisiológicos fundamentais para o desencadeamento de processos mentais complexos. As autoras defendem que a compreensão desses mecanismos e de suas inter-relações demonstra como a arte é parte fundamental da formação humana.

Lima (2024) apresenta uma revisão bibliográfica sobre as aplicações da neuroestética à dança, com foco nos mecanismos neurobiológicos envolvidos na percepção do espectador durante uma performance. Em seus achados, o autor identifica diversas atividades cerebrais relacionadas à apreciação, como a ativação do sulco temporal superior posterior e de zonas centrais das vias dorsal e ventral do córtex visual. Ao final, defende a necessidade de mais pesquisas nessa área, ainda pouco explorada, pois os avanços nesse campo poderão auxiliar coreógrafos e dançarinos em seus processos criativos.

No campo da **Biologia e Arte**, Bergamo (2020) discute as implicações da neurobiologia vegetal — área que estuda os aspectos comportamentais e cognitivos desses organismos — na construção de um objeto estético. A autora analisa uma *assemblage* intitulada *Knobby Clubrush*, referente a plantas encontradas nas praias de Melbourne, Austrália, com a denominação fictícia de *Ficínia Nodosa*. Segundo ela

> Em Knobby Clubrush, cada haste robótica foi tratada como um agente robótico-computacional, e essas estruturas de inteligência fabricada são organismos epistêmicos nascidos dentro de uma ação circunscrita intencional, uma ação criativa. Criados com propósitos individuais, esses agentes artificiais simulam e desenvolvem configurações para gerar auto-organização de inspiração biológica como resultado de suas interações. O protótipo inicial foi desenvolvido para experimentar algum potencial de sensibilidade e atuação, a ideia principal era criar uma estrutura robótica onde o movimento resultante seria aparentemente percebido como uma ação ambiental sobre o agente. Essa experimentação de criatividade em materiais e eletrônicos formulou uma série de pesquisas. A haste precisava usar uma matéria flexível o suficiente para causar uma certa capacidade de se dobrar e ao mesmo tempo ser resistente para suportar o Knobby (parte superior em forma de esfera). O Knobby precisava ser uma estrutura plástica e sensível na peça onde os sensores deveriam ser incluídos e com uma materialidade que permitisse sua criação por meio de computação (usando como gerador de forma final uma impressora 3D) (Bergamo, 2020, p. 240).

Em "*Foundations of ArtScience: Formulating the Problem*", Heylighen e Petrovic (2020) estabelecem paralelos entre ciência e arte, identificando convergências e divergências. Os autores apresentam exemplos na área de *ArtScience* e concluem que ambas as áreas compartilham um eixo comum, pois representam maneiras criativas de buscar a compreensão e atribuir significados sobre a humanidade e sua relação com o universo, o mundo e a natureza. Defendem ainda o movimento *ArtScience* como um caminho para vivenciar as complexidades da contemporaneidade.

Renowden, Beer e Mata (2022), em seu artigo " *Exploring integrated ArtScience experiences to foster nature connectedness through head, heart and hand*", investigam como experiências interdisciplinares que integram ciência e arte podem promover uma conexão mais profunda com a natureza. A abordagem adotada é tripartite, envolvendo cognição, emoções e ações (referidas como "cabeça, coração e mãos"). Para isso, os pesquisadores realizaram oficinas que combinaram observações científicas do ambiente natural, produções artísticas e discussões reflexivas com um público diversificado, incluindo artistas, cientistas e membros da comunidade local. Por meio de métodos como observações, entrevistas e questionários, os resultados demonstraram que as experiências proporcionaram maior conexão emocional, empatia e preocupação ambiental. Ademais, observou-se um aumento na compreensão cognitiva de processos naturais, biodiversidade e práticas sustentáveis. Dessa forma, os autores comprovaram a eficácia da abordagem ao engajar múltiplas dimensões humanas na relação com a natureza.

Álvarez (2022) aborda a bioarte — produções artísticas que utilizam processos e materiais biológicos em sua constituição — e discute seu potencial como meio para democratizar a ciência, aproximando o público geral de conceitos científicos complexos. O texto também tece considerações sobre questões éticas e educacionais, uma vez que a bioarte transgride fronteiras entre arte, ciência e tecnologia. Nesse mesmo contexto, Machado (2021) analisa o papel da bioarte na comunicação e divulgação científica na contemporaneidade.

George Hart (2024) investiga as intersecções entre **matemática e arte**, com foco nas artes visuais, defendendo que essas áreas se complementam. Para o autor, a matemática não é meramente uma ferramenta para a arte, mas uma fonte de beleza e inspiração. Em seu artigo, são apresentados conceitos como geometria, simetria, fractais e topologia, frequentemente utilizados em obras artísticas. Hart exemplifica sua tese com obras e artistas que incorporam princípios matemáticos, demonstrando como a integração entre essas áreas é benéfica por oferecer novas perspectivas e possibilidades criativas.

Souza, Pinheiro e Alves (2024) investigam, por meio de um levantamento bibliográfico e de uma abordagem fenomenológica, a presença de geometrias fractais em obras arquitetônicas de diferentes culturas. O estudo concentra-se no campo da etnomatemática, que examina como as práticas matemáticas se inserem e se desenvolvem em distintos contextos culturais. Os autores especificam sua abordagem ao tratar da etnogeometria fractal aplicada a construções arquitetônicas e ao *design*. Em suas análises, apresentam exemplos que abrangem da Antiguidade à Contemporaneidade, com foco em culturas não eurocêntricas. Por fim, concluem que a geometria fractal conecta matemática, natureza e cultura em diversas construções ao

longo da história, e que a compreensão etnogeométrica enriquece o campo arquitetônico ao integrar conhecimentos científicos e saberes ancestrais.

Em uma conexão entre arte, matemática e computação, Kalantari (2024) discute a polinomiografia — uma fusão entre arte e matemática na qual softwares criam obras abstratas a partir de imagens geradas pela resolução de polinômios. O artigo destaca os polinômios cúbicos, cujas raízes são mapeadas em padrões geométricos e fractais, demonstrando como ferramentas matemáticas podem ser aplicadas na criação de artes digitais e objetos estéticos. Dessa forma, a polinomiografia se configura tanto como uma ferramenta educacional para o ensino de conceitos matemáticos quanto como um meio de expressão artística.

Sobre a temática de **Física e Arte**, Lopes (2023) explora a obra *Excitáveis*, do artista brasileiro Sérvulo Esmeraldo, analisando como a ciência e a tecnologia se integram ao seu processo artístico na criação de obras cinéticas. No caso específico, *Excitáveis* utiliza princípios do magnetismo e da eletricidade. Por meio dessa combinação, Esmeraldo cria uma obra que é visual, tátil e cinética, transformando-se pelas interações do público e propondo uma poética do movimento por meio de uma criação em constante mutação. Além da análise da obra, o artigo também destaca a importância e a influência do artista nos cenários nacional e internacional, particularmente no contexto da arte contemporânea.

Martinuzzo (2024) apresenta um artigo que discorre sobre a intersecção entre arte, ciência — especialmente a física quântica — e religião na obra de Waldo Motta, poeta brasileiro. O texto oferece análises sobre o uso da linguagem poética para traduzir conceitos da física, associando-os a questões religiosas e filosóficas na busca por uma visão holística do universo, que sugere uma unidade entre o micro e o macrocosmos.

Outro trabalho relevante é mencionado em um artigo de divulgação da Revista FAPESP. Trata-se de uma pesquisa de cooperação nacional e internacional que buscou compreender cientificamente as modificações nas características visuais de pinturas ao longo de um milênio. Conforme descrito no artigo:

> Embora a arte seja um domínio do subjetivo, um método computacional criado com base em duas medidas inspiradas pela física permitiu quantificar numericamente as mudanças de características visuais na pintura ao longo dos últimos mil anos. Os físicos Higor Sigaki e Haroldo Ribeiro, ambos da Universidade Estadual de Maringá, Paraná, e Matjaž Perc, da Universidade de Maribor, Eslovênia, analisaram imagens digitais, disponíveis no site Wiki Art, de quase 140 mil obras de 2.391 artistas de diferentes épocas e estilos, dos mestres da Renascença italiana aos movimentos da arte contemporânea. Aplicando o método computacional, os pesquisadores mediram como os tons das cores variam na superfície de cada obra e observaram que as duas grandezas físicas permitem distinguir diferentes estilos artísticos. Uma delas é a entropia da obra, que mede o grau de desordem na disposição espacial das cores. A outra é a complexidade, que indica se as cores estão organizadas de maneira simples ou complexa. O trabalho mostrou que grandes mudanças na entropia e na complexidade dos quadros coincidem com momentos revolucionários da história da arte, como o início do modernismo, nos anos 1870, e o surgimento da arte pós-moderna, a partir dos anos 1970 (*PNAS*, 27 de agosto). O novo método poderia, em princípio, ser usado para classificar automaticamente obras de arte. Isso possibilitaria analisar, de uma só vez, milhares de pinturas de uma coleção digitalizada, oferecendo uma visão geral de seus estilos e períodos. “A análise visual de um especialista é

> sempre melhor, mas pode demorar muito para avaliar um conjunto muito grande de obras", diz Ribeiro (A evolução..., 2018).[6]

No que concerne à relação entre **ciência dos materiais e arte**, Miranda (2015) apresenta, em seu editorial da *Revista Matéria*, reflexões sobre como diversas manifestações artísticas se fundamentam no uso de materiais. O autor argumenta que, por um lado, tais manifestações podem ser vistas como meios expressivos e poéticos; por outro, também podem ser analisadas sob a perspectiva dos conceitos da ciência dos materiais em relação à constituição de suas estruturas. O texto ainda menciona a exposição *Interfaces e Fronteiras: Ciência e Arte*, promovida pelo Laboratório de Hidrogênio (LabH2) da Coppe/UFRJ. Como conclusão, o artigo propõe reflexões que merecem destaque:

> - a matéria da arte pode, ela própria, constituir peça artística quando sua análise metalográfica científica agrega a emoção do microscopista na forma em que é representada ?
> - até onde se estendem as fronteiras que definem interfaces entre ciência e arte?
> - seriam ciência e arte elementos de uma combinação efetiva para o estímulo à inovação ?
> - pode a ciência evidenciar diretamente uma arte não intencional ou para ser considerada arte deve necessariamente incluir o singular aporte humano emocional?
> - cientistas pioneiros desafiam o status-quo, por vezes, com mais intuição do que com lógica dedutiva, tal qual um artista, que encanta ao expressar intuitivamente em arte seus sentimentos e emoções;
> - a ciência busca explicações e justificativas para os fenômenos naturais, mas a arte não explica a beleza, pois ela existe meramente na mente de quem a contempla;
> - as imagens da ciência, como as da metalografia, mostram um mundo artístico único, que imerge o observador numa experiência variada de natureza que está além da percepção normal;
> - a ciência se baseia em hipóteses com objetivos específicos a serem comprovados, enquanto a arte é autossuficiente e encerra nela própria a sua finalidade, sem outros propósitos específicos;
> - usar a ciência e a arte como lentes diferenciadas para olhar o mundo é essencial para desenhar o nosso bem estar futuro (Miranda, 2015).

Duque, Duarte e Ferron (2022) discorrem sobre experimentações com materiais têxteis na criação de obras que integram ciência e arte. As autoras apresentam o conceito de "**têxteis embrionários**", definidos como materiais biodegradáveis produzidos por meio de bioprocessos. Em suas análises, demonstram como esses materiais desenvolvem poéticas que remetem a conceitos de vida e transformação, além de abordarem temáticas como sustentabilidade e a interdependência entre seres vivos e o ambiente.

Ainda na discussão sobre materiais e sustentabilidade, Ferdinand *et al*. (2024) examinam o papel da arte pública na conscientização ambiental acerca da poluição por microplásticos. Os autores apresentam as problemáticas ambientais relacionadas a esses

[6] Este texto foi originalmente publicado por Pesquisa FAPESP de acordo com a licença Creative Commons CC-BY-NC-ND. Leia o original aqui: https://revistapesquisa.fapesp.br/a-evolucao-da-pintura-segundo-a-fisica/ (Acesso em 25 de fev. 2025).

materiais, considerados poluentes de grande impacto, e destacam como artistas têm utilizado resíduos em suas obras para criar intervenções públicas que buscam conscientizar a sociedade sobre tais desafios. O estudo também discute como a arte pode contribuir com a ciência, transformando dados complexos em experiências sensoriais e emocionais capazes de engajar o público.

Nas áreas de **História e Filosofia da Ciência e da Arte**, retomo minha discussão (Benedicto, 2021), na qual analisei as atividades artísticas e científicas a partir de perspectivas históricas e filosóficas.

Monica Regina Vieira Leite (2024), em sua tese *Arte e Ciência: contribuições de um ensino para a criatividade na formação de professores de Química e Artes Visuais*, estrutura seu trabalho em duas partes: na primeira, estabelece paralelos entre os desenvolvimentos históricos da ciência e da arte ocidental; na segunda, apresenta resultados de uma pesquisa empírica sobre o papel da criatividade em ambas as áreas.

Francisco Júnior (2020) propõe uma análise inovadora da obra *O alquimista em busca da pedra filosofal descobre o fósforo* (1771), de Joseph Wright, indo além das abordagens tradicionais. Para isso, o autor utiliza a gramática visual, análises técnicas e um contexto histórico-científico detalhado, proporcionando uma interpretação mais rica da temática representada.

Cutrim, Machado e Costa (2023) discutem os desafios éticos e os possíveis efeitos negativos da inteligência artificial nas artes. Com o crescente uso de IA na criação de obras — principalmente visuais —, emergem questões sobre originalidade, autoria, propriedade intelectual e valor artístico. Os autores alertam para a possível desvalorização de artistas humanos, uma vez que a produção em massa por IA pode saturar o mercado e desvalorizar o trabalho profissional. Além disso, problematizam a originalidade dessas obras, visto que são geradas a partir de bancos de dados sem o consentimento dos criadores originais. O artigo também explora os impactos socioculturais, temendo a banalização da arte como produto técnico-comercial. Por fim, defendem a regulamentação e diretrizes éticas para proteger os direitos dos artistas e a autenticidade da expressão artística.

Medeiros (2021), em seu artigo "Arte, criação e criatividade: entre a utilidade e a inutilidade na epistemologia ocidental", apresenta uma revisão crítica sobre como a arte e a criatividade são concebidas na sociedade ocidental, argumentando que a epistemologia ocidental tende a enquadrá-las numa dicotomia entre utilidade e inutilidade. Em sua análise, o autor examina como critérios utilitaristas são empregados para privilegiar a funcionalidade e a produtividade do conhecimento, resultando na marginalização de saberes considerados "inúteis" — aqueles que não geram resultados imediatamente aplicáveis ou tangíveis, como ocorre com a arte e os processos criativos da expressão humana.

Medeiros (2021) sustenta, no entanto, que a arte percorre caminhos de aplicabilidade distintos dos convencionais e, por isso, não pode ser avaliada por padrões tradicionais. Desse modo, a arte — assim como a criatividade — constitui-se como um caminho essencial para: a expressão da subjetividade humana, a crítica social, a transformação cultural e o

questionamento de estruturas de poder, de dominação e de normas sociais estabelecidas, uma vez que proporciona novas formas de relação e interpretação do mundo. Dessa forma, o autor reafirma a legitimidade epistêmica e expressiva da arte, posicionando-a como fundamento da experiência humana na construção de significados e no alargamento do pensamento.

Sobre a relação entre **ciência, arte e educação**, Sousa e Vilas-Boas (2022), em seu artigo "Arte, ciência e educação: um encontro necessário", discutem como, historicamente, a arte e a ciência foram constituídas como áreas distintas, embora ambas representem processos criativos e investigativos que podem convergir em uma relação complementar. As autoras defendem que a educação constitui o espaço ideal para essa integração, capaz de estimular o pensamento crítico, a criatividade e a inovação no processo de compreensão do mundo, na resolução de problemas complexos e no desenvolvimento de uma consciência necessária para enfrentar desafios futuros.

Carrasco e Vidotti (2023) realizam um levantamento bibliográfico sobre a importância das tecnologias digitais — como realidade aumentada e *tours* virtuais — para a criação de ambientes mais inclusivos em museus. As autoras defendem a necessidade de investimentos nessas tecnologias e na capacitação de profissionais de museus para sua utilização adequada.

Tsutsui, Toledo e Martins (2024) descrevem uma experiência pedagógica que integrou arte e ciência no estudo da astronomia, alinhada às propostas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A atividade, realizada com alunos do Ensino Médio (1.º ao 3.º ano) e de um cursinho pré-vestibular, utilizou diversos recursos: a música "Vincent", de Don McLean; a obra *Noite Estrelada*, de Vincent van Gogh; a gravura *Whirlpool Galaxy*; e imagens da estrela V838 Monocerotis, capturadas pelo telescópio Hubble. Por meio da conexão entre esses elementos, foram desenvolvidas demonstrações sobre cor-luz e cor-pigmento, visando mostrar como as observações científicas influenciam a produção artística. Com base nessa experiência, os autores argumentam que:

> É verbalizado, afinal, a quintessência da natureza científica e do fazer artístico; uma fascinação extremamente humana do observável. No cerne de ambas as atividades existe um observador, sensível ao ambiente que habita e instigado a investigá-lo, escamoteá-lo. Os alunos, desse modo, são motivados a enxergar a Ciência, o cientista, a Arte, o artista de maneira mais abrangente, percebendo ambas como atividades peculiarmente humanas. Em relação ao aspecto sensível, a empatia demonstrada por McLean na música "Vincent", pode ser interpretada, sob uma nova luz, não somente ao pintor, mas, mais consideravelmente, a um observador da natureza. A síntese integradora foi condensada em uma frase: "O céu, da Ciência e da Arte, é o mesmo céu" (Tsutsui; Toelos; Martins, 2024, p. 13)

Assim, o trabalho defende a conexão entre ciência e arte como um meio para realizar um ensino mais significativo, engajador, holístico e criativo, alinhado às diretrizes da BNCC.

Fernandes Júnior e Caluzi (2020) realizaram uma pesquisa qualitativa com alunos e um professor de Ciências de uma turma do 9.º ano do Ensino Fundamental em uma escola pública do interior de São Paulo. O estudo foi conduzido por meio de um questionário com o objetivo de compreender as percepções e vivências dos participantes sobre a interdisciplinaridade entre ciência e arte. Dentre os principais resultados, os autores indicam que a interdisciplinaridade enriquece os processos de ensino e aprendizagem e que, ao associar ciência e arte, permite-se

uma abordagem mais criativa e contextualizada dos conteúdos. Por outro lado, tal abordagem ainda enfrenta desafios, principalmente devido à falta de formação docente para trabalhar com as duas áreas, evidenciando a necessidade de investir em capacitações de professores que contemplem visões epistemológicas mais integrativas.

Silva e Silva (2021) realizaram um panorama das pesquisas sobre ciência e arte a partir da análise de 100 artigos publicados em revistas de ensino (Qualis A1 e A2) entre 2000 e 2020, no Brasil e no exterior. O estudo combinou análises quantitativas — como número de publicações por ano, áreas de concentração e instituições envolvidas — e qualitativas, para identificar tendências e desafios. Para isso, foram consultadas 33 revistas, utilizando-se as palavras-chave "arte", "artes", "art" e "ars". Os artigos selecionados também passaram por uma análise de conteúdo sobre quais conhecimentos artísticos e científicos foram discutidos. Conforme os autores, os resultados das análises quantitativas revelam que:

> Foram encontrados um total de 33 revistas e periódicos com publicações sobre a integração entre Arte e ensino de Ciências, dentre os quais, 18 nacionais (55%) e 15 internacionais (45%). Dentre os artigos, 51 estão em revistas e periódicos internacionais e 49 em publicações nacionais. Dois artigos foram produzidos por pesquisadores brasileiros, contudo foram publicados em uma revista internacional, sendo classificados como publicação internacional. Esses dados apresentam, então, um cenário equilibrado entre as publicações brasileiras e internacionais. A revista com maior número de publicações (n = 14) é nacional e intitulada Revista Práxis. As revistas com o segundo maior número de publicações (n = 8) são o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (nacional) e The Physics Teacher (internacional), ambas especializadas em ensino de Física. Esses dados ratificam os valores apresentados no Quadro 4, em que a área do Ensino de Física possui o maior número de produções (n = 39). Os resultados das análises quantitativas dos artigos de revistas Qualis A1 e A2, de acordo com as categorias anteriormente discutidas, estão apresentadas nos Quadros 3 e 4. Podemos observar no Quadro 3 que a maioria dos artigos (n = 36) possui discussões sobre Artes Plásticas no ensino de Ciências, sendo a pintura a mais abordada (n = 15). Com relação à Ciência envolvida (Quadro 4), a maioria dos artigos (n = 39) trata sobre conhecimentos de Física em sua integração com a Arte (Silva; Silva, 2021, p.355).

Na análise qualitativa, os autores basearam-se no referencial teórico de Turkka, Haatainen e Aksela (2017) - proposto no estudo *"Integrating art into science education: a survey of science teachers' practices"*, para categorizar os artigos segundo os modos de integração entre ciência e arte nas atividades educacionais. As categorias estabelecidas foram: integração a partir de conteúdo (por meio de um tema, artefato ou conexão direta) e integração a partir de atividades (baseadas em ciência, arte ou ambas).

> Para as discussões posteriores, descreveremos os parâmetros de cada categoria – integração a partir das atividades (IA) e integração a partir do conteúdo (IC) – e suas subdivisões. A categoria IA pode ser identificada nos trabalhos a partir de verbos ou substantivos que indicam atividades pedagógicas, como analisar, desenvolver, comparar ou desenhar. As subcategorias são geradas a partir do contexto no qual as atividades são realizadas e podem ser denominadas por: i. Atividades baseadas em Ciências: são construídas a partir de práticas científicas, como analisar os pigmentos de uma obra de arte. ii. Atividades baseadas em Arte: são construídas a partir do desenvolvimento de uma obra, construção ou técnica artística. iii. Atividades baseadas em ambas: possuem práticas artísticas e científicas em um mesmo processo pedagógico. Geralmente, são associadas a processos de visualização de alguns fenômenos cotidianos ou experimento científico por meio de desenhos, pinturas e

> esculturas. Os artigos que abordam atividades com obras ou técnicas artísticas no intuito de discutir conceitos científicos ou na representação de modelos foram classificados em "Atividades baseadas em Ciências", visto que a Arte foi utilizada apenas como uma representação da Ciência. A categoria IC é observada na relação, direta ou indireta, de um tema ou de um artefato em comum nas Ciências e na Arte ou em uma ligação direta entre os conteúdos das duas áreas. As subcategorias desse tipo de integração, segundo Turkka, Haataonen e Aksela (2017), podem ser denominadas: i. Integração da Arte por meio de um tema: sugere um tema, um tópico, um fenômeno ou uma ideia geral e abrangente que podem ser abordados por ambas as áreas, como simetria, natureza, cor e luz. ii. Integração da Arte por meio de um artefato: é um tipo de integração baseada em artefatos – máquinas, objetos, obras de arte, poemas e demais construções literárias, filmes e animações – que possuem, simultaneamente, características científicas e artísticas. iii. Integração da Arte por meio de conexão direta: essa subcategoria é elaborada a partir de dois conceitos, ideias ou domínios principais entre Arte e Ciência que são conectados, sem mediação por artefatos ou temas. Logo, a conexão direta é estruturada a partir da ligação entre duas construções: uma científica e outra artística. Por exemplo, uma conexão entre a série de Fibonacci com música e ondas na Física. Turkka, Haataonen e Aksela (2017) exemplificam que uma disciplina denominada "Música e Som" seria categorizada como uma conexão direta, visto que música é um domínio principal dentro da Arte (Silva; Silva, 2021, p.354).

Nessa etapa da análise, os autores identificaram que a maioria das propostas envolvia aulas de ciências para discussão de temas científicos, com 63 trabalhos classificados na categoria de integração por atividades e 47 na categoria de integração por conteúdo — ressaltando que alguns artigos se enquadravam em ambas as categorias.

Entre as atividades baseadas em ciência (28 trabalhos), predominaram análises de materiais que compõem obras artísticas ou o uso de obras como representação de fenômenos ou conceitos científicos. Já nas atividades baseadas em arte (29 trabalhos), os estudantes assumiram o protagonismo na criação de obras, roteiros teatrais ou histórias em quadrinhos. Apenas 6 trabalhos apresentaram sobreposição de temáticas.

Na categoria de integração por conteúdo, foram incluídos trabalhos que desenvolveram materiais pedagógicos — como sequências didáticas, métodos e abordagens de ensino —, mas não realizaram coleta de dados empíricos. Desse grupo, 37 artigos relataram estratégias baseadas em conexões por artefatos, 7 abordaram aulas estruturadas em temas específicos (como a física da luz) e 3 trataram de conexões diretas que exigiam ambas as áreas para sua investigação.

O estudo também identificou que os principais referenciais teóricos utilizados foram: Edgar Morin (pelo seu trabalho sobre o pensamento complexo), Charles Percy Snow (por sua tese das duas culturas) e John Dewey (por suas contribuições à estética e ao ensino de artes).

Por fim, os autores apresentam uma relevante reflexão ao constatarem que a maioria dos trabalhos se concentra na estruturação de aulas e conhecimentos científicos. Em suas palavras

> As produções discutidas neste trabalho são basicamente voltadas para descrição e análise de atividades que podem ser propostas nas salas de aula de Ciências para discutir um assunto científico. Isso pode ser observado a partir do número de produções sobre a integração por meio de atividades (n = 63). É importante destacar aqui que as expressões artísticas não são apenas a representação pura de um tema e,

> assim como as produções científicas, estão atreladas a um ambiente histórico e cultural. Ainda que tenhamos encontrado uma correspondência entre as atividades baseadas nas Ciências (n = 28) ou nas Artes (n = 29), percebemos que há uma carência de estudos em atividades que conectem as duas áreas. Estes valores nos atentam para a maneira como a integração entre o ensino de Ciências e as Artes está realmente sendo estruturada em uma perspectiva alicerçada em epistemologias que colocam o conhecimento científico e artístico como uma construção humana de igual importância. Outros trabalhos envolvendo essa abordagem são, portanto, necessários para esclarecer e aprofundar este ponto das produções. Os autores abordados aqui neste trabalho – Edgar Morin, C. P. Snow e John Dewey, além de outros - podem auxiliar um caminho de integração pleno, na qual a Arte não é apenas um recorte de um tema científico. Não podemos nos esquecer dos fatores estéticos e da fruição envolvida em uma obra de arte.
>
> A integração a partir do Conteúdo (IC) possui uma maior produção baseada em um artefato (artístico ou científico), somando 37 produções. Percebemos que há a necessidade de uma discussão integrando os conhecimentos artístico e científico e, apesar das produções integrarem o ensino de Ciências e a Arte, poucas são as que o fazem por meio de um tema (n = 7) ou por conexão direta (n = 3). Esses dados podem representar uma carência de pesquisas sobre a associação histórica ou filosófica entre as Ciências e a Arte, produzindo temas comuns nas duas áreas. Até então, as produções aqui discutidas basearam suas discussões históricas, didáticas, metodológicas ou filosóficas a partir de um artefato que desencadeou em um tema em comum, não o contrário. (Silva; Silva, 2021, p.363-364).

Leite e Gatti (2023) apresentam um estudo do estado da arte em seu artigo "Arte e Ciência na formação de professores: um levantamento em revistas e eventos da área de ensino de Ciências (2001-2021)". Na pesquisa, as autoras realizaram um levantamento bibliográfico em periódicos e anais de eventos científicos da área de Ensino de Ciências, selecionados com base em seu impacto na divulgação de pesquisas do campo, no período entre 2001 e 2021. O objetivo era compreender como as relações entre ciência e arte têm sido exploradas nessas publicações. Conforme as autoras:

> Os eventos selecionados foram: 10 edições (III-XIII)1 do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), seis edições (VI-XI)2 do Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias (CEnz) e sete edições (VII-XIII)3 do Conference of the European Science Education Research Association (ESERA). Já as revistas selecionadas foram: Ciência & Educação (CIEDU), Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC) e Enseñanza de las Ciencias (Enz).
> Como todos os eventos e revistas são voltados para o EC, a busca pelos trabalhos foi realizada de maneira direta em seus respectivos sites por meio do único descritor: "Art*", 4 a fim de considerar também termos em inglês ou espanhol, no plural (artes) e derivados (artístico, por exemplo). Trabalhos que continham termos como "Estado da arte", "A arte de fazer algo" ou "Artefato", que não tinham relação com o tema (de explorar a relação entre Arte e Ciência), apesar de conterem o descritor, foram desconsiderados nessa etapa. através do descritivo "*Art.*" (Leite; Gatti, 2023, p. 7)

A pesquisa selecionou um total de 19 trabalhos. A análise indicou um aumento no volume de publicações a partir de 2010 e revelou diferentes enfoques nos estudos, tais como: o uso de linguagens artísticas variadas (dança, teatro, artes visuais) para explicar conceitos científicos; o desenvolvimento de atividades interdisciplinares entre ciência e arte; e projetos envolvendo a criação de materiais didáticos.

Os resultados apontam benefícios educacionais nas práticas que integram ciência e arte. No entanto, ainda é necessário superar barreiras como: uma formação docente inicial excessivamente disciplinar; resistências a mudanças nos paradigmas educacionais tradicionais; e a dificuldade de efetivar a integração curricular nas escolas.

Este breve levantamento bibliográfico narrativo teve como objetivo apresentar parte da diversidade temática e de abordagens na área de interseção entre ciência e arte, destacando a riqueza de perspectivas que emergem nas trajetórias investigativas. Embora tenham sido estabelecidas subcategorias — como ensino, física e arte, e tecnologia computacional e arte — , observa-se que muitos trabalhos transcendem essa classificação, pertencendo a múltiplos grupos temáticos simultaneamente. Vale ressaltar que a maioria das produções identificadas envolve questões educacionais e que houve um aumento significativo no número de pesquisas na última década, incluindo contribuições relevantes de pesquisadores e instituições brasileiras.

Quanto à metodologia, o levantamento foi organizado segundo categorias propostas pela inteligência artificial *DeepSeek*, visando a uma melhor sistematização dos trabalhos. Entretanto, constatou-se que a temática "química e artes" não se destacou nessa análise. De fato, nas ferramentas de busca de trabalhos acadêmicos, os artigos apresntados como mais relevantes tendem a abordar principalmente física e biologia como bases científicas. Contudo, a presente pesquisa fundamenta-se na integração entre conhecimentos químicos e artes visuais, o que justifica um enfoque especial nessa intersecção específica. Assim, é pertinente destacar algumas pesquisas representativas dessa categoria.

4.3 Química e Arte em alguns trabalhos

Para o levantamento dos trabalhos sobre química e arte utilizei obras que conheci ao longo da minha jornada acadêmica e elenquei alguns trabalhos encontrados com a busca do *google acadêmico* através da expressão “química e arte”. Novamente, selecionei artigos procurando evidenciar a diversidade de focos de pesquisa na temática.

O Manual do Artista, de Ralph Mayer, teve sua primeira edição publicada em 1940 e mantém-se até hoje como uma das principais referências sobre materiais e técnicas de pintura. A obra aborda uma variedade de tópicos, incluindo pigmentos, tintas, solventes, diluentes, gomas, colas e métodos de conservação. Destaca-se, ainda, um capítulo inteiro dedicado aos fundamentos da química, no qual são discutidos conceitos teóricos básicos da área. A publicação já se encontra em sua 5.ª edição, lançada em 2016 (Mayer, 2016). No prefácio da edição original, o autor apresenta uma justificativa relevante sobre a importância do conhecimento teórico para a prática artística:

> O artista estuda seus materiais e métodos com a finalidade de adquirir o maior controle possível em suas manipulações, para que assim obtenha as melhores características da técnica que escolhe, expresse e transmita apropriadamente suas intenções e garanta a permanência de resultados. O eventual abandono de métodos já comprovados implicará o sacrifício de um desses objetivos. No entanto, aqueles que alcançam um domínio completo e inteligente dos princípios básicos são capazes de alterar com êxito

> os procedimentos estabelecidos, adaptando-os ás suas necessidades individuais (Mayer, 2016, p. V).

De fato, as intersecções entre as ciências naturais e as artes apresentam um ponto de convergência particularmente relevante quando se considera a relação entre química e artes plástico-visuais[7] (pintura, gravura, desenho, escultura, fotografia etc.). Essa conexão se justifica pelo fato de que a química fornece fundamentos teóricos essenciais para a compreensão de materiais e técnicas artísticas. Essa relação remonta ao século XIX, como evidenciam obras como "Química aplicada a las artes", de M. J. A. Chaptal (1821)[8] *e o* e "Química aplicada à tintura e blanqueamento...", de Jean-Baptiste Vitalis (1830)[9].

Outra publicação relevante na área de materiais e técnicas artísticas é o *Manual Prático do Artista: Equipamentos, Materiais, Procedimentos, Técnicas*, de Ray Smith (2006). Diferentemente da obra de Mayer, este manual abrange não apenas a pintura, mas também desenho, gravura, fotografia e conservação de molduras, configurando-se como um compêndio mais abrangente de técnicas artísticas.

No âmbito da fotografia, destaca-se *Química Fotográfica*, de Pierre Glafkidès (1953), que constitui um tratado minucioso sobre os processos físico-químicos envolvidos na produção de imagens. A obra examina em detalhe aspectos como: a natureza da luz e sua interação com materiais fotossensíveis; a composição e ação dos compostos de fixação e sensibilização cromática; e os processos de estabilização e escurecimento das imagens.

Recentemente, os processos fotográficos alternativos — como cianotipia, antotipia e fitotipia — têm despertado considerável interesse científico, conforme demonstram os estudos de Coelho (2013), Saéz (2020), Costa (2022) e Myckowski *et al*. (2022).

A aplicação da química nos materiais e métodos artísticos permanece um campo de pesquisa atual, conforme evidencia o artigo "A Química na Arte: Composição, Reações e o Desenvolvimento de Materiais" (Pinheiro; Bezerra, 2022), que explora as últimas inovações nessa intersecção científico-artística.

De fato, compreender as artes plástico-visuais pela perspectiva científica da química não apenas permite uma melhor compreensão e manipulação de materiais e técnicas, como também é essencial para a restauração e a análise de obras. Essa relevância é enfatizada na entrevista

---

[7] Estou cunhando esse termo tendo a seguinte consideração: Artes plásticas seriam aquelas que se utilizam da manipulação de materiais em sua criação (diferente de um poema, por exemplo). Já as artes visuais são aquelas que criam obras que priorizam o sentido da visão. No entanto, nem toda obra plástica tem, na visão, sua base, como por exemplo, Diários de Cheiros: Teto de vidro, de Josely Carvalho, entre outras possibilidades como indicado no artigo “O que a cegueira oferece á arte:a experiência de conhecer obras com sentidos além da visão” (Vasconcelos, 2024).

[8] Parte da obra pode ser encontrada no *google books* pelo link https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=WJXuF_XF6XgC&oi=fnd&pg=PA1&dq=quimica+y+arte&ots=BHoW83VL3L&sig=JQ7Y3stAkB0jG1IeSlhRCzBcQ9g#v=onepage&q=quimica%20y%20arte&f=false (Acesso em 11 mar. de 2025).

[9] Parte da obra pode ser encontrada no *google books* pelo link https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=3_xxSQYcg7oC&oi=fnd&pg=PA1&dq=quimica+y+arte&ots=pbzL5Cg2yc&sig=5urG7R1rF-juwzuRikasUeDVqoU#v=onepage&q=quimica%20y%20arte&f=false (Acesso em 11 mar. de 2025).

com o professor de restauro Maurízio Coladonato (*Revista Restauro*, 2017) e em trabalhos como: "Análise química de pigmentos de arte rupestre do sudoeste do Piauí", de Maria Conceição Soares Lage (1997); "Para que serve à história da arte a identificação de pigmentos utilizados numa pintura", de António João Cruz (2006); e "História breve dos pigmentos 1 – da arte do homem pré-histórico", de João M. Peixoto Cabral (2006).

Além disso, existem periódicos especializados que focam em produções sobre conservação e restauro de obras e patrimônios, a exemplo do "*Conservation Science in Cultural Heritage"*[10] e a supracitada "Revista Restauro"[11].

A conexão entre química e arte estende-se para além das aplicações diretas em técnicas e materiais artísticos. Numerosos trabalhos têm explorado como ideias e conceitos químicos podem emergir nas produções artísticas, estabelecendo uma relação rica e multidisciplinar entre essas áreas. Um exemplo é o estudo de Manzano e Barboza (2020), intitulado "*La Fragua: Ejemplo transversal de química, música y artes plásticas*", que discute como a produção de ferro e de seus utensílios, desde a Pré-História, conecta-se com expressões visuais e musicais, ilustrando como a química atua como uma ponte para diversas formas de arte.

Outro exemplo relevante é o trabalho de Gorri e Santi Filho (2009), que analisa a presença de temas científicos e químicos em pinturas do século XVIII. Já Porto (2000) investigou a influência de conceitos químicos na obra poética de Augusto dos Anjos, revelando como ideias científicas podem permear inclusive a literatura.

Em minhas próprias produções (Benedicto, 2010; 2015), busquei destacar como conceitos da química se manifestam nas obras de escritores consagrados, como Clarice Lispector e Manuel Bandeira, demonstrando o potencial das ciências para enriquecer a interpretação das artes literárias.

Ademais, a conexão entre arte e química apresenta significativo potencial educacional, criando um espaço para os alunos explorarem a interseção entre os dois campos. Em um trabalho recente propus uma atividade para estudantes do 1.º ano do Ensino Médio na qual criaram obras visuais com a temática "Meu mundo atômico" (Benedicto, 2024). Os alunos foram desafiados a utilizar conceitos discutidos em Química — como atomística — para expressar suas impressões, vivências e visões de mundo de maneira artística. A análise das obras revelou que os estudantes empregaram diversas formas de pensamento e recursos, como elementos naturais, símbolos, vivências pessoais e expressões psíquicas, para construir narrativas visuais que integraram visões científicas objetivas com interpretações artísticas subjetivas.

Leite e Gatti (2023, 2024), em seus estudos, argumentam a favor da importância do desenvolvimento da criatividade na formação de químicos, sugerindo que esse potencial criativo pode ser estimulado por meio de abordagens que integram ciência e arte. Em especial, as pesquisadoras destacam o papel das expressões artísticas nas práticas alquímicas históricas,

[10] https://conservation-science.unibo.it/ Acesso em 13 de mar. 2025.
[11] https://web.revistarestauro.com.br/ Acesso em 13 de mar. 2025.

propondo que esse legado pode servir como um valioso recurso pedagógico no ensino de Química. Conforme explicitam as autoras:

> [...] o contato dos alunos com os conhecimentos historicamente construídos pelo homem é de suma importância para o desenvolvimento da criatividade e para o aprimoramento da compreensão da Ciência. Além disso, refletir acerca dos elementos artísticos e das demais dimensões que constituem a Alquimia é algo fundamental para se educar de maneira mais humana o olhar que se tem a respeito desta área e, consequentemente, da Química em si (Leite, Gatti 2023, p. 12)

Silva e Silva (2024) também defendem a importância da criatividade na formação de professores de Química. Em um de seus trabalhos, as autoras analisam atividades nas quais os docentes foram desafiados a criar desenhos humanoides de elementos químicos. Tais propostas visavam integrar a arte ao ensino da Química, estimulando a imaginação e a conexão emocional dos alunos com os conceitos científicos.

Eichler, Eichler e Del Pino (2018) propõem uma abordagem mais humanizada e sensível para o ensino de Físico-Química, integrando a estética como ferramenta pedagógica. Os autores defendem que a inclusão de aspectos estéticos e artísticos torna o ensino das ciências mais envolvente e significativo, transformando a experiência de aprendizagem e aumentando seu apelo junto aos estudantes.

Por meio de uma análise documental focada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), Ramos e Bezerra (2021) argumentam que a arte pode atuar como uma linguagem transformadora no ensino de Química, tornando a aprendizagem mais dinâmica, envolvente e humana. Ao integrar ciência e arte, os educadores podem despertar o interesse dos estudantes e ajudá-los a construir uma relação mais positiva e significativa com a disciplina, criando um ambiente de aprendizagem científico mais estimulante e acolhedor.

Outro segmento de pesquisa que merece destaque é o que conecta química e arte em um contexto cultural, abordando questões de ancestralidade, relações étnico-raciais e saberes das culturas africanas.

Nesse recorte temático, destaca-se o trabalho “O período das artes práticas: a química ancestral africana” (Pinheiro, 2021), que explora as contribuições dos conhecimentos químicos desenvolvidos por civilizações africanas antigas e analisa como essas práticas ancestrais influenciaram a história da Química e da tecnologia. O texto resgata a importância das artes práticas — como metalurgia, cerâmica, produção de corantes, cosméticos e medicamentos — enquanto formas de conhecimento químico aplicado, essenciais para o desenvolvimento das sociedades africanas. Ademais, o autor critica a visão eurocêntrica da história da química, defendendo uma perspectiva mais inclusiva e plural que reconheça as contribuições de civilizações não ocidentais.

Na mesma linha, Faiad (2020), em “Arte afro-brasileira e Química: caminhos interdisciplinares para a Educação das Relações Étnico-Raciais”, propõe uma abordagem interdisciplinar que integra a arte afro-brasileira e o ensino de Química, visando promover a Educação das Relações Étnico-Raciais no ambiente escolar. O texto enfatiza a valorização da

cultura afro-brasileira e de suas contribuições científicas e tecnológicas, frequentemente invisibilizadas no currículo tradicional. A proposta central utiliza a arte afro-brasileira — representada pela obra visual Divisor 2, de Ayrson Heráclito, e pelo curta O Babado de Toinha, do coletivo Catarse — como ponto de partida para o ensino de conceitos químicos.

No artigo "Conhecimento que vale ouro: química e cultura negra para educação escolar quilombola", Faiad, Lima e Maringolo (2021) articulam cultura negra e saberes químicos a partir da canção "Francisco de Oxum", com o objetivo de modificar as narrativas tradicionais e valorizar a contribuição da população negra e das comunidades quilombolas na história do Brasil.

Há ainda o trabalho "Química ancestral africana", de Amauro e Silva (2021), que identifica saberes químicos e ancestrais africanos no mito "Ogum cria a forja", em uma proposta pedagógica orientada para um ensino de Química antirracista.

Além disso, podem-se citar trabalhos que articulam a Química com diferentes linguagens artísticas, como teatro, performance, dança, música e histórias em quadrinhos. Como exemplos dessas possibilidades, destacam-se os seguintes estudos: "O emprego do teatro como forma de divulgação científica em química" (Banedettu Filho *et al*., 2013), "A contribuição da arte para a formação inicial de professores de Química" (Guimarães e Silva, 2016), "Trazendo o corpo para a cena: uma atividade interdisciplinar envolvendo química e dança", "A música na didática em ciência: uma revisão bibliográfica a partir dos anais do ENEQ" e "Uma revisão de base cienciométrica sobre as histórias em quadrinhos no ensino de Química: uma análise do ENPEC, ENEQ e RASBQ".

O levantamento desses trabalhos que tomam a Química como representante das ciências reforça a discussão apresentada no tópico anterior: a grande área "Ciência e Arte" apresenta uma ampla gama de possibilidades investigativas. A criatividade no pensamento científico constitui-se como um fator que impulsiona tal diversidade de pesquisas, conforme já evidenciado por Leite (2024).

Dentre as possibilidades elencadas, observa-se que não apenas os diferentes segmentos das ciências exatas contribuem, mas também as múltiplas linguagens artísticas, gerando inúmeras interseções e conexões. No entanto, como indicado por Silva e Silva (2021) e corroborado por minhas observações durante este levantamento bibliográfico, é notável a predominância das artes plásticas e, em especial, daquelas que se referem a obras visuais.

Tal predominância não surpreende. A história da ciência — enquanto segmento da história do conhecimento humano — demonstra que as construções **imagético-visuais** sempre foram imprescindíveis para sua prática, mesmo antes da consolidação do conceito moderno de ciência entre os séculos XVIII e XIX (Pombo; Di Marco, 2010; Benedicto, 2021; Fortes, 2018, Leite; Gatti, 2023).

No parágrafo anterior, utilizei o termo "imagético-visuais". Reconheço que, a priori, o termo "imagem" já suscita uma ideia de visualidade. No entanto, compreendo que a imagem

seja um conceito mais amplo, no qual a expressão visual representa apenas uma de suas possibilidades. Dessa forma, torna-se necessário discutir uma definição conceitual para esse vocábulo.

5 IMAGEM: EM BUSCA DE UM CONCEITO

Assim como os conceitos de arte, ciência e cultura, a noção de **imagem** configura-se como uma construção complexa e dinâmica, que reflete transformações de ordem cultural, tecnológica, filosófica e contextual. Sua abrangência semântica estende-se desde representações visuais — tanto estáticas quanto dinâmicas — até construções mentais, conceituais e as impressões que formulamos sobre objetos, pessoas ou ideias. Como aponta Joly (2012):

> O termo imagem é tão utilizado, com tantos tipos de significação sem vínculo aparente, que parece ser bem difícil dar uma definição simples dele, que recubra todos seus empregos. De fato, o que há de comum, em primeiro lugar, entre um desenho infantil, um filme, uma pintura mural ou impressionista, grafites, cartazes, uma imagem mental, um logotipo, "falar por imagens", etc.? O mais impressionante é que, apesar da diversidade de significações da palavra, conseguimos compreende-la. Compreendemos que indica algo que, embora sem sempre remeta ao visível, toma alguns traços emprestados do visual e, de qualquer modo, depende da produção de um sujeito: imaginária ou concreta, a imagem passa por alguém que a produz ou reconhece (Joly, 2012, p.13).

Pelo trecho destacado, nota-se que a autora expressa o dinamismo encontrado no termo imagem; no entanto, na continuação, já apresenta um viés interpretativo. Em suas palavras:

> Isso quer dizer que a "natureza" não nos propõe imagens e que elas são necessariamente "culturais"? uma das definições mais antigas da imagem, a de Platão, coloca-nos na trilha certa: "Chamo de imagens, em primeiro lugar as sombras, depois os reflexos que vemos nas águas ou na superfície de corpos opacos, polidos e brilhantes e todas as representações do gênero". Imagem, portanto, no espelho, e tudo o que emprega o mesmo processo de representação; já percebemos que a imagem seria um objeto segundo com relação a um outro que ela representaria de acordo com certas leis particulares (Joly, 2012, p 13-14).

Em sua obra 'Introdução à Análise da Imagem', Martine Joly (2012) explora a multiplicidade de possibilidades do conceito de imagem, porém, fundamenta sua análise predominantemente na perspectiva representacional - ou seja, na imagem enquanto signo que remete a um referente -, ancorando-se nos pressupostos teóricos da semiótica, ciência que estuda os sistemas de significação.

Santaella e Noth (2015) em seu livro "Imagem: cognição, semiótica, mídia" também seguem por um caminho parecido ao escreverem que:

> O mundo das imagens se divide em dois domínios. O primeiro é o domínio das imagens como representações visuais: desenhos, pinturas, gravuras, fotografias e as imagens cinematográficas, televisão, holo e infográficas pertencem a esse domínio. Imagens nesse sentido são objetos materiais, signos que representam o nosso meio ambiente visual. O segundo é o domínio imaterial das imagens em nossa mente. Neste domínio as imagens aparecem como visões, fantasias, imaginações, esquemas modelos ou, em geral, como representações mentais. Ambos os domínios da imagem não existem separados, pois estão inextricavelmente ligados já na sua gênese. Não há imagens como representações visuais que não tenham surgido de imagens na mente daqueles que a produziram, do mesmo modo que não há imagens mentais que não tenham alguma origem no mundo concreto dos objetos visuais.

> Os conceitos unificadores dos dois domínios da imagem são os conceitos de signo e representação. É na definição desses dois conceitos que reencontramos os dois domínios da imagem, a saber, o seu lado perceptível e o seu lado mental, unificados em algo terceiro, que é o signo ou representação (Santaella; Noth, 2015, p. 15).

De fato, ao analisar a etimologia da palavra "imagem", verifica-se que ela deriva do latim *imago*, que significa "representação", "cópia", "retrato" ou "figura". O termo está intrinsecamente ligado à ideia de imitação ou reprodução de uma pessoa, objeto ou cena. Conforme observado por teóricos como Joly, Santaella e Noth, muitas discussões sobre a imagem partem precisamente desse pressuposto representacional.

Realmente, as imagens possuem uma função representacional, como atestam as tradições interpretativas que vão da iconologia de Panofsky às contribuições da semiótica (Calabrase, 1987; Gombrich, 2012; Aumont, 2012; Panofsky, 2014). No entanto, defendo que essa etapa interpretativa — na qual se buscam conexões representativas e significados — constitui um momento posterior dentro de um processo mais amplo do que se pode entender como imagem. Inclusive, como observam Santaella e Noth (2015, p. 15), anterior à compreensão representativa e interpretativa, encontra-se a percepção.

Nesse sentido, para corroborar essa perspectiva, recorro às palavras de Justo Villafañe (2006), que em sua obra *Introducción a la teoría de la imagen* afirma:

> A imagem como representação é o conceito mais cotidiano que possuímos e por ele, se reduz esse fenômeno a unas quantas manifestações. No entanto, o conceito de imagem compreende outros âmbitos que vão mais além dos produtos de comunicação visual e de arte; implica também processos como o pensamento, a percepção, a memória, em resumo, o comportamento. E, portanto, um conceito mais amplo que o de representação icônica (Villafañe, 2006, p 29).

Nessa obra, Villafañe reconhece a imagem como um sistema de comunicação, mas discute a ampliação desse conceito. Diante da polissemia do termo, ele propõe uma "teoria da imagem" como um caminho discursivo científico para estudar os processos básicos que a sustentam e que criam os invariantes que constituem sua natureza. O autor explicita a dificuldade de estabelecer uma definição homogênea, mas afirma ser possível articular classificações que permitam clarificar sua compreensão.

Para isso, propõe três invariantes fundamentais em qualquer imagem:

- **Uma seleção da realidade**, que consiste na apreensão perceptiva do mundo e dos objetos;
- **Um repertório de elementos factuais/configurantes**, que sistematizam aquilo que foi percebido;
- **Uma sintaxe**, que expressa a manifestação de uma ordem e uma significação dos elementos.

Esses componentes desdobram-se em dois processos complementares: a **percepção** — relacionada aos elementos plásticos, ou seja, aos aspectos formais e sensoriais — e a **representação** — vinculada aos elementos semânticos, concernentes à interpretação e significação.

Partindo desses pressupostos, Villafañe afirma que toda imagem possui um referente na realidade, isto é, uma iconicidade. Essa relação referencial pode variar desde o mais objetivo (como uma imagem natural) até o mais aberto (como uma pintura abstrata), criando, assim, diferentes graus de iconicidade. Logo, toda imagem constitui um modelo de realidade, havendo três modos possíveis de modelização: a representativa, a simbólica e a convencional.

Mesmo reconhecendo a dimensão sígnica e comunicativa das imagens, ele propõe um processo mais amplo, situando-as em um momento formativo anterior à sua interpretação. Portanto, segundo Villafañe, a imagem seria uma estrutura composicional de elementos plásticos — derivados da apreensão sensorial da realidade — que posteriormente estabelecem relações referenciais com seu contexto de origem (o que o autor denomina "realidade").

Embora essa concepção me pareça mais abrangente que a abordagem puramente semiótica, identifico três eixos que merecem desenvolvimento: (1) o próprio termo "realidade", (2) os mecanismos de percepção imagética e (3) sua dimensão ontológica.

Primeiramente, proponho substituir a noção de "porção de realidade" por "**porção de mundo**", uma vez que o próprio conceito de realidade é passível de questionamento filosófico. Entendo "mundo" aqui como o entorno acessível por meio de nossas vivências, experiências sensoriais, emocionais e cognitivas e que inclui tanto ao mundo “físico” quando o mundo da mente e da imaginação (imagens mentais).

Quanto à percepção da imagem, formulo uma crítica aos trabalhos de Villafañe (2006), Joly (2012), Aumont (2012) e Santaella e Noth (2015), cujas análises se restringem ao âmbito visual. Se aceitarmos que a imagem constitui uma porção de mundo dotada de significado, surgem questões fundamentais: a capacidade de gerar imagens estaria limitada a sujeitos videntes? E as imagens estariam confinadas apenas à percepção humana?

Com relação à primeira pergunta, entendo que muito do que se exemplifica por imagem beira o visual, mas acredito que reduzir sua compreensão a um único sentido humano expressa quase que uma "colonização do olhar". Afinal, como já mencionado, as imagens estão associadas a percepções, e estas podem ocorrer por qualquer um dos sentidos.

Para exemplificar, consideremos a seguinte situação: ao adentrar uma sala escura — seja ela conhecida ou não —, na qual não é possível acender a luz, e tendo de explorá-la apenas pelo tato, não seria possível criar um mapa (ou seja, uma imagem) dessa sala e dos objetos nela presentes?

Para endossar essa perspectiva, recorro ao trabalho de Dannyelle Valente (2009), intitulado “Os diferentes dispositivos de fabricação de imagens e ilustrações táteis e as possibilidades de produção de sentido no contexto perceptivo dos cegos”. No artigo, a autora aborda questões associadas à produção de imagens ilustrativas para cegos, que buscam

expressar seus conteúdos por meio de diferenças de relevo acessíveis ao tato. No entanto, discute que esses materiais são frequentemente produzidos por videntes e não expressam a mesma forma de compreensão de mundo de uma pessoa cega — sobretudo no caso de cegueira congênita —, conforme evidencia no trecho:

> Sendo assim, existem provavelmente distanciamentos e particularidades entre o modelo perceptivo e o resumo cognitivo que os cegos constroem dos objetos e os modelos perceptivos e resumos cognitivos construídos pelos videntes. Este aspecto pode ser observado em alguns desenhos originais realizados por crianças e adultos cegos. Marek (2008:95) descreve, por exemplo, o desenho de um ônibus realizado por uma criança cega, cuja estrutura é bastante distinta da forma como nós videntes costumamos representá-lo. O desenho se compõe de três linhas. Duas horizontais paralelas representam os degraus da escada em que seu pé entra em contado e uma linha vertical ao lado destas representa a barra de apoio de suas mãos ao interior no ônibus. Da mesma forma, em um estudo sobre a representação de diferentes categorias de objeto por crianças cegas de Vinter e colaboradores (artigo em publicação) o desenho do copo é representado através uma ou mais linhas circulares, indicando provavelmente uma referência à forma circular sentida pelas mãos na manipulação deste objeto. A representação da escada de Manuela, cega de nascimento, participante do estudo longitudinal de Duarte (2004, 2003) é composta de linhas horizontais intercaladas e sobrepostas indicando o contato de seus pés com os degraus (Valente, 2009, p. 76).

Em sua discussão, Valente (2009) apoia-se na semiótica pragmática de Peirce para comparar a interpretação de artefatos entre sujeitos de distintos contextos cognitivos, históricos e culturais — no caso, videntes e cegos. A autora reforça que a "interpretação de um signo é, desta forma, relativa e não fixa; e pode-se, assim, dependendo do sujeito e do contexto, obter diferentes interpretantes para um mesmo signo" (Valente, 2006, p. 68).

Portanto, a visão não é o único sentido capaz de perceber o mundo e dele criar imagens — todos os demais sentidos também podem desencadear o processo de geração imagética. Por exemplo, ao sentir um perfume e associá-lo a flores, ou ao experimentar um sabor novo e relacioná-lo a uma fruta conhecida, é possível que flores e frutas adquiram contornos mentais, tornando-se imagens. Ao ouvir uma música, é possível atribuir-lhe determinadas formas — pode-se descrevê-la, por exemplo, como uma "música sinuosa". Ler uma onomatopeia ou escutar um determinado som também pode iniciar a produção de uma imagem. Ao ler ou ouvir um conto que narra uma personagem fantástica, atribuem-se contornos mentais ao que está sendo descrito. Vale notar que o próprio verbo "imaginar" tem, entre seus significados, o de "formar imagens mentais".

Gostaria, ainda, de avançar nessa discussão sensorial, propondo que os sentidos produtores de imagem não se limitam necessariamente à esfera humana. Incluo aqui a produção de certas imagens tecno-científicas, que se formam a partir de estímulos captados por sensores não humanos. A fotografia é um exemplo paradigmático: seja analógica ou digital, a imagem fotográfica forma-se quando o estímulo luminoso incide sobre um papel fotossensível — onde a luz provoca reações químicas — ou sobre um sensor digital que converte a luz em sinal elétrico, posteriormente traduzido nos contornos da imagem. Uma televisão de tubo antiga forma imagens quando um feixe de elétrons atinge a tela sensibilizada; nesse encontro, a imagem se constitui. De modo análogo, uma imagem radiográfica forma-se quando uma

quantidade de raios X incide sobre um objeto — como uma parte do corpo —; parte dessa radiação é absorvida ou bloqueada (por exemplo, pelos ossos), e a parcela que o atravessa é captada por um sensor, que interpreta o sinal e gera a imagem.

Dessa forma, o que há de comum nessas experiências sensoriais e tecnológicas, e o que se pretende compreender por "imagem"? Em todos os casos, ocorre a captação de estímulos por sentidos ou sensores[12] que são então traduzidos em certos elementos formativos (pontos, linhas, cores, texturas). os quais são traduzidos em elementos formativos — como pontos, linhas, cores e texturas. Tais elementos, por sua vez, conectam-se e organizam-se em um sistema que confere contornos, produzindo uma forma (física ou mental) a uma porção de mundo. É essa configuração de elementos que constitui a imagem, a qual, posteriormente, poderá passar por uma etapa de decodificação, envolvendo processos de leitura e interpretação. Nos exemplos citados, a imagem surge sempre de um encontro — entre estímulo e superfície, entre energia e interpretação. Seja na mente ou na máquina, ela emerge da tradução de um sinal em forma.

Embora tenha indicado o movimento de interpretação como uma etapa posterior do processo, é importante ressaltar que a própria tradução de estímulos captados pelos sentidos já é, em si, uma ação interpretativa. Essa ação, contudo, não visa atribuir significados no sentido semiótico do termo, mas sim conferir elementos formativos àquilo que foi experienciado. Ressalta-se ainda que essa experiência formativa é condicionada por contextos e vivências específicos (Valente, 2009). Por exemplo, a imagem tátil construída em um ambiente anteriormente conhecido pela visão será distinta daquela formada em um ambiente nunca antes vivenciado. Da mesma forma, as imagens evocadas por uma leitura estarão necessariamente vinculadas às experiências e ao contexto do leitor.

Por fim, antes de apresentar minha proposta conceitual de imagem, cumpre discutir um último aspecto, de caráter filosófico, que concerne à ontologia da imagem. A ontologia, enquanto ramo da filosofia que estuda o ser e a existência, é aqui mobilizada para refletir sobre a imagem como coisa em si — como "ser". Como exposto anteriormente, há uma tradição que considera a imagem primordialmente como uma representação de algo exterior — como sugere sua própria etimologia. De fato, as imagens estabelecem conexões com uma porção de mundo, seja ela material ou não. No entanto, reitero que compreendê-la como referência constitui a etapa final do processo, quando buscamos construir conexões significativas e interpretá-la. Em primeiro lugar, a imagem é, a meu ver, uma resposta formativa às percepções de uma parcela do mundo em seu ato de se apresentar. Com isso, defendo que, antes de representar algo, a imagem constrói-se como uma apresentação.

Para dar base a essa discussão trago o texto “Ontologia da imagem” de Carla Francalanci (2009), que já inicia seu artigo firmando que

[12] Lembrando que a palavra sensor indica aquele que sente, no caso, um dispositivo que responde a um estímulo físico, e ainda, em última instância a percepção humana também é uma reposta neurológica a estímulos físico-químicos. Por exemplo, os cones e bastonetes são os sensores de luz da visão humana, e estes geram um sinal elétrico que será traduzido em cores.

> Quando algo aparece, ele oferece, de si, uma visão, ele nos dá a ver um aspecto, uma visão, uma imagem. Podemos denominar imagem, assim, a realidade em seu modo de ser mais imediato, seu fazer-se presente para nós (Francalanci, 2009, p. 67).

Na continuação a autora traz que:

> Pertencem à nossa experiência cotidiana da imagem dois componentes inseparáveis: no apresentar-se de algo em seu aspecto, nos encontramos diante desse algo, em seu tornar-se manifesto, ao modo uma presença evidente, imediata, indubitável. E ainda, a cada vez que algo se faz presente, ele dá de si um ângulo, uma nova faceta, uma imagem distinta. Podemos, dessa forma, ter diferentes imagens, de acordo com as diferentes perspectivas desde as quais observamos uma mesma coisa. Contudo, nessa experiência da variação de um mesmo, ao dizermos que uma mesma coisa se apresenta em suas variações, procedemos a uma separação, entre uma coisa e suas imagens possíveis. (Francalanci, 2009, p. 67-68).

Francalanci defende que as imagens estabelecem uma relação com uma porção do mundo — um objeto —, correspondendo àquilo que se apresentou na experiência com esse objeto. No entanto, ela ressalta que nunca experienciamos um objeto em sua totalidade, mas sempre por meio de uma de suas partes. Cada encontro com o objeto revela um aspecto ou um ângulo diferente. Desse modo, um mesmo objeto pode gerar múltiplas imagens. Por isso, a imagem não é o objeto em si, mas constitui-se como uma entidade autônoma, que se relaciona com seu referencial como uma configuração particular no ato de apresentar-se.

Portanto, a imagem consiste em uma configuração daquilo que se apresenta — isto é, uma forma ou aparência que emerge da organização de elementos estruturantes. Quando esses elementos se unem e se sistematizam, criam uma entidade autônoma, uma coisa em si.

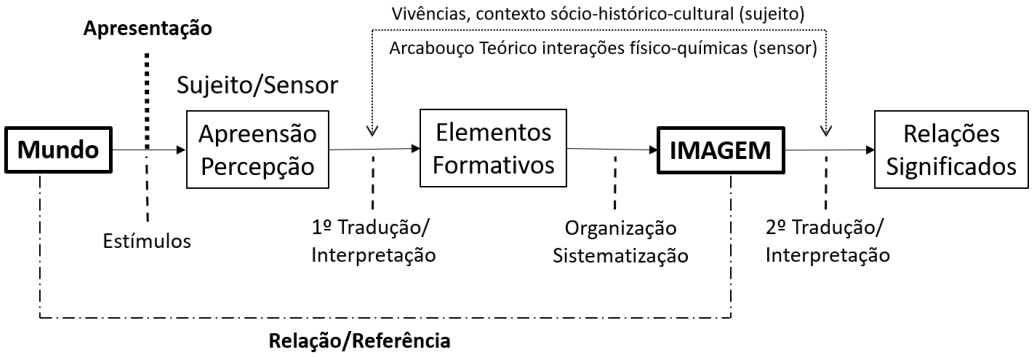
Essa entidade mantém, contudo, uma relação com o objeto que se apresentou ao sujeito, embora imagem e referente constituam coisas distintas. Dessa forma, o primeiro momento da imagem é o da apresentação; somente posteriormente estabelece-se uma relação com seu referente[13].

Assim, com base nas discussões realizadas, compreendo a imagem como um modo de percepção do mundo. Essa percepção ocorre quando, ao experienciarmos uma porção do mundo, esta se apresenta por meio de componentes sensoriais que são captados e traduzidos — ou interpretados — pelos sentidos em elementos formativos (pontos, linhas, cores, texturas etc.). Tais elementos inter-relacionam-se em um sistema organizado que confere contornos a essa porção de mundo — seja ela física ou mental —, criando, assim, uma forma e, portanto, constituindo a imagem.

Somente após essa percepção e construção formativa é que se inicia uma segunda etapa, de decodificação/interpretação, na qual se buscam estabelecer relações entre a imagem e o mundo experienciado, atribuindo-lhe significados. A Figura 1 apresenta um esquema desse processo

[13] Para entender os modos de relação com o referente pode-se utilizar de estudos como o da semiótica, que serão discutidos em mais detalhes posteriormente.

Figura 1 - Esquema do processo de constituição da imagem



Fonte: Elaborada pelo autor

Em síntese, **a imagem é um sistema de elementos plásticos ou constitutivos — como ponto, linha, cor e texturas — que, ao conectarem-se e organizarem-se, conferem contornos, estrutura e forma a uma porção de mundo que se apresentou a um sujeito ou sensor. A imagem constitui-se, portanto, como algo em si, uma entidade autônoma que, em um momento posterior, estabelece uma relação de referência com essa porção de mundo.**

Ressalto que meu intuito aqui não foi o de produzir uma "concepção geral e definitiva da imagem", mas de construir um conceito que sustente as discussões pertinentes a este trabalho e contribuam com as discussões sobre a imagem.

Uma vez apresentada essa conceituação, é possível analisar a imagem a partir de diferentes perspectivas e características. Entretanto, entendendo que este trabalho busca inseri-la no contexto das relações entre ciência e arte, tem-se, como um ponto pertinente a questão da expressão e da informação, como discutido no tópico a seguir.

6 CARÁTER ESTÉTICO E CARÁTER EPISTÊMICO EM IMAGENS

Não entrarei neste texto nos meandros conceituais de estética e epistemologia, pois já há bons trabalhos que realizam essas discussões (Abbagnano, 2011; Benedicto, 2021; Galvão, 2013; Vázquez, 1999; Zilles, 2005). O que interessa neste momento é entender quais ideias se encontram atreladas aos termos estética e epistemologia e como eles adjetivam o conceito de imagem.

6.1 Arte e Caráter Estético

O termo **estética** deriva do grego *aísthēsis*, que significa "sensação" ou "percepção sensorial" — isto é, aquilo que é captado pelos sentidos (Abbagnano, 2011; Vázquez, 1999). Desse modo, toda imagem, sendo uma construção que se inicia por uma percepção, possui necessariamente uma dimensão estética.

Contudo, a estética adquire outras nuances ao associar-se — e, por vezes, confundir-se — com as noções de arte e expressão. Essa associação remonta a 1750, quando Alexander Baumgarten empregou o termo para designar uma "teoria do sensível e do belo", concepção que influenciou diversos pensadores subsequentes. A posterior expansão do pensamento artístico, incorporando estilos e produções como o cômico, o grotesco, o feio, além de manifestações modernas e contemporâneas, levaram à ampliação do campo da estética para o domínio da filosofia e da teoria da arte (Abbagnano, 2011; Benedicto, 2021; Galvão, 2013; Vázquez, 1999).

Assim, arte e estética tornaram-se intrinsecamente ligadas, principalmente porque a arte é uma atividade que produz objetos imersos no campo do sensível, cujo primeiro — quando não principal — apelo é o estímulo dos sentidos. Não apenas isso: há também o fato de a arte ser considerada uma das principais atividades de expressão humana (Guerreiro, 2023).

Essa associação leva a que uma imagem artística seja frequentemente entendida como aquela constituída quase que exclusivamente por seu caráter estético. Essa concepção, por sua vez, abre espaço para considerar a existência de imagens que não se configuram como arte por não serem dotadas desse caráter de forma predominante, como discute James Elkins (1995) em seu ensaio "*Art History and Images That Are Not Art*". No texto, o autor explora as relações entre a história da arte e as imagens que, tradicionalmente, não são consideradas arte — na percepção ocidental —, principalmente por não apresentarem, à primeira vista, um caráter estético marcante, sendo antes categorizadas como "puramente informacionais". Segundo Elkins:

> Mas há outro grupo de imagens que não tem propósito religioso nem artístico, e essas são imagens destinadas principalmente — na linguagem seca da teoria da comunicação — a transmitir informações. Não há um bom nome para tais imagens, que incluem gráficos, tabelas, mapas, configurações geométricas, notações, planos, documentos oficiais, algum dinheiro, títulos, selos e carimbos, cartas astronômicas e astrológicas, desenhos técnicos e de engenharia, imagens científicas de todos os tipos, esquemas e elementos pictográficos ou ideográficos na escrita: em outras palavras, a soma total de imagens visuais que não são claramente obras de arte nem artefatos religiosos. Em geral, a história da arte não estudou tais imagens, e a princípio pode parecer que elas são intrinsecamente menos interessantes do que pinturas. Elas

> parecem meio-imagens, ou versões limitadas de imagens completas, restritas pela necessidade de desempenhar alguma função utilitária e, portanto, incapazes de significar de forma mais livre. Sua afinidade com a escrita e os números parece indicar que são incapazes da eloquência expressiva associada à pintura e ao desenho, tornando-as propriamente o assunto de disciplinas como comunicação visual, tipografia, impressão e design gráfico (Elkins, 1995, p. 553, tradução minha).

Elkins (1995) argumenta que a história da arte tradicionalmente se concentra em obras canônicas, negligenciando uma vasta gama de imagens que também possuem significados culturais, históricos e visuais relevantes. O autor defende uma história da arte mais inclusiva e diversificada, que transcenda as obras de arte tradicionais e explore o amplo universo de imagens produzidas pela humanidade.

Esses pontos serão analisados posteriormente. No momento, cabe destacar que Elkins categoriza tais imagens "não artísticas" em um âmbito comunicativo e informacional, sem, contudo, propor um termo específico para defini-las. Seu trabalho é, no entanto, citado por Alexandre Marr (2016) no ensaio "*Knowing Images*", no qual o autor discute as relações entre ciência e arte a partir do papel das imagens e de como estas — e a visualidade em geral — consolidaram seu espaço na ciência moderna e nos meios de produção e recepção do conhecimento. Entre as contribuições do texto, Marr introduz o conceito de "imagens epistêmicas".

Antes de examinar detalhadamente esse conceito, é necessário discutir a própria noção de epistemologia.

6.2 Ciência e Epistemologia

Em minha tese (Benedicto, 2018, 2021), busquei demonstrar a inexistência de uma definição única para os termos ciência e arte, considerando sua longa trajetória histórica no desenvolvimento da humanidade - o que levou a compreensões dessas atividades a se modificarem ao longo do tempo. Para tanto, analisei essas atividades a partir de perspectivas históricas e filosóficas, evidenciando que ambas constituem: atividades humanas, que possuem suas particularidades metodológicas e encontram-se inseridas em contextos sócio-histórico-culturais específicos. Apesar dessas distinções, ambas representam singularidades da espécie humana e também, "[...] representam meios de questionar e produzir saberes, formas de assimilar, apreender e modificar o mundo" conforme afirmei (Benedicto, 2021, p. 197). Em síntese, defendo que ciência e arte constituem caminhos distintos, porém igualmente válidos, de produção de conhecimento. Segundo Abbagnano conhecimento é:

> Em geral, uma técnica para a verificação de um objeto qualquer, ou a disponibilidade ou posse de uma técnica semelhante. Por técnica de verificação deve-se entender qualquer procedimento que possibilite a descrição, o cálculo ou a previsão controlável de um objeto; e por objeto deve-se entender qualquer entidade, fato, coisa, realidade ou propriedade. Técnica, nesse sentido, é o uso normal de um órgão do sentido tanto quanto a operação com instrumentos complicados de cálculo: ambos os procedimentos permitem verificações controláveis. Não se deve presumir que tais verificações sejam infalíveis e exaustivas (Abbagnano, 2007, p. 174)

Portanto, o conhecimento configura-se como uma relação dinâmica na qual sujeitos cognoscentes buscam caracterizar e compreender seu mundo/objetos[14]. Dessa relação emergem outras questões tais como: de que modo adquirimos conhecimento? Quais os tipos de conhecimento existem? Como se valida um conhecimento? Quais os limites do conhecimento? Essas, e outras questões, se tornam a base para uma área de estudos conhecida por "teoria do conhecimento" que, por sua vez, também pode ser referido como "Epistemologia".

O termo Epistemologia deriva da composição de *logos* (λόγος - discurso, estudo) e *epistḗmē* (ἐπιστήμη), vocábulo grego que designa um conhecimento sistemático, seguro e verdadeiro, em contraste com *doxa* (δόξα) - que se refere a um conhecimento opinativo, subjetivo e incerto. Essa distinção etimológica sugere que a Epistemologia, em sua origem, preocupava-se especificamente com a investigação do conhecimento válido e justificado, equivalente ao conceito latino de *scientia*. Consequentemente, diversos autores estabelecem uma relação direta entre Epistemologia e o estudo do conhecimento científico (Oliva, 2011).

Pombo (2012) observa que certas correntes filosóficas equiparam a Epistemologia à Filosofia da Ciência, enquanto outras a entendem como Teoria (ou Filosofia) do Conhecimento. Em minha perspectiva, associar epistemologia à teoria do conhecimento confere ao termo uma concepção mais abrangente, pois permite reconhecer que, ao questionarmos "quais tipos de conhecimento existem?", verificamos a existência de múltiplas formas de conhecer — sendo a ciência apenas uma delas, e a arte, igualmente, outra modalidade distinta de apreensão e compreensão da realidade.

Neste contexto, emprego o termo Epistemologia - e seus derivados - em sua acepção mais ampla, referindo-se a saberes e conhecimentos em geral. Assim, "imagem epistêmica" designaria imagens que veiculam ou produzem conhecimento. Partindo do pressuposto de que toda imagem estabelece uma relação cognitiva com uma porção da realidade e desempenha funções significativas, poder-se-ia argumentar que toda imagem possui potencial epistêmico. Entretanto, como evidenciam as discussões especializadas, o uso do termo tende a restringir-se predominantemente ao domínio científico.

6.3 Imagens Epistêmicas

Retomando as contribuições de Marr (2016), o autor define "imagens epistêmicas" como aquelas criadas com a intenção de demonstrar, expressar ou ilustrar teorias científicas. Ele referencia teóricos que exploram como tais imagens substituíram objetos naturais em estudos científicos, tornando-se ferramentas essenciais para a comunicação do conhecimento — aproximando-se, nesse aspecto, das considerações iniciais de Elkins (1995) sobre imagens não artísticas.

Em publicação posterior, Marr e Heuer (2023) retomam a discussão sobre as imagens epistêmicas, destacando as incertezas terminológicas que envolvem a nomenclatura, dada a existência de diferentes abordagens e proposições conceituais por parte de diversos autores.

[14] Entende-se, aqui, que objetos não são apenas coisas materiais, mas tudo que permeia nossa existência, incluindo o plano das ideias, conceitos abstratos, sentimentos, etc.

Eles apresentam o termo “imagem epistêmica” como uma alternativa a “imagem científica”, argumentando que se trata de uma denominação mais ampla e flexível. Dentre suas proposições conceituais, indicam, inicialmente, que:

> Parece haver uma suposição tácita – ou até mesmo uma conivência – de que sabemos o que queremos dizer ao falar de imagens epistêmicas: que elas são de alguma forma uma alternativa melhor, mais flexível e mais adequada ao período do que "imagem científica". A suposta flexibilidade deriva da definição básica de "epistêmico" como (citando o OED): "relativo ou pertencente ao conhecimento" (primeiro uso em 1819). Assim, uma definição simples de "imagem epistêmica" seria "imagem que busca produzir, representar ou comunicar conhecimento". Mas, de acordo com essa definição, o que não contaria como uma imagem epistêmica? Certamente, todas as imagens produzem, representam ou comunicam algum tipo de conhecimento. A presunção não declarada entre os estudiosos que usam o termo é que as imagens epistêmicas estão, na verdade, preocupadas com um tipo específico de conhecimento, o tipo invocado pela raiz grega da palavra em inglês: epistêmê. E como epistêmê é uma categoria dos atores do início da modernidade, pelo menos em sua tradução rotineira para o latim como scientia, podemos presumir que as imagens epistêmicas estão preocupadas não apenas com qualquer tipo de conhecimento, mas com o conhecimento "certo" ou "seguro" (Marr; Heuer, 2023, p. 2053, tradução minha).

Os autores sugerem que as considerações anteriores remetem a uma concepção tradicional (aristotélica) de *episteme* como um conhecimento superior — racional, sistemático e fundamentado em premissas universais. Contudo, as transformações contemporâneas na produção do conhecimento, bem como no próprio entendimento do termo, indicam a necessidade de compreender o conceito de imagem epistêmica por outras perspectivas.

Diante disso, Marr e Heuer apresentam outras duas definições para o termo, baseadas nas propostas de Christoph Lüthy e Alexis Smets, e de Lorraine Daston — as quais dialogam diretamente com as discussões do artigo *Knowing Images* (Marr, 2016). Segundo Lüthy e Smets, uma imagem epistêmica é aquela criada com a intenção de ilustrar, expressar ou demonstrar uma teoria

Já a proposta de Daston diz que:

> Uma imagem epistêmica é aquela feita com a intenção não apenas de representar o objeto de investigação científica, mas também de substituí-lo. Uma imagem epistêmica bem-sucedida se torna um objeto de trabalho da ciência, um substituto para os objetos da natureza que são muitos e variados demais, e que pode ser compartilhado por uma comunidade dispersa de naturalistas. […] Uma imagem epistêmica ganha seu nome ao traduzir prioridades epistemológicas abstratas em imagens concretas (Daston, 2015, p. 17-18 *apud* Marr; Heuer, 2023, p.254[15]) .

A partir desses conceitos fundamentais, Marr e Heuer destacam as numerosas questões, incertezas e mesmo paradoxos que permeiam as discussões acadêmicas sobre imagens epistêmicas, reforçando a necessidade de manter o debate teórico sobre o tema.

[15] Lorraine Daston, Epistemic Images, *in*: Alina Payne (ed.), **Vision and Its Instruments:** Art, Science, and Technology in Early Modern Europe, University Park, p. 13–35, 2015.

Dentre os estudiosos que abordam esta temática, destacam-se Pinto e Zagalo (2013). Em seu artigo "A imagem epistémica entre o saber e o fazer crer", os autores propõem uma conceituação ampliada de imagem epistêmica, definindo-a como qualquer representação visual que veicula informações sobre o mundo, possibilitando sua interpretação. Partem do pressuposto de que toda imagem possui, em maior ou menor grau, uma função informativa e referencial, constituindo-se, portanto, como um instrumento de conhecimento.

Embora partam de uma definição abrangente, concentram sua análise especificamente nas imagens de caráter científico, examinando-as em sua produção, divulgação e decodificação. Os autores identificam os primeiros exemplos dessas imagens em gravuras e ilustrações existentes desde a invenção do papel, destacando os estudos renascentistas de Leonardo da Vinci, Bernard Palissy e Andrea Vesalius. Em seguida, trazem exemplos que percorrem a ciência moderna e contemporânea, que se muniu de novas técnicas e instrumentos — como fotografia, microscópio e telescópio — e da imagiologia surgida no final do século XX:

> A imagiologia surge no final do séc. XX. Representações mais abstratas (visualização de algo não palpável, não real, de base numérica e digital) têm inicialmente uma utilização dentro do próprio campo científico e, ainda com alguma dificuldade, penetram no conhecimento comum. A ciência apetrecha-se de equipamentos altamente especializados que permitem a visualização dos fenómenos, através de símbolos que têm necessariamente de ser descodificados a vários níveis. Até à atualidade, com a evolução das técnicas, a indústria desenvolveu-se e as câmaras estão presentes nos laboratórios, no mundo natural, nos hospitais, nas fábricas, no espaço. A captação e utilização de imagem na ciência tornaram-se práticas ao alcance de todos. Em todas as áreas e disciplinas científicas surgem novos e cada vez mais numerosos instrumentos científicos, responsáveis por uma produção crescente de imagens científicas: fotografias, filmes, diagramas, gráficos, desenhos, etc. O aparecimento de instrumentos mediadores (câmara fotográfica, microscópio, telescópio, câmara de filmar, etc.) faz-nos assistir e interpretar os fenómenos de forma diferente [...] (Pinto; Zagalo, 2013, p. 189).

Além de explorarem o papel da imagem para a comunidade científica, os autores também discorrem sobre sua função sociocomunicativa e seu lugar na divulgação científica para o público leigo. Eles reforçam a importância das imagens — e de sua leitura — como fontes fundamentais de mensagens científicas.

> Aprendemos a reconhecer e ler as imagens na infância, ao mesmo tempo (ou ainda antes) que aprendemos a falar e as próprias imagens servem de suporte à aprendizagem (Joly, 1994). O contacto com a ciência ocorre, num primeiro nível, durante a aprendizagem escolar, mas mantém-se ao longo da vida através dos meios de comunicação. Interessa-nos aqui descrever a imagem como elemento que desencadeia o processo de interpretação das mensagens científicas. O cidadão comum consegue distinguir uma mensagem com conteúdo científico graças à capacidade adquirida através dos hábitos e das convicções desenvolvidas ao longo do período de contato com mensagens mediatizadas. Habitualmente, a mensagem visual é inserida no corpo de um texto, ou surge acompanhada de texto, permitindo assim ao receptor perceber melhor aquilo que está a ver, desde que essa mensagem seja também transmitida de forma clara e concisa, adaptada ao consumidor médio (Pinto; Zagalo, 2013, p. 191).

Ao final, os autores concluem acerca do potencial semiótico das imagens científicas, mas ressaltam que sua eficácia comunicacional — enquanto informação científica —

dependerá do contexto e da relação com as experiências, convicções e aprendizagens do espectador.

Portanto, apesar da observação de Marr e Heuer (2023) de que o conceito de "imagem epistêmica" busca ampliar e flexibilizar a noção de imagem científica, e das afirmações de Pinto e Zagalo (2013) sobre toda imagem produzir conhecimento, nota-se que as discussões sobre o conceito tendem a orbitar em torno das imagens científicas.

Desse modo, a partir das discussões apresentadas sobre caráter estético e imagem epistêmica, percebe-se uma aparente polarização conceitual. De um lado, situam-se a estética, a expressão e a arte; de outro, a epistemologia, o conhecimento (enquanto informação) e a ciência. Essa dicotomia sugere que as imagens estariam confinadas a um domínio ou outro — perspectiva que não compartilho. Afinal, conforme conceituei, imagens são relações com o mundo e, portanto, conhecimento; e também uma constituição formativa atrelada à percepção. Logo, toda imagem incorpora ambos os componentes, independentemente de sua classificação como artística ou científica, como será debatido na sequência.

6.4 O caráter estético e epistêmico em imagens da arte e da ciência

Algumas formas de arte, como a música e a literatura, não são primordialmente imagéticas. No entanto, em diversas linguagens artísticas — por exemplo, o teatro, a dança e as artes visuais —, a imagem constitui um elemento fundamental.

Por outro lado, a ciência, frequentemente caracterizada como uma atividade racional, lógica e objetiva e tradicionalmente fundamentada no discurso verbal (oral e, sobretudo, escrito), também recorre intensamente à produção imagética como um artefato essencial em seus processos cognitivos e comunicativos. Como aponta Pombo:

> As ciências sempre fizeram imagens. Desde a geometria grega que o destino da ciência se cruza, não apenas com a palavra escrita, mas também com o delinear da figura com o desenho da forma, com a configuração do espaço.
> A astronomia de Ptolomeu, Copérnico ou Kepler não dispensou o mapa dos céus. E a óptica de Descartes e Newton, a anatomia de Vesalius, a botânica de Lineu ou a geologia de Lyell sempre desenharam, ao lado das palavras, os planos da luz, os traçados das veias e das artérias, os contornos das folhas, os roteiros da rocha (Pombo, 2010, p. 9).

Embora persista, como discutido anteriormente, uma tendência a segregar as produções — e, consequentemente, as imagens — entre artísticas (como expressão sensível) e científicas (como apresentação informacional), proponho que toda imagem, independentemente de sua origem, é constituída por três componentes fundamentais: os componentes formais, os componentes expressivos e os componentes representacionais.

Esta tríade conceitual deriva tanto da minha própria conceituação de imagem quanto das contribuições de Guerreiro (2023) em "Valor estético, valor cognitivo e o conceito de 'forma' na arte". Em seu estudo, o autor argumenta convincentemente que a arte não se restringe à produção estética (orientada aos sentidos), mas também incorpora um componente representacional e significativo, que tangencia o campo da cognição. Guerreiro (2023)

demonstra que, independentemente da abordagem teórica adotada — seja formalismo, não-formalismo, teoria mimética ou teoria expressiva —, toda obra de arte manifesta essas três propriedades constitutivas. Minha contribuição consiste em expandir esse modelo tripartite para o universo imagético em sua totalidade, transcendendo assim o domínio estritamente artístico.

O **componente formal** diz respeito à forma, isto é, à configuração que os elementos plásticos assumem entre si; o **componente expressivo** refere-se ao efeito emocional que a imagem provoca; e o **componente representacional** está associado aos significados que ela pode carregar.

Ostrower (2013) em "Universos da arte" ao discutir as relações entre forma, expressão e significados expressa que:

> A forma na obra – a disposição exata concreta, visível de um espaço – é um fator constante. É um conteúdo geral e objetivo.
>
> O conteúdo expressivo de uma imagem depende, assim, da proporção de qualidades dinâmicas e estáticas, interligadas no movimento visual. Este "determina" o conteúdo, no sentido de indicar certas possibilidades e excluir certas impossibilidades.
>
> A referência para o conteúdo expressivo é direta – na arte ou na vida. Não precisamos de símbolos intermediários para podermos entender.
>
> A partir desse conteúdo – a forma específica dada a imagem - procuramos conhecer os possíveis significados (Ostrower, 2012, p. 57)

Ostrower (2012) estabelece uma relação direta de causalidade entre os elementos formais e o conteúdo expressivo, demonstrando que este pode emergir independentemente de uma mediação representacional ou simbólica. De fato, o caráter expressivo e emocional das imagens não necessita de decodificações sígnicas complexas. Contudo, é fundamental reconhecer que o acesso ao componente representacional (a dimensão significativa) pode desencadear camadas adicionais de expressividade e novas respostas emocionais.

Partindo dessa estrutura tríplice de componentes, é possível associá-los aos caracteres estético e epistêmico. O **caráter estético** abrangerá os componentes formais e expressivos, pois está associado àquilo que percebemos sensorialmente e ao que essa percepção desperta em nós. Não é necessário que seja uma expressão de grandes emoções; muitas vezes, a simples sensação de equilíbrio ou o desconforto causado por um grande dinamismo compositivo já configuram esse componente expressivo.

Quanto ao caráter epistêmico, ele está relacionado ao entendimento de uma imagem, construído pelas conexões representacionais dos seus elementos constituintes e pela busca de significados em um processo interpretativo de viés mais lógico e cognitivo. É por meio do caráter epistêmico que um interpretante busca estabelecer conexões que levam à compreensão de seu mundo.

Ressalta-se ainda que, embora se defenda que toda imagem se constitui desses três componentes, reconhece-se que, muitas vezes, um deles acaba por sobressair, podendo dar a impressão de que outro está ausente. Esse fenômeno ocorre principalmente na segregação entre

a imagem artística (geralmente associada aos aspectos formal e expressivo e, portanto, ao valor estético) e a imagem científica (compreendida como representacional e informacional, logo, epistêmica). No entanto, nos exemplos a seguir, demonstrarei como diferentes imagens produzidas ao longo da história se permeiam por esses componentes, independentemente do objetivo principal de sua criação. Com isso, espero demonstrar que imagens artísticas não se restringem ao estético, assim como imagens científicas não se limitam ao epistêmico.

6.5 As diferentes componentes nas imagens da arte e da ciência

É importante ressaltar, inicialmente, que os conceitos de arte e ciência são construções humanas e, como tais, estão intrinsecamente vinculados a contextos socio-históricos e culturais, sofrendo transformações ao longo da história. Deve-se destacar ainda que a compreensão predominante sobre arte e ciência — tanto no passado quanto atualmente — carrega um forte viés eurocêntrico. Com isso, reforço que todos os grupos sociais produzem suas próprias expressões artísticas e conhecimentos válidos, mesmo quando estes não são reconhecidos ou validados pelo paradigma científico dominante.

Inclusive as imagens mais antigas de que temos conhecimento, denominadas "arte rupestre", constituem construções humanas de um período em que não existia a concepção moderna de arte ou ciência, mas que já revelavam a ânsia humana de conectar-se, conhecer e manipular o mundo ao seu redor, além de expressar ideias e cosmovisões. O mesmo fenômeno ocorre nas imagens produzidas por povos originários e outras culturas não europeias. Como demonstra Fortes (2018) em seu trabalho *Problematizações acerca da imagem enquanto conhecimento da natureza*, historicamente as artes foram utilizadas na produção de imagens representativas da natureza, servindo como meio para que o ser humano se aproximasse, discutisse, conhecesse, dominasse e problematizasse seu entorno natural — desde as pinturas rupestres até a arte contemporânea com suas preocupações ambientais. Nas palavras do autor:

> A representação da natureza através de imagens está na origem do próprio surgimento da cultura humana. Desde os primórdios, o homem se debate entre louvar e imitar a natureza ou dominá-la e sobrepor-se a ela. Se, por um lado, o ambiente natural se apresenta como um lugar aprazível, que provê alimento, água e um espaço para o homem habitar, além de ser um repositório dos mitos da criação, por outro lado, também representa ameaças e dificuldades, lançando desafios para a sobrevivência humana. O homem inicia sua trajetória artística ora imitando a natureza para tentar se aproximar dela, ora procurando dominá-la, produzindo objetos que pretendem ser mais perfeitos do que ela. Ao mesmo tempo em que retrata o mundo com suas produções imagéticas, o homem também interfere no mundo, alterando sua visualidade. As primeiras imagens produzidas por humanos são pinturas rupestres que inauguram uma discussão se seu caráter seria simbólico e ritual ou se seu objetivo seria a pura representação fidedigna do mundo, afirmando a presença do homem que as produziu e servindo como comunicação entre seus semelhantes. Entre essas imagens, encontramos tanto algumas de caráter mais indicial, nas quais o homem deixa seu rastro soprando pós coloridos sobre sua mão, como aquelas mais simbólicas e esquemáticas que retratam animais e seres humanos (Fortes, 2018, p. 7-8).

> A arte existe como discussão de linguagem em si e é a partir da elaboração criativa de seus conceitos e conteúdos formais que ela pode arrebatar mais profundamente seu público. É necessário que haja uma compreensão por parte da ciência, da política e de

> todas as áreas do conhecimento com as quais a arte pode efetivamente contribuir para pensar a condição humana no ambiente terrestre. Mesmo em um mundo totalmente artificializado e povoado por camadas de imagens instáveis que nos seduzem ao mesmo tempo que nos confundem, pode a arte funcionar como uma forma de conhecimento e atuação efetiva sobre o mundo. A natureza, mesmo que ameaçada, é nossa morada e o que garante nossa sobrevivência (Fortes, 2018, p. 14).

A exemplo de produções visuais mais primordiais da história da humanidade pode-se citar a arte[16] rupestre encontrada em sítios arqueológicos brasileiro, como o parque nacional Serra da Capivara no Piauí (Figura 2).

Figura 2 - Imagem rupestre encontrada na Serra da Capivara



Fonte: Arte Rupestre ([12000 – 6000 a.C.])

Outras imagens significativas que, embora não se caracterizem como produções científicas no sentido moderno, apresentam um forte componente epistêmico são aquelas criadas por povos originários brasileiros — como a arte marajoara (Figura 3) — e por culturas africanas, destacando-se os Bronzes do Benim (Figura 4).

[16] Vale lembrar que "arte" é uma terminologia utilizada hoje para classificar essas imagens, uma vez que o conceito, tal como o entendemos, não existia para as civilizações antigas.

Figura 3 - Exemplo de Urna Marajoára exposta no Museu Forte do Presépio em Belém do Pará



Fonte: Cultura Marajoara ([4000-1400])

Figura 4 - Exemplo de um Bronze de Benin (datado entre os séculos XVI e XVII)



Fonte: Povo Edo ([Séc. XVI-XVII])

As urnas marajoaras (Figura 3), atualmente reconhecidas como expressões de arte indígena, transcendem seu caráter estético ao incorporar profundos significados culturais, religiosos e sociais. Originalmente funcionando como recipientes funerários, esses artefatos

cerâmicos apresentam uma elaborada decoração com motivos antropomorfos, zoomorfos e geométricos que materializam a cosmologia marajoara, estabelecendo uma conexão simbólica entre os mundos dos vivos e dos mortos. A análise iconográfica revela ainda que os padrões decorativos atuavam como marcadores sociais, expressando hierarquias e distinções de status dentro daquela sociedade (Gomes, 2007; Schmitz, 1999).

Os Bronzes do Benim (Figura 4), destacadas obras da arte africana pré-colonial, transcendiam sua função decorativa para assumir importantes papéis socioculturais. Além de seu valor estético, essas peças serviam como registros históricos e instrumentos de propaganda política, reforçando o poder da realeza do Benim. Particularmente significativas são as placas com funções religiosas, que materializavam os sistemas de crenças e conhecimentos tradicionais daquela sociedade. Tais artefatos também adquirem outro significado histórico, pois desafiaram os padrões estéticos e os estereótipos europeus sobre os povos africanos, oferecendo uma contranarrativa à visão colonial da arte (Farthing, 2011).

As Figuras 3 e 4 representam apenas dois exemplos dentre inúmeras produções culturais que materializam cosmovisões de diferentes grupos sociais. Essas imagens constituem sistemas de apreensão e interpretação da realidade, configurando-se, portanto, como formas de conhecimento que precedem o paradigma científico moderno.

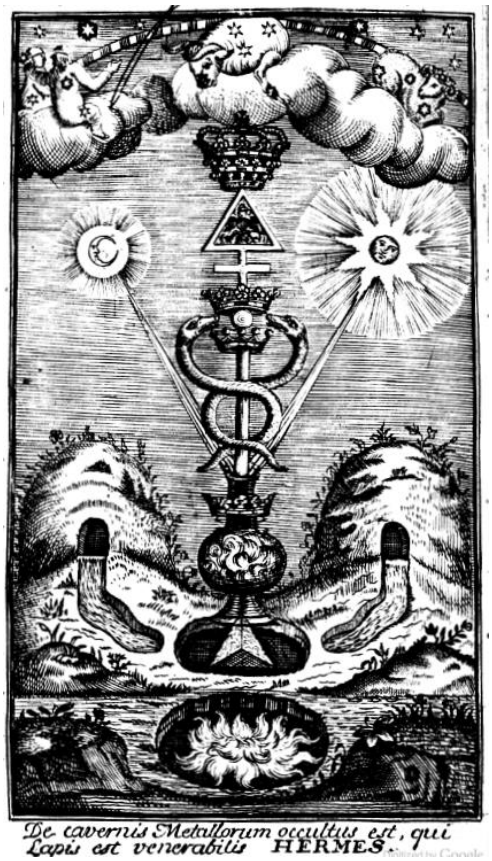
Outra prática significativa neste contexto é a alquimia, atividade pré-científica que gerou um rico acervo de imagens simultaneamente artísticas e epistêmicas. Amplamente difundida na Europa — inclusive entre pensadores como Isaac Newton —, a alquimia desenvolveu uma cosmologia singular e métodos próprios de compreensão e intervenção no mundo natural. Nesse sistema, as imagens funcionavam como um dos principais veículos de transmissão de saberes, evidenciando seu marcante caráter epistêmico.

Leite e Gatti (2023) abordam o papel fundamental da arte — compreendendo as técnicas e os meios de produção estética — no desenvolvimento dessas práticas alquímicas. Em seu texto, as autoras relatam que:

> A Alquimia pode ser considerada uma prática interdisciplinar que envolvia diversas áreas do conhecimento e esteve presente no desenvolvimento de diversas civilizações. Ela buscava, dentre outras coisas, compreender os fenômenos da natureza, a matéria e elevar o espírito humano. A mesma é construída e pode ser entendida a partir de três dimensões: a esotérica, a psicológica e a científica (Leite; Gatti, 2023, p. 2).

Nessa divisão tripartida da alquimia, as autoras destacam que a dimensão esotérica se caracteriza pela integração entre magia e simbologia, tornando a expressão artística um veículo fundamental para sua manifestação. Efetivamente, um dos aspectos mais fascinantes da tradição alquímica reside precisamente em suas produções visuais — ricas composições que articulam escrita e narrativas simbólicas (Figura 5) —, as quais continuam a despertar interesse e admiração na contemporaneidade. Uma coleção dessas imagens pode ser encontrada na publicação "*Alchemy & Mysticism"* (Roob, 2011).

Figura 5 - Capa do texto alquímico "Le triumph Hermétique"



Fonte: Saint-Didier (1723)

A análise da Figura 5 revela uma profusão de elementos gráficos formais e compositivos — de caráter estético — que, conjuntamente, criam uma atmosfera expressiva singular. Esta intricada rede visual configura um sistema simbólico complexo, por meio do qual se manifestam os fundamentos epistêmicos da alquimia enquanto sistema de compreensão e intervenção no mundo natural.

Outros exemplos paradigmáticos de imagens portadoras de sistemas cognitivos específicos incluem as produções artístico-religiosas europeias dos períodos medieval, renascentista e barroco. Essas obras — marcadas pela excelência compositiva no Renascimento e pela intensidade expressiva no Barroco — materializavam a cosmovisão católica por meio de uma densa camada simbólica, análoga à linguagem visual alquímica. Tais características confirmam o caráter epistêmico dessas manifestações artísticas.

A medicina tradicional chinesa constitui outro sistema de conhecimento não vinculado ao paradigma científico europeu, expressando uma compreensão particular da realidade que se valeu intensamente de representações visuais para ilustrar e transmitir seus princípios. Como exemplificado na Figura 6, essas imagens mapeiam os 14 meridianos — canais de circulação energética no corpo humano, conforme esta tradição —, apresentando uma concepção distinta da anatomia da medicina científica ocidental).

Figura 6 - 十四經發揮 (Expression of the Fourteen Meridians), 1716



Fonte: Shou (1716)

Além de veicularem cosmovisões e compreensões da natureza, muitas imagens assumem um caráter epistêmico ao difundirem conhecimentos técnicos. Esse tipo de conhecimento — classificado como saber instrumental e aplicado — orienta-se para a transformação da realidade mediante métodos, ferramentas e procedimentos específicos, sendo tradicionalmente adquirido por processos empíricos de tentativa e erro, distinto, portanto, do conhecimento científico *stricto sensu* (ABBAGNANO, 2011; OLIVA, 2011). Nesse sentido, as representações visuais de técnicas configuram-se igualmente como imagens epistêmicas.

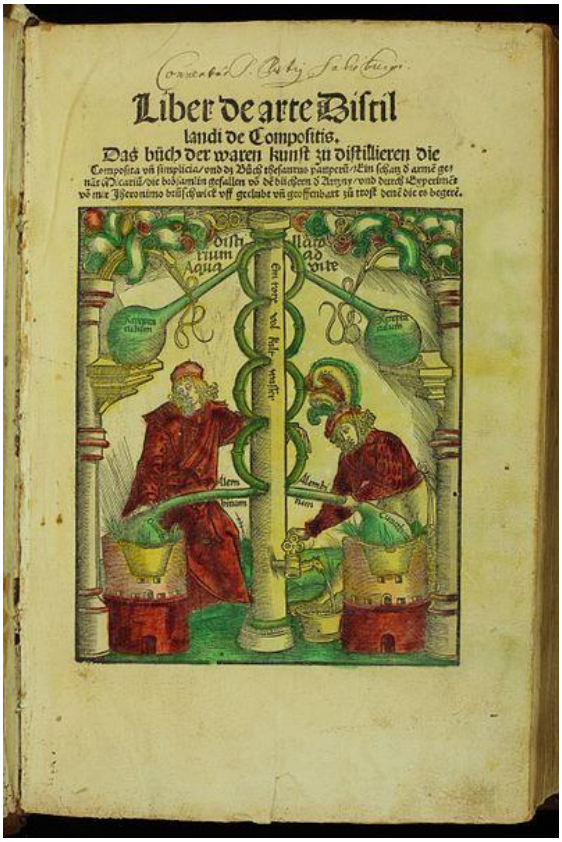
Embora as Figuras 3 e 4 não tenham como propósito principal o ensino técnico, elas incorporam saberes tecnológicos específicos — como os processos cerâmicos marajoaras e a metalurgia dos bronzes do Benim. Notavelmente, a excelência técnica dessas produções transcende sua funcionalidade, adquirindo valor expressivo ao suscitar admiração estética. Da mesma forma, as obras renascentistas e barrocas não se restringiam à dimensão narrativa e simbólica do sagrado, mas igualmente materializavam avanços técnicos significativos — como o domínio da perspectiva linear e o tratamento da luz e sombra —, demonstrando como a maestria técnica pode converter-se em potente linguagem artística[17].

Se, por um lado, determinadas imagens manifestam notável rigor técnico como "subproduto" de sua produção — uma vez que este não constitui seu propósito principal —, por outro, existem representações visuais concebidas especificamente para a disseminação de

[17] Vale ressaltar que a própria ideia de arte foi, por muito tempo, associada ao ofício, saber fazer. De modo que um artista adquiria reconhecimento justamente pelo seu domínio técnico. Inclusive o termo arte é derivado de *ars* que, do latim, significa habilidade, técnica (Abbagnano, 2011; Benedicto, 2021).

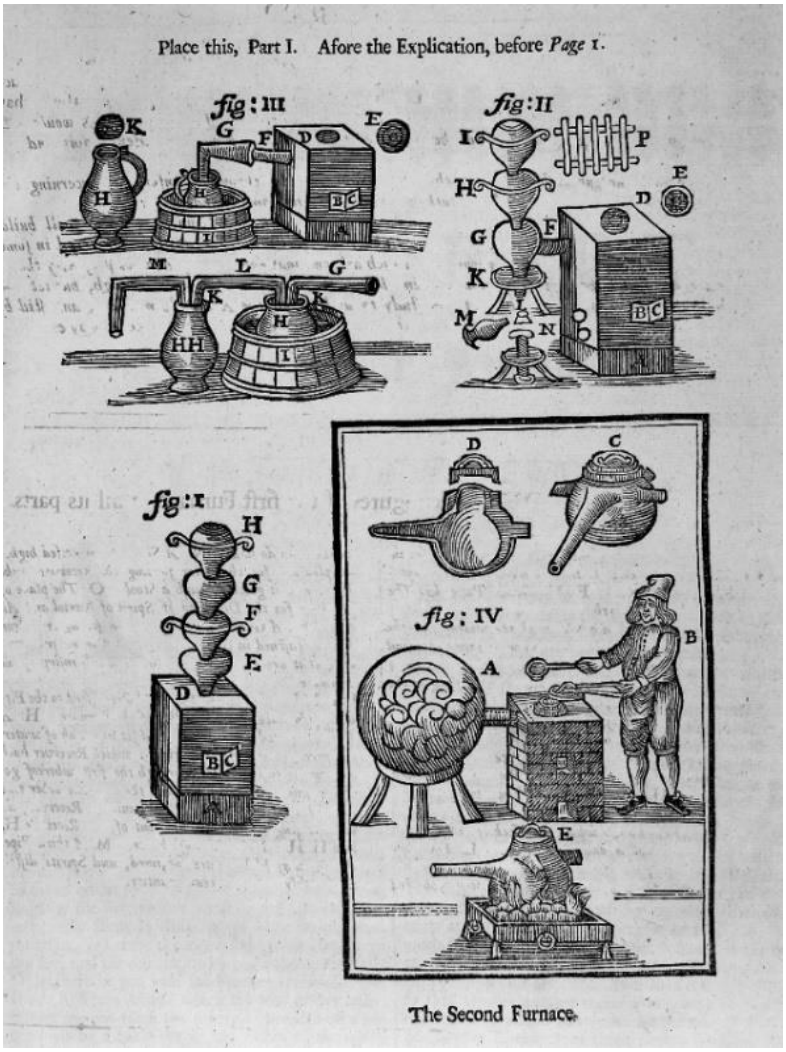
conhecimentos técnicos. Este segundo grupo engloba tanto produções científicas quanto artefatos visuais originários de outros campos do saber, como a alquimia. As Figuras 7, 8 e 9 ilustram alguns exemplos.

Figura 7 - Capa do livro "Liber de arte Distillandi" do alquimista "Hieronymus Brunschwig, de 1512



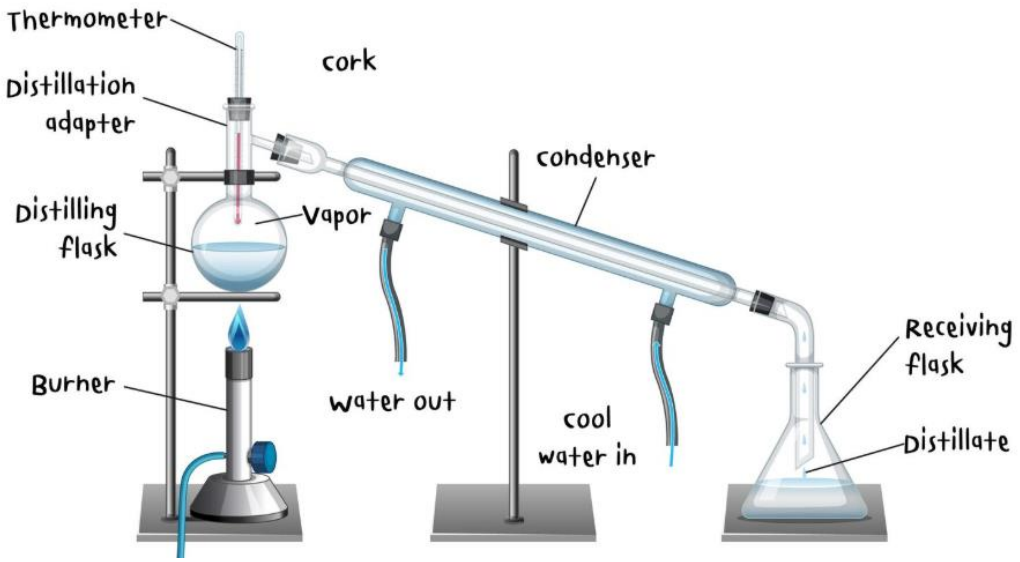
Fonte: Brunschwig (1512)

Figura 8 - Aparatos de destilação ilustrados na obra do químico Johann Rudolph Glauber (1648-1650)



Fonte: Glauber (1689)

Figura 9 - Imagem apresentando um esquema de montagem de destilação simples para uso em manuais de química



Fonte: Magnific ([20--])

As Figuras 7, 8 e 9 retratam uma mesma técnica em diferentes contextos históricos e culturais: a destilação. Este processo, que separa substâncias com base em seus diferentes pontos de ebulição, foi desenvolvido inicialmente por alquimistas e permanece em uso até os dias atuais. Ao longo dos séculos, a produção de imagens tem sido uma de suas principais formas de divulgação, como exemplificado pelas figuras supracitadas (Beltran, 1996; Leicester, 1971).

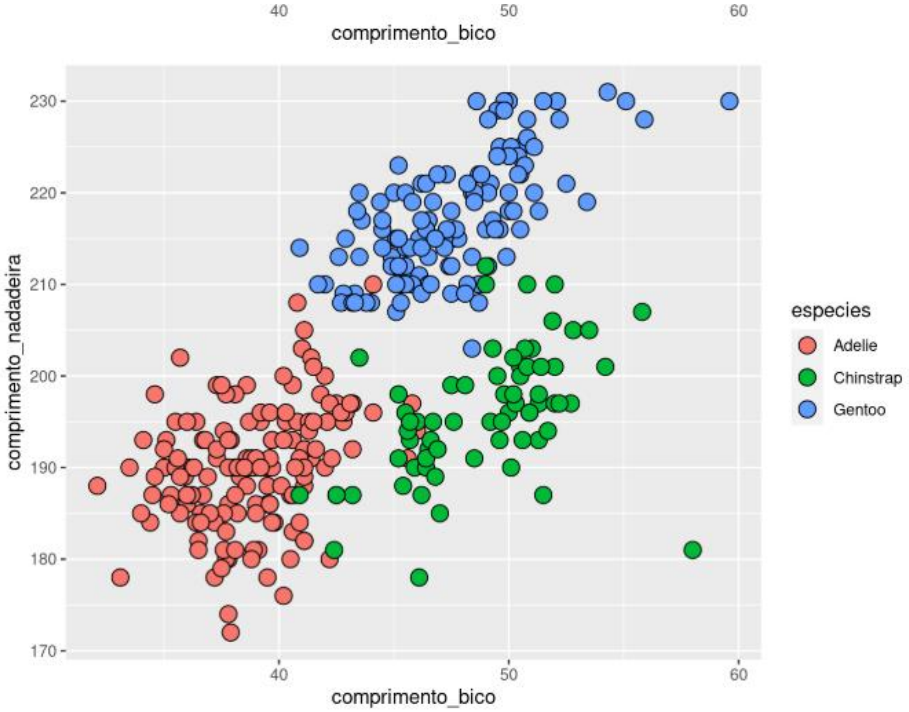
É interessante notar como as representações visuais da destilação modificaram suas características ao longo do tempo. A Figura 7, uma ilustração de origem alquímica, apresenta uma forte carga simbólica e expressiva. A Figura 8, por sua vez, exibe um estilo mais sóbrio, com menos elementos plásticos, o que resulta em uma menor carga expressiva e em uma maior ênfase no componente epistêmico. Por fim, a Figura 9, mais sintética e minimalista que as demais, revela um caráter fortemente epistêmico, visando demonstrar com clareza a estrutura de um sistema de destilação em laboratório. Essa trajetória reflete um princípio fundamental da comunicação científica: a busca pela objetividade, que tende a produzir imagens mais claras e diretas para assegurar a compreensão precisa do conhecimento transmitido.

Aliás, a própria percepção de que uma imagem é sóbria, minimalista ou equilibrada, ou a identificação de como seus elementos visuais se distribuem para transmitir uma ideia, são interpretações que resultam de seu caráter expressivo — mesmo no caso de imagens de forte caráter epistêmico, como as científicas.

Talvez seja precisamente essa sobriedade, presente nas Figuras 8 e 9 e comum a muitas imagens científicas, que faça com que seu valor estético seja considerado quase inexistente, como se fossem compostas apenas por seu valor informacional, conforme apontado por Elkins

(1995). No entanto, até as imagens científicas mais informativas podem transmitir saberes por meio de seu caráter estético, como exemplifica o gráfico científico da Figura 10.

Figura 10 - Gráfico de dispersão relacionando as variáveis comprimento de bico e comprimento de nadadeira para diferentes espécies de pinguim



Fonte: Silva *et al.* (2022, p. 166)

De modo geral, os gráficos são representações visuais de dados que expressam a relação entre duas ou mais grandezas. A Figura 10 demonstra como o componente estético é essencial para a extração de informações — como a distribuição da relação comprimento do bico/nadadeira entre diferentes espécies. É por meio de seus elementos formais e expressivos que se identifica a maior concentração de pontos em determinadas regiões, o desequilíbrio entre as distribuições de pontos de cores diferentes e o grau de dispersão das medidas de cada espécie.

Essas informações visuais permitem inferir questões conceituais relevantes sobre as relações estudadas, evidenciando como o caráter epistêmico está intrinsecamente ligado ao estético. Na verdade, a utilização de gráficos nas ciências tem como objetivo principal facilitar a compreensão, por meio da percepção sensorial, de conjuntos de dados quantitativos complexos.

Outro exemplo de imagens científicas que, apesar de terem a função epistêmica como principal, também possuem um forte apelo estético — muitas vezes até sobressaindo-se ao caráter epistêmico — são as fotografias do espaço, como as produzidas pelo telescópio espacial James Webb (Figura 11).

Figura 11 - Ejeções cintilantes emitidas por duas estrelas em formação ativa compõem a Lynds 483 (L483) capturadas pelo telescópio James Webb.



Fonte: Nasa (2024)

O marcante apelo estético, que confere um status quase artístico, não é uma exclusividade das imagens modernas e tecnológicas, como as fotografias espaciais contemporâneas. Outro conjunto de representações visuais que merece destaque são as ilustrações científicas biológicas, as quais percorrem séculos de história da ciência. Como exemplo, destacam-se aquelas produzidas durante as expedições de naturalistas europeus entre os séculos XVII e XIX. Essas obras, criadas no contexto da expansão colonial e do interesse pelo mapeamento da biodiversidade global, combinam precisão documental com notável qualidade estética, constituindo um importante capítulo na história tanto da ciência quanto da arte (Alcantara-Rodriguez; Andel; Françozo, 2024, Kury 2013; Lopes; Fenner; Teixeira, 2020) [18].

Nesse segmento, apresenta-se uma xilogravura (Figura 12) da obra *Historiae naturalium Brasiliae* (1648), um marco do conhecimento naturalista sobre o Brasil colonial. Esta obra seminal, fruto das pesquisas de George Marcgrave e Willem Piso sob o patrocínio de Maurício de Nassau, documentou a fauna e a flora do Nordeste brasileiro durante o domínio holandês. Embora concebida como um registro científico para instituições holandesas, a obra destaca-se igualmente por seu notável valor estético, particularmente na riqueza detalhista de suas representações xilográficas (Lopes, Fenner, Teixeira, 2020).

[18] Muitas dessas expedições forma impulsionadas pelo interesse em produtos tidos como "exóticos" aos europeus. Estes eram coletados e exportados a Europa para fazer parte de gabinetes de curiosidade, espaços que são considerados os precursores de museus (Lopes; Fenner; Teixeira, 2020).

Figura 12 - Xilogravura encontrada na obra “Historiae naturalium Brasiliae”



Fonte: (1648, p. 70)
https://journals.plos.org/plosone/article/figure?id=10.1371/journal.pone.0276242.g014
(Acesso em 18 mar. 2025)

O interesse europeu pela representação visual do Brasil não se limitou aos registros de fauna e flora. A partir do século XIX, ganharam destaque produções artístico-científicas que documentavam aspectos socioculturais do país. Um marco fundamental desse período foi a Missão Artística Francesa de 1816, organizada por Joaquim Lebreton sob patrocínio da Coroa Portuguesa. Este empreendimento, além de institucionalizar o ensino acadêmico de artes no Brasil, teve como propósito documentar visualmente a vida na colônia, produzindo obras que sintetizavam o olhar europeu sobre a sociedade brasileira (Antunes, 2021; Kury, 2022; Travisan, 2007).

Dentre as diversas obras realizadas durante a missão, destacam-se as produzidas por Jean Baptiste Debret, como exemplificadas na Figura 13.

Figura 13 - Litografia de Debret registrando vendedores com latas de leite e capim na cabeça, 1835.

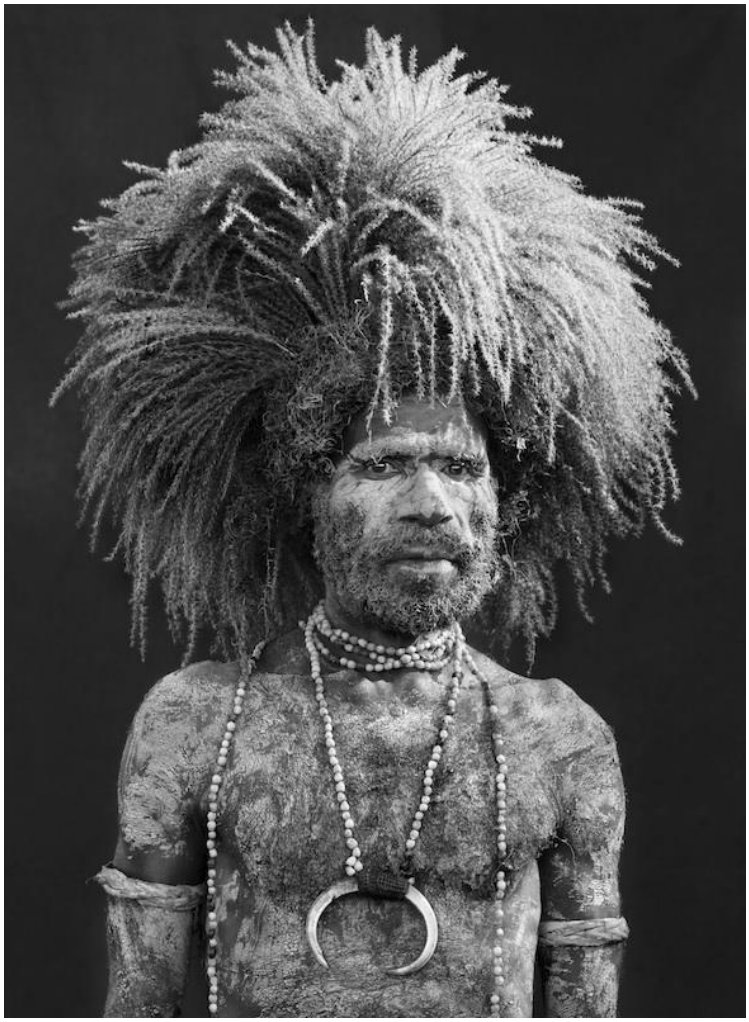


Fonte: Debret (1835)

O ponto interessante em imagens como as produzidas por Debret é que elas são geralmente alocadas no campo da arte, e não no das ciências. No entanto, mesmo quando o foco recai sobre seu caráter estético, tais obras constituem um importante objeto documental que permite a produção de saberes sobre um contexto sócio-histórico e cultural específico (Antunes, 2021; Kury, 2022; Travisan, 2007).

Inclusive, a invenção da fotografia no século XIX permitiu a criação de diversas imagens que transitam entre as artes visuais e as ciências sociais, intercambiando uma preocupação compositiva e um caráter expressivo com informações sobre a sociedade retratada. Um dos principais exemplos desse tipo de produção é a obra do fotógrafo documental Sebastião Salgado, exemplificada na Figura 14 (Martinhak, 2017). Sua obra sintetiza essa dupla dimensão: enquanto documento, fornece informações sobre culturas específicas (dimensão epistêmica); como expressão artística, mobiliza intensa carga emotiva — evidenciada nas feições marcadas e no olhar que simultaneamente revela e confronta o espectador, suscitando uma gama de reações emocionais (dimensão estética).

Figura 14 - Participante do festival singsing de Mount Hagen, província des Hautes, em fotografia de Sebastião Salgado



Fonte: Salgado (2013)

No que tange à fotografia, um dos principais meios de reconhecimento do caráter estético das imagens científicas são os concursos especializados. Um exemplo paradigmático é o "Prêmio Fotografia-Ciência & Arte", realizado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Com pelo menos catorze edições, o concurso exige que as imagens participantes tenham sido produzidas no âmbito de uma pesquisa científica, categorizando-as entre: 1) imagens produzidas por câmeras fotográficas (em ambientes naturais e antrópicos) e 2) imagens produzidas por instrumentos especiais (ópticos, eletrônicos e eletromagnéticos, como lupa, microscópio, telescópio, imagem de satélite, radiografia, ultrassom, ressonância magnética, entre outros).

O concurso tem como objetivo fomentar a produção de imagens com a temática de Ciência, Tecnologia e Inovação, contribuir para a divulgação e popularização da ciência e tecnologia, e ampliar o banco de imagens do CNPq (Conselho Nacional..., 2024). Esse objetivo ressalta a importância das imagens no desenvolvimento da ciência. Ademais, entre os critérios de avaliação, destacam-se impacto visual, domínio da técnica, estética e relevância da imagem

para a pesquisa, evidenciando a fusão entre os aspectos estéticos e epistêmicos no fazer científico.

Portanto, o caráter epistêmico não constitui exclusividade das imagens científicas, assim como estas — mesmo em suas formas mais minimalistas — não se reduzem a meros veículos informacionais. A recíproca é igualmente verdadeira: na cultura visual contemporânea, especialmente nas redes sociais, frequentemente observamos a atribuição indiscriminada do status de "arte" a qualquer produção com efeitos visuais impactantes, como se a intensidade estética fosse privilégio exclusivo do domínio artístico.

Na realidade, a prática científica frequentemente emprega estratégias estéticas em suas comunicações, seja para engajar o público leigo, seja para destacar aspectos relevantes da pesquisa, sem com isso abdicar de seu propósito fundamental de construção de conhecimento (Benedicto, 2021). Paralelamente, obras artísticas podem dedicar extrema atenção à representação fidedigna da realidade ou à elaboração de sistemas simbólicos complexos, sem que isso as transforme em documentos científicos

A partir das discussões apresentadas, retomam-se alguns pontos examinados ao longo do texto para, então, apresentar as considerações finais deste tópico e introduzir a próxima problemática a ser debatida:

- A arte e a ciência são formas de produção de conhecimento humano, e ambas — assim como outros saberes — produzem imagens em seus processos.
- Toda imagem é constituída por componentes formais, expressivos e representacionais. Os dois primeiros compõem o caráter estético, e o último, o caráter epistêmico, podendo um deles ser mais evidente que o outro.
- Toda imagem produz conhecimento, ainda que este nem sempre seja científico.
- A expressividade visual não se restringe à capacidade de provocar emoções intensas; manifesta-se também por meio de qualidades formais como equilíbrio composicional, clareza estrutural e organização harmônica dos elementos visuais. Essas características, embora sutis, constituem formas igualmente válidas de expressão.
- Apesar de autores reconhecerem que toda imagem produz conhecimento, ainda persiste a tendência de associar "imagem epistêmica" exclusivamente às imagens da ciência.
- De modo semelhante, embora toda imagem possua componentes formais e expressivos, ainda há uma tendência a associar o estético apenas às imagens artísticas.
- O caráter estético não é exclusivo nem sinônimo de arte, assim como o caráter epistêmico não é exclusivo nem sinônimo de ciência — mesmo considerando tradições filosóficas que associam a estética à arte e a epistemologia à ciência.

Para endossar esses apontamentos, retomam-se os trabalhos de Elkins (1995) e Marr (2016). Se, por um lado, os autores abordam a problemática das imagens não artísticas e das imagens epistêmicas, por outro, ambos defendem a integração entre os aspectos estético e epistêmico nas imagens artísticas e científicas, e argumentam que a compreensão dessa integração permitiria expandir a visão sobre as imagens e os próprios meios de produção do conhecimento.

O trânsito de imagens entre os domínios artístico e científico suscita uma questão fundamental: se ambas compartilham dimensões estéticas e epistêmicas, como estabelecer fronteiras claras entre esses campos? Essa problemática leva a questionar: seria possível afirmar que toda imagem artística é científica, e vice-versa, não sendo possível diferenciá-las?

A resposta é negativa. O fato de imagens artísticas e científicas possuírem pontos em comum — inclusive a possibilidade de uma mesma imagem ser alocada em ambas as áreas — não significa que sejam a mesma coisa. Cada campo possui produções próprias com características determinadas. Porém, uma vez que os caracteres epistêmico e estético não se mostram eficientes para realizar essa distinção, é preciso encontrar outro critério de análise que permita diferenciá-las.

Sendo assim, proponho um foco diferenciador que parte de outro ponto em comum das imagens, evidenciado na conceituação anterior: o fato de que, em última instância, toda imagem estabelece relações com o mundo e produz significados. Logo, toda imagem pode ser uma mensagem e, portanto, estabelecer um processo de comunicação. Dessa forma, minha proposta é distinguir a imagem artística da científica pelo viés da comunicação, como será discutido no próximo capítulo.

7 COMUNICAÇÃO: ALGUNS APORTES TEÓRICOS

7.1 Linguagem e Comunicação

Neste tópico, discute-se brevemente o conceito de linguagem para, em seguida, relacioná-lo ao processo de comunicação.

É fato que o ser humano está em constante busca pela compreensão de seu mundo, e nesse processo, lança mão de uma habilidade essencial: a linguagem. Conforme apontam Petter (2012) e Fiorin (2013), a linguagem é uma matéria do pensamento — a capacidade humana de perceber, categorizar e ordenar o mundo, produzir sentido e, por fim, comunicar-se.

Citelli (2008) ainda destaca que

> Digamos, de maneira rápida e nutrida pelo espírito provocativo: o mundo existe. Do mesmo modo a linguagem, com a sua enorme capacidade de gerar significações, traz consigo a possibilidade de atualizar, inventar, narrar, descrever, compor a experiência (Citelli, 2008, p. 25)

Complementando com as palavras de Petter (2012):

> O fascínio que a linguagem sempre exerceu sobre o homem vem desse poder que permite não só nomear/criar/transformar o universo real, mas também possibilita trocar experiências, falar sobre o que existiu, poderá vir a existir, e até mesmo imaginar o que precisa nem pode existir (Petter, 2012, p. 11).

Portanto, a linguagem é entendida como um meio de produção de sentidos que atua em três relações fundamentais: a do sujeito com o mundo, a do sujeito consigo mesmo — na ordenação de seus pensamentos — e a do sujeito com a sociedade. Dessa forma, compreender a imagem como um caminho de relação sujeito-mundo e como uma forma de expressão de ideias e experiências permite classificá-la como um modo de linguagem. E, se a imagem é linguagem, ela também pode ser comunicação.

A comunicação é um fenômeno que acompanha toda a história do desenvolvimento humano e reflete a necessidade social de partilha de informações. A própria etimologia da palavra "comunicação" reforça essa natureza socializante. Como indicado por Sousa (2006):

> A raiz etimológica da palavra comunicação é a palavra latina *communicatione*, que, por sua vez, deriva da palavra *commune*, ou seja, comum. *Communicatione* significa, em latim, participar, pôr em comum ou acção comum (Sousa, 2006, p.22).

A preocupação com esse processo social remonta aos estudos da Retórica na Antiguidade. Contudo, foi somente no século XX que surgiram investigações mais sistematizadas sobre o tema, dando origem ao campo das Teorias da Comunicação. Como indica o plural "teorias", trata-se de uma área com diversas abordagens e propostas para conceituar e compreender esse fenômeno — a comunicação. Nesse diversificado panorama

teórico, encontram-se perspectivas que tanto convergem quanto divergem entre si (Sousa, 2006).

No entanto, na busca de um ponto de partida das discussões, trago a proposta de Omar Calabrese (1987), que diz:

> Chegamos agora ao termo "comunicação". Tomá-lo-emos, obviamente, no sentido moderno, isto é, "toda transmissão de informação obtida mediante a emissão, condução e recepção de uma mensagem". Trata-se, em suma, de um processo socializado, no qual a informação passa entre dois interlocutores (não necessariamente seres humanos), através de um suporte físico (um canal) e por meio de um código (um conjunto de regras para segmentar sistematicamente o material físico portador de um conteúdo também sistematicamente segmentado; e ainda um conjunto de regras para combinar o primeiro com o segundo). Como se pode ver, a "comunicação" é um fenômeno complexo que comporta numerosos elementos em jogo: a natureza dos participantes (emissor e receptor), a natureza do canal utilizado (que pode ser desde as ondas sonoras até as da luz), a natureza do código (que pode ser desde as regras da língua falada até a linguagem do computador), a natureza das mensagens transmitidas mediante códigos, o processo de emissão e de recepção. Cada um dos fenômenos que participam do processo comunicativo pode ser estudado em sua especificidade e pode dar lugar a pontos de vista diferentes sobre a própria comunicação. Pode- se, por exemplo, privilegiar o aspecto da emissão enquanto momento no qual se organiza a produção de mensagens de acordo com leis econômicas e se organiza o consumo das próprias mensagens; pode-se, ao contrário, pesquisar o conjunto dos mecanismos psicológicos segundo os quais uma mensagem é produzida na fonte ou recebida no destino; ou, ainda, pode-se estudar a natureza do canal de transmissão e também o aspecto informacional da mensagem, medindo-lhe o quociente informativo; pode-se, ainda, deter-se sobre o caráter social da própria comunicação, buscando sua contratualidade no seio de um grupo social ou sua relevância com relação aos valores da comunidade na qual são transmitidas as mensagens ou os comportamentos de emissão e consumo dos sujeitos sociais em jogo (Calabrese, 1987, p. 15-16).

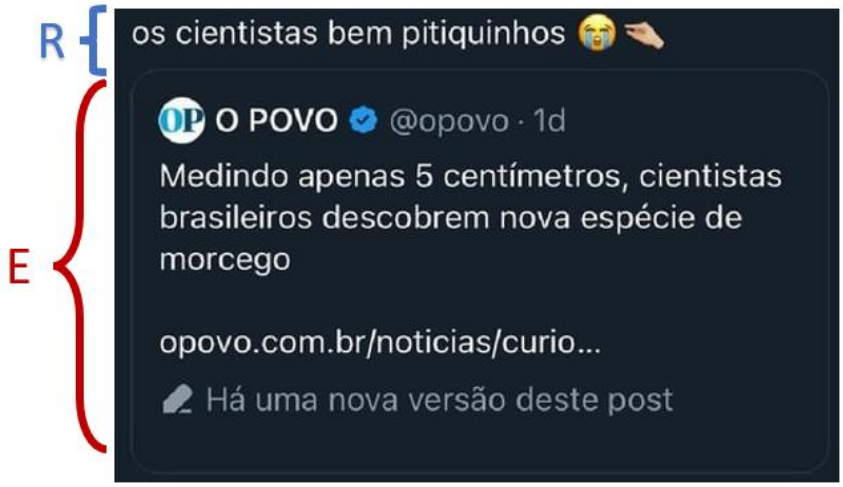
Como destaca Calabrese (1987), embora estejamos constantemente imersos em atos comunicativos, teorizá-los é uma tarefa complexa devido à diversidade de variáveis envolvidas. De fato, as diversas teorias da comunicação – cada uma com suas especificidades – focam em variáveis distintas. Não obstante, mesmo nesse emaranhado de fatores, é possível sintetizar o processo como a transmissão de uma mensagem entre interlocutores.

Assim, a comunicação configura-se como um processo de partilha que ocorre por meio da interação entre duas instâncias: uma na qual um enunciado é produzido e outra na qual ele é recebido. Esse enunciado (ou mensagem) é uma estrutura codificada pelo emissor e precisa ser decodificada pelo receptor. É nessa relação de troca – entre enunciador e receptor – e na busca por significados partilhados por meio de códigos que se fundamenta a "teoria da comunicação tentativa", proposta por José Luiz Braga e adotada como referencial teórico neste trabalho.

7.2 A comunicação Tentativa

Antes de adentrar aos detalhes da tese da comunicação tentativa, apresento, pela Figura 15, uma situação para análise.

Figura 15 - Meme envolvendo a interpretação de uma manchete de jornal



Fonte: Adaptado de r/twitter_Brasil (2024)

A Figura 15 apresenta um meme – uma mensagem de caráter humorístico disseminada em redes sociais – que retrata uma situação na qual um leitor-receptor (R) expressa seu entendimento da leitura de uma manchete produzida por um emissor (E) -, que no caso é um jornal.

O efeito humorístico ocorre porque o leitor interpreta a mensagem de maneira divergente da intenção original do enunciador. A manchete, em sua concepção, tinha o objetivo de anunciar a descoberta de uma nova espécie de morcego de pequeno porte (com apenas 5 cm de comprimento) por cientistas brasileiros. Contudo, a estrutura sintática adotada levou a uma interpretação alternativa: a de que os próprios cientistas mediam 5 cm, e não o animal.

Esse fenômeno ilustra um processo comunicacional que envolveu a utilização de códigos linguísticos -letras e palavras da língua portuguesa que fazem referência a sons e certos significados - na elaboração de um enunciado (mensagem) pelo jornal, o qual foi transmitido por meio de um canal digital. Posteriormente, o enunciado foi recebido, decodificado e interpretado pelo receptor (R), gerando um entendimento distinto do propósito original do enunciador (E).

Essa discrepância interpretativa, frequentemente caracterizada como "má compreensão", é vista por alguns teóricos como uma falha no processo comunicativo – ou até mesmo como a sua inexistência. Essa visão deriva, principalmente, de abordagens que concentram a análise na mensagem como o elemento primordial da comunicação (Braga, 2010; Sousa, 2006).

No entanto, Braga (2010) propõe uma reorientação conceitual, deslocando o foco da mensagem para a interação entre os sujeitos. Para o autor, a comunicação se configura na interação, independentemente do nível de alinhamento entre intenção e interpretação. Em outras palavras, mesmo quando a compreensão do receptor diverge significativamente da intenção original do enunciador, o processo comunicativo ainda se efetiva.

Nas palavras do autor:

> Consideramos os processos comunicacionais como tentativos em pelo menos dois aspectos. Em todo episódio comunicacional, a existência de uma margem, maior ou menor, de ensaio-e-erro torna os resultados probabilísticos, qualquer que seja o critério adotado para considerar o sucesso da interação. O tentativo corresponde, também, ao reconhecimento de algum grau de imprecisão (incerteza, multivocidade, ausência de controle) em todos os passos do processo (Braga, 2010, p. 66)

> Assim, em coerência com nossa tese, comunicação não é só aquela de valor alto, do sucedimento precioso e raro – mas toda troca, articulação, passagem entre grupos, entre indivíduos, entre setores sociais – frequentemente desencontrada, conflitiva, agregando interesses de todas as ordens; marcada por casualidades que ultrapassam ou ficam aquém das intenções (que, aliás, podem ser válidas ou rasteiras). Comunicação é o processo voltado para reduzir o isolamento – quaisquer que sejam os objetivos e os modos de fazer. A comunicação é sempre performativa, qualquer que seja o resultado – admitindo, exatamente porque tentativos (com variada probabilidade e baixa precisão), que o ajuste e a sintonia são apenas aproximadamente previsíveis, geralmente de reduzida qualidade. Mas é isso, creio, que precisamos entender como funciona, quais as margens de aperfeiçoamento possível; e quais os espaços em que é da própria imprecisão que se espera a flexibilidade para o humano e para o social. Pois é essa imprecisão mesma que, em algumas situações, equilibra a opressão comunicacional e se põe como barreira última para o pensamento único (Braga, 2010, p. 69-70).

A partir dessa fundamentação teórica, Braga (2010) destaca que, em condições ideais, pode ocorrer um momento de comunhão – caracterizado por uma elevada compatibilidade entre a mensagem emitida e a interpretação recebida. Contudo, ressalta que essa situação não deve ser entendida como a única forma legítima de comunicação, mas sim como uma das possibilidades dentro de um amplo espectro comunicativo.

Esse espectro engloba desde interações altamente eficazes até comunicações pouco efetivas, abarcando tanto os êxitos quanto os fracassos. Além disso, incorpora a multiplicidade de propósitos e processos que modulam os atos comunicativos, incluindo dimensões "estéticas, afetivas, racionais, intelectuais, científicas, práticas, educacionais e políticas" (Braga, 2010, p. 70).

Braga estrutura sua tese em dois eixos principais. O primeiro postula o caráter probabilístico dos episódios comunicacionais, cuja concretização está sujeita a diferentes graus de possibilidade – desde uma realização plena até uma efetivação parcial ou mesmo nula.

O segundo eixo concebe os processos comunicacionais como aproximativos, admitindo diferentes graus de precisão. Essa precisão, contudo, não é absoluta, mas relacional – depende fundamentalmente dos critérios estabelecidos pelas instâncias envolvidas na interação. São

precisamente esses critérios compartilhados que fundamentam a avaliação do que se considera um sucesso comunicacional em determinado contexto.

A compreensão desses parâmetros de sucesso é que viabiliza o aprendizado contínuo e os subsequentes ajustes necessários para aproximar a intenção comunicativa de sua efetiva realização. Importa destacar que tais critérios não são fixos ou universais, variando de acordo com os objetivos, as intenções, o equilíbrio e o desequilíbrio entre os participantes, bem como a estruturação e a clareza dos enunciados. Sobre critérios, Braga reforça que eles:

> [...] são parte do problema comunicacional. Critérios de eficácia e de valor fazem parte das coisas que precisam ser socialmente negociadas por meio de processos comunicacionais e serão diferentemente tratados conforme as diversas questões que modulam os processos. A adoção – expressa ou implícita – deste ou daquele critério deve ser própria ao regime comunicacional específico (socialmente instituído). **O que em um regime seria considerado sucesso pode ser visto, em outro regime, como frustrante** (Braga, 2010 p. 71, grifo meu).

Esses pontos elencados reforçam que a comunicação se constitui como um fenômeno social complexo, com uma variedade de graus, direções e níveis de realização. E, uma vez que o fenômeno comunicativo é considerado por sua interação, é importante considerar que ele não depende unicamente daquilo que o enunciador procura obter como resultado do episódio comunicacional (isto é, a eficácia de entendimento de sua mensagem), mas também das tentativas do receptor no processo de decodificação.
Desse modo, o receptor sai de uma posição passiva de "receptáculo decodificador" e passa a ser agente comunicacional também; ele se torna participante, sendo seu agir tentativo essencial para o processo. Como aponta Braga:

> Certamente, o que podemos chamar de tentativa do participante é uma parte relevante de nossa tese. Essa tentativa se expressa particularmente na busca de obter uma interpretação da mensagem em coerência com o ponto de partida (emissão). A tentativa do participante receptor, por sua vez, seria a de interpretar em função de sua visada cultural, desmontando manejos ou sutilezas da mensagem que o possam enganar; e escolhendo, das mensagens, as que efetivamente lhe mereçam a sintonia, realizando a boa crítica (Braga, 2010, p. 72).

Braga (2010) adverte contra uma visão polarizada do sucesso comunicacional, que oporia a sintonia idealizada pelo enunciador à participação ativa do receptor. O autor propõe, em vez disso, compreender a comunicação como um fenômeno social mais amplo e processual. Nessa perspectiva, além das tentativas individuais do enunciador e do receptor, destaca-se a dimensão da tentativa do processo – ou seja, as transformações que as interações sociais acumulam a cada ato comunicativo.

A tentativa do processo é compreendida a partir da consideração de que toda comunicação ocorre dentro de um contexto processual, no qual algo está em jogo entre as duas instâncias participantes. Esse contexto é que será responsável por organizar o rol de possibilidades tentativas e por prover quais tipos de coisas podem ser tentadas, como se oferecesse algumas regras ao jogo comunicacional. É com base nas tentativas do processo que ocorre a produção social de dispositivos interacionais.

Os dispositivos interacionais são os modos e táticas construídos para aumentar a produtividade da comunicação. Essa construção ocorre por meio das múltiplas interações tentativas e suas aproximações sucessivas, as quais desenvolvem, na prática, os objetivos e os critérios indicadores do sucesso comunicacional.

Esses dispositivos interacionais também criam matrizes que oferecem, aos participantes da comunicação, determinados padrões e regras, as quais visam garantir alguma possibilidade de sucesso e precisão. A elaboração de tais regras assume um lócus importante na comunicação, pois como afirma Braga:

> Um procedimento interacional que se normatiza é uma tentativa de maximização para as interações pretendidas. A instituição dessas regras se faz no sentido da redução dos riscos probabilísticos; os participantes de episódios comunicacionais aí exercidos passam a contar com tal prática regular para estimular as inferências pretendidas. Mas os elementos tentativos estão sempre presentes – a cada dispositivo acionado, a cada episódio interacional (Braga, 2010, p. 73).

É importante ressaltar que a constituição das matrizes comunicacionais ocorre em diferentes níveis, desde os dispositivos interacionais cotidianos entre duas pessoas ou pequenos grupos – como as gírias de uma determinada localidade – até macrodispositivos que envolvem instâncias maiores, como redes sociais e outras organizações de estrutura complexa, a exemplo do campo científico. Além disso, cada instância e cada modo comunicacional, em seu contexto sócio-histórico e cultural, produz seus próprios sistemas de normatização.

A partir das considerações apresentadas, Braga estabelece mais dois pontos essenciais do processo comunicativo: o código e as inferências.

O código refere-se à normatização – ou seja, aos elementos regulados que formam uma estrutura prévia orientadora do discurso. Por exemplo, na área da química, há um conjunto simbólico específico utilizado para a comunicação de ideias, como os símbolos dos elementos químicos. Os códigos buscam delimitar as possibilidades interpretativas e podem assumir diversas formas: linguísticas, culturais, institucionais, pessoais, entre outras.

Se, por um lado, o código representa a parte delimitante da comunicação, por outro, há as inferências – processos mais abertos e não codificados que complementam a comunicação, por mais codificada que esta seja. Essas inferências correspondem às suposições, hipóteses e interpretações produzidas pelo receptor sobre as intenções do enunciador, com base em seu repertório e no contexto de produção dos enunciados. Ou seja, trata-se da ação do receptor em "tentar entender o que o enunciador quis dizer". Nas palavras de Braga: "as inferências decorrem de um esforço de maximização da pertinência (entre a interpretação e o enunciado)" (BRAGA, 2010, p. 75).

As inferências introduzem um componente incalculável, incontrolável e imprevisível no processo comunicacional, mesmo diante de um código bem estruturado. Assim, todo código contém seu grau de indefinição – sendo, portanto, igualmente tentativo. Contudo, a cada interação, os códigos podem ser criados, modificados, ajustados, aperfeiçoados ou excluídos.

Dessa maneira, embora os processos comunicacionais estejam permeados por margens de imprecisão e incerteza, eles se desenvolvem por meio de tentativas, experiências e erros. Nesse sentido, a presença das inferências transforma o processo de decodificação do receptor, que deixa de ser puramente mecânico para se tornar processual e interpretativo. Como exemplificado na Figura 15, embora enunciador e receptor compartilhem o mesmo código (a língua portuguesa), o receptor inferiu que a manchete se referia a cientistas medindo 5 cm.

Ademais, Braga destaca que a maximização da normatização não implica, necessariamente, em maior precisão comunicativa. Regras excessivas podem culminar em sistemas rígidos e inflexíveis, incapazes de abarcar os espaços interpretativos essenciais ao desenvolvimento da comunicação como processo social complexo. Por exemplo, suponha que uma artista chegue a uma localidade afirmando que está lá para "realizar uma instalação". Caso não houvesse flexibilidade no código linguístico, a única interpretação possível seria a de uma instalação elétrica, hidráulica etc., excluindo-se a possibilidade de se tratar de uma obra artística. Analogamente, a poesia em língua portuguesa seria inviável se as palavras estivessem restritas a um único sentido.

No entanto, a abertura inferencial não equivale a flexibilidade total nem a liberdade criativa ilimitada, já que isso poderia comprometer a clareza, gerar desentendimentos e tornar as interações excessivamente contingentes.

Braga ressalta ainda que o grau de rigor e abertura na comunicação varia conforme a instância e o processo em questão. Assim, algumas formas de comunicação priorizarão o controle do código, enquanto outras valorizarão uma maior flexibilidade. Nas palavras do autor:

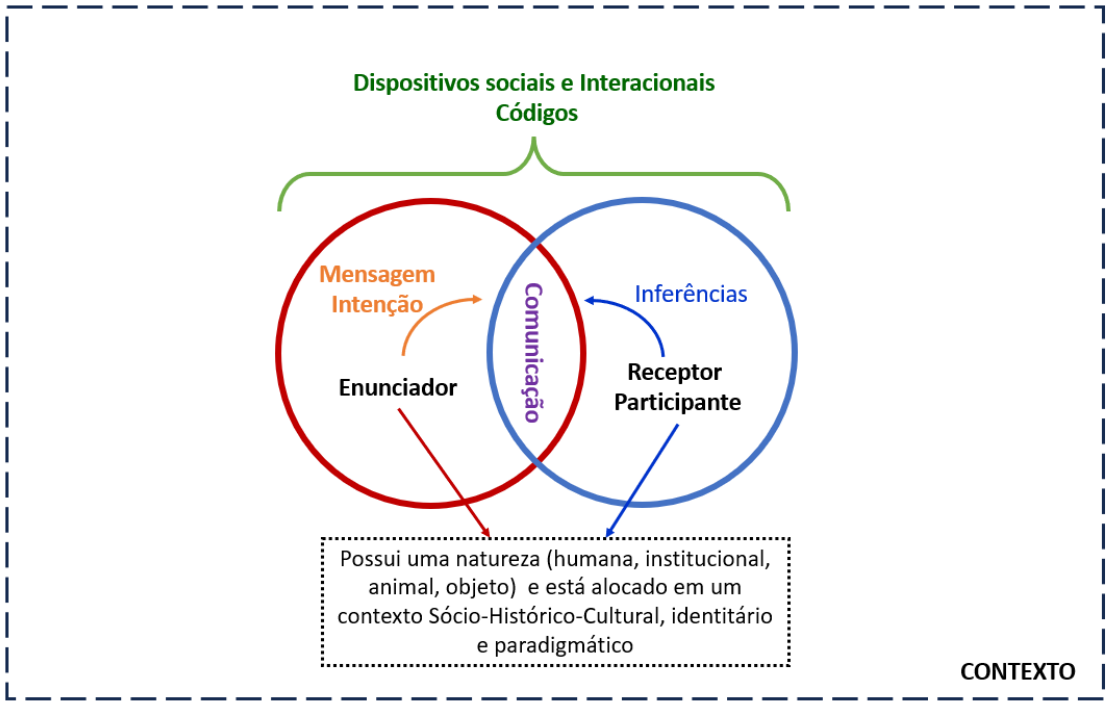
> Entretanto, embora a razão e a lógica sejam pragmaticamente processos muito interessantes de maximização do rigor (redução da imprecisão) e para a ampliação probabilística do sucesso na comunicação, é importante assinalar que nem todo programa comunicacional humano aposta principalmente nos controles voltados para a univocidade nem, correlatamente, na adoção de inferências lógicas relacionadas a códigos rigorosos. Os processos estéticos, como também os afetivos e os comportamentais práticos, tendem diversamente a procurar outros âmbitos de passagem comunicacional – apostando antes em transações complexas e difusas, jogando justamente com a tentativa e a imprecisão na expectativa de gerar sintonias não baseadas na univocidade e sim na potencialidade de acordes compostos entre os participantes (Braga, 2010, p. 75-76).

Inclusive, o que será discutido na sequência é justamente essa relação do rigor do código e da flexibilização inferencial nos discursos artísticos e científicos. Mas antes, de prosseguir para essa discussão, apresenta-se um resumo do que foi debatido neste tópico.

Para finalizar, as Figura 16 e 17 apresentam um modelo esquemático, para sintetizar as ideias discutidas neste tópico [19].

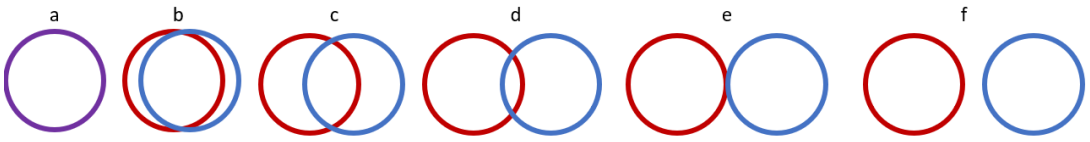
[19] Proponho esse modelo como alternativa ao, muito difundido, esquema "Emissor → Mensagem→Receptor, derivado da "Teoria Matemática da Comunicação. A qual foi inicialmente feita para comunicação entre dispositivos eletrônicos e depois utilizada em outras propostas. Apesar dela permitir uma fácil compreensão do processo comunicativo, essa faz com que esse se entenda como algo muito mecânico e linear, de uma

Figura 16-Esquematização das principais ideias discutidas sobre a comunicação tentativa



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 17 - Esquematização do espectro comunicacional



Fonte: Elaborada pelo autor

Portanto, a partir das Figuras 16 e 17 e das discussões apresentadas, entende-se que a comunicação tentativa concebe a comunicação como um processo interacional entre duas instâncias: uma que produz um enunciado e outra que o recebe. Nesse processo, ocorrem tentativas de aproximação entre a intenção do enunciador e as interpretações do receptor – que é um participante ativo.

comunicação fundada diretamente em "sinal – resposta". Tendo, ainda, o sucesso do entendimento da mensagem como seu principal foco, e não todo o processo interacional (Sousa, 2006).

O processo de compreensão dependerá das intenções do enunciador, dos elementos mobilizados na elaboração da mensagem, dos dispositivos sociais e interacionais, dos códigos estabelecidos por um determinado contexto e das inferências realizadas pelo receptor a partir de seu repertório. Vale lembrar que tanto o enunciador quanto o receptor possuem sua natureza própria e estão inseridos em um contexto sócio-histórico, cultural, identitário e paradigmático. Além disso, todo o processo comunicacional está inserido em um contexto mais amplo.

Desse modo, a intersecção entre enunciado e interpretação ocorre em um espectro probabilístico, constituindo um *continuum* de possibilidades que varia da comunicação perfeita até a ausência total de comunicação – sendo esses extremos, vale ressaltar, construções teóricas idealizadas. A Figura 17 esquematiza esse espectro de possibilidades, desde uma comunhão total (a) até uma ausência radical de comunicação (f).

Embora seja possível desenvolver estratégias para otimizar a eficácia comunicativa – desde iniciativas individuais de adaptação discursiva até convenções socioculturalmente estabelecidas (como sistemas compartilhados de regras, padrões e linguagens) –, persiste inevitavelmente um grau de incerteza irredutível no processo. Convém observar que os parâmetros de rigor, de abertura flexível e os critérios de sucesso comunicacional apresentam significativa variabilidade conforme as instâncias e os contextos interacionais específicos.

Por fim, nas palavras de Braga:

> Malgrado os âmbitos da parcial incerteza, percebemos que a tentativa humana e social de ter comunicação determina a existência prática de alguma previsibilidade – *espaço em que sempre podemos produzir alguma sintonia, talvez imprecisa, mas efetiva comunicação* (Braga, 2010, p. 80, destaque do autor)

Partindo dessas considerações e entendendo que tanto a arte quanto a ciência são atividades produtoras de enunciados e processos comunicativos – e que a criação de imagens constitui um desses meios de comunicação –, é possível analisá-las à luz dos pressupostos da comunicação tentativa, como se discute a seguir.

7.3 Os abismos e as tentativas da ciência e da arte

A comunicação é um processo de partilha por meio do qual os seres tornam-se sociais ao compartilhar ideias. No entanto, é importante destacar que tanto o enunciador quanto o receptor são agentes ativos na construção da mensagem: o primeiro, com suas intenções, e o segundo, com suas inferências, as quais estão intimamente relacionadas aos contextos dos sujeitos e ao momento em que a comunicação ocorre. Assim, entre o que foi enunciado e o que foi entendido, há sempre uma variação de interpretações, que podem oscilar entre o bom entendimento e o desentendimento.

A drag queen Rita Von Hunty (2022), em seu vídeo “Narrar o mundo”, destaca que “entre o que é dito e o que é ouvido existe sempre um abismo subjetivo”, uma vez que o enunciador é responsável apenas pelo que diz, e nunca pelo que será escutado (Von Hunty,

2022).Isso significa que não é possível haver compreensão entre os sujeitos? Não, pelo contrário. Compreender a existência desse abismo permite que os envolvidos no processo comunicacional desenvolvam tanto os objetivos que esperam alcançar quanto as estratégias para tentar atingi-los. Tais estratégias estão relacionadas ao que Braga (2010) chamou de códigos e dispositivos interacionais.

Além disso, uma vez que tanto a arte quanto a ciência se constituem como atividades humanas sociais e, consequentemente, comunicacionais, cada uma delas acabou por desenvolver suas próprias estratégias para administrar as tentativas de controlar esse "abismo subjetivo". Lembrando que esse controle pode atuar tanto para minimizar quanto para maximizar esse abismo. Dessa forma, é possível analisar, entender e comparar a ciência e a arte pela perspectiva da comunicação, ao examinar os objetivos, códigos e dispositivos de cada área.

7.4 Ciência e Comunicação Científica

7.4.1 O fazer científico e a Natureza da Ciência

Responder à pergunta "o que é ciência?" não é uma tarefa fácil, uma vez que essa atividade admite múltiplas respostas ao longo de seu desenvolvimento histórico (Benedito, 2021; Pombo, 2012). No entanto, mesmo sem uma definição unívoca, é indiscutível que a ciência se consolidou como uma das principais formas de produzir conhecimento na contemporaneidade. Isso se deve especialmente ao fato de que muitos de seus produtos e tecnologias têm respondido, ao longo dos séculos, a diversas demandas da sociedade — desde o aumento da expectativa de vida até a manipulação da natureza em escalas micro e macrocósmicas, como na conquista de territórios extraterrestres e no manejo de micropartículas, passando pela criação dos mais variados produtos de bem-estar social (Targino, 2000).

Desse modo, em vez de buscar uma resposta definitiva para "o que é ciência?", talvez seja mais interessante compreender "como se faz ciência?" — isto é, quais são seus métodos e procedimentos — e, com base nisso, refletir sobre o que leva a ciência a ocupar tanto espaço no pensamento moderno-contemporâneo.

Como aponta Targino (2000):

> A ciência busca, essencialmente, desvendar e compreender a natureza e seus fenômenos, através de métodos sistemáticos e seguros. No entanto, face à dinamicidade intrínseca à própria natureza, seus resultados são sempre provisórios. Isto é, esses sistemas explicativos não têm caráter permanente. Inserem-se num processo ininterrupto de investigação, o que faz da ciência uma instituição social, dinâmica, contínua, cumulativa. Em tal perspectiva, sem pretensões históricas, infere-se que a ciência influencia há séculos a humanidade, criando e alterando convicções, modificando hábitos, gerando leis, provocando acontecimentos, ampliando de forma permanente e contínua as fronteiras do conhecimento (Targino, 2000, p.2).

> Mais do que nunca, recorrendo à educação formal e informal, contando com a evolução dos meios de comunicação e das tecnologias de informação, a ciência estimula e orienta a evolução humana, interfere na identidade dos povos e das nações, estabelece as verdades fundamentais de cada época. Aliás, a meta máxima da ciência é a ampliação da verossimilitude. A verdade e a certeza absolutas inexistem, o que faz dos verdadeiros cientistas buscadores da "verdade", mas jamais seus detentores, a quem compete registrar os novos saberes, operacionalizando o chamado mundo objetivo. Ao lado do mundo material e do mundo mental, subsiste o mundo objetivo. Este corresponde ao mundo das teorias e de suas relações, dos argumentos e das situações de problema, ou seja, ao mundo do conhecimento objetivo, que incorpora todos os produtos originados do esforço do homem, registrado na literatura, nas artes, na ciência e tecnologia. Com base em tais idéias, Popper (1972, 1975) argumenta que a ciência evolui a partir de um processo de corroboração ou refutação de hipóteses e teorias, após análise criteriosa pela comunidade científica. O método científico de verossimilhança caracteriza-se pelo processo de ensaio e erro, o que vale dizer que a ciência avança não como resultado de um processo cumulativo de uma positividade de idéias, mas pela negação de hipóteses e teorias, cuja rejeição aproxima o homem da verdade, ainda que provisória e mutável, por ser histórica, e portanto, redefinível a qualquer momento (Targino, 2000, p. 2).

Conforme Targino (2000), a ciência é um empreendimento social que possui um *modus operandi* específico para compreender, apreender e manipular a natureza. Esse modo de operar é permeado por um conjunto de características — um *ethos* — que fundamentam o que será considerado "conhecimento científico". Entre essas características, destacam-se a universalidade e a objetividade[20]. Tais conceitos são, de fato, objetos de discussões filosóficas profundas, mas é possível estabelecer uma visão geral sobre eles (Cupani, 1989).

Um dos caminhos para compreender a objetividade é vê-la como um meio de minimizar arbitrariedades, julgamentos de autoridade e elementos de valor puramente pessoal (Cupani, 1989). Já a universalidade refere-se ao fato de os conhecimentos científicos serem válidos e potencialmente úteis em qualquer contexto cultural (Cupani, 1989; Targino, 2000).

Nota-se, assim, uma confluência entre objetividade e universalidade: ambas colocam o objeto como elemento central do conhecimento, sem considerar o sujeito que o caracteriza. Ou seja, a identidade do sujeito não deveria impactar a identidade do conhecimento; logo, diferentes sujeitos deveriam apresentar compreensão semelhante de um determinado objeto. Desta forma a ciência se estrutura como uma atividade que busca o consenso entre seus agentes

Por mais interessante que esse ideal de objetividade e universalidade possa parecer, é importante que sua compreensão não seja ingênua. Inclusive, outra característica frequentemente associada ao fazer científico é a concepção de neutralidade, reforçando o afastamento do sujeito na constituição do saber sobre o objeto. No entanto, desde os ataques atômicos a Hiroshima e Nagasaki, tornou-se explícito que essa neutralidade não existe. A

[20] É comum que a ciência também seja associada ao caminho criador de conhecimentos verdadeiros, mas como foi apontado na fala de Targino (2000, p. 2) essa relação já não se faz mais, principalmente junto as considerações de Popper, sobre a ciência trabalhar mais com a falseabilidade do que com a comprovação. Assim, a ciência não postula verdades, mas sim conhecimentos que, enquanto não forem refutados, aumentam suas probabilidades de validade. Assim, a ciência pode não dar a certeza de que algo é, mas sim a certeza daquilo que algo não é.

ciência responde, sim, a questões externas a ela, como contextos históricos, culturais, políticos, econômicos e sociais[21].

Os pontos supracitados fazem parte de uma corrente de pensamento conhecida por Natureza da Ciência (NDC), a qual pode ser entendida como:

> um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. Isto pode abranger desde questões internas, tais como método científico e relação entre experimento e teoria, até outras externas, como a influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas (Moura 2014, p. 32).

Muito se debate sobre a natureza da ciência e suas características no âmbito da história, filosofia e sociologia da ciência. Dentre os pontos consensuais, destacam-se as seguintes: a ciência é mutável e dinâmica; seu objetivo é explicar fenômenos naturais; não existe um método científico universal; a teoria não é mera consequência da observação ou do experimento, nem vice-versa; a ciência é influenciada pelo contexto social, cultural e político no qual é construída; e os cientistas utilizam imaginação, crenças pessoais e influências externas em seu trabalho (Moura, 2014, p. 34-35).

Tais considerações reforçam que a ciência é uma atividade humana e, como tal, é em algum nível permeada por subjetividades – ou seja, pelas identidades dos sujeitos –, gerando um certo "abismo subjetivo" entre seus praticantes. No entanto, isso não significa que não existam saberes mais objetivos, amplamente compreendidos e partilhados por diferentes indivíduos e contextos. A ciência é, na verdade, uma atividade que, tendo como base a busca pela objetividade e universalidade, constrói-se justamente para minimizar os abismos subjetivos entre aqueles que participam de sua produção – seja como cientistas atuantes, seja como usuários de saberes e produtos científicos.

Nessa busca por reduzir tais "abismos subjetivos" em busca de consensos, a ciência emprega estratégias específicas na sua prática, sendo a forma de comunicação uma das mais importantes.

7.4.2 Comunicação Científica

Mais do que um empreendimento humano, a ciência é uma instituição social, cultural e paradigmática. Isso significa que seus agentes estão organizados em uma comunidade que partilha certas características, comportamentos, saberes, técnicas, modos de operação, sistemas de valores, crenças, visões de mundo, linguagem e, consequentemente, um sistema de signos predominantemente simbólico (Benedicto, 2021; Kuhn, 2020; Nielsen, 2012; Ostermann, 1996; Santaella e Noth, 2015; Snow, 1996).

[21] Aqui é importante lembrar que a ciência surge como uma forma de conhecimento ocidental e europeia e que foi tomada pela burguesia como sua principal forma de discurso. Assim, mesmo com os diversos avanços e conquistas que o conhecimento científico produz, ele, muitas vezes, responde as intenções de determinados grupos.

Dentro dessa comunidade científica a troca de dados e informações é um movimento essencial para produção de saberes científicos, como destaca Le Coadic (1996) ao afirmar que:

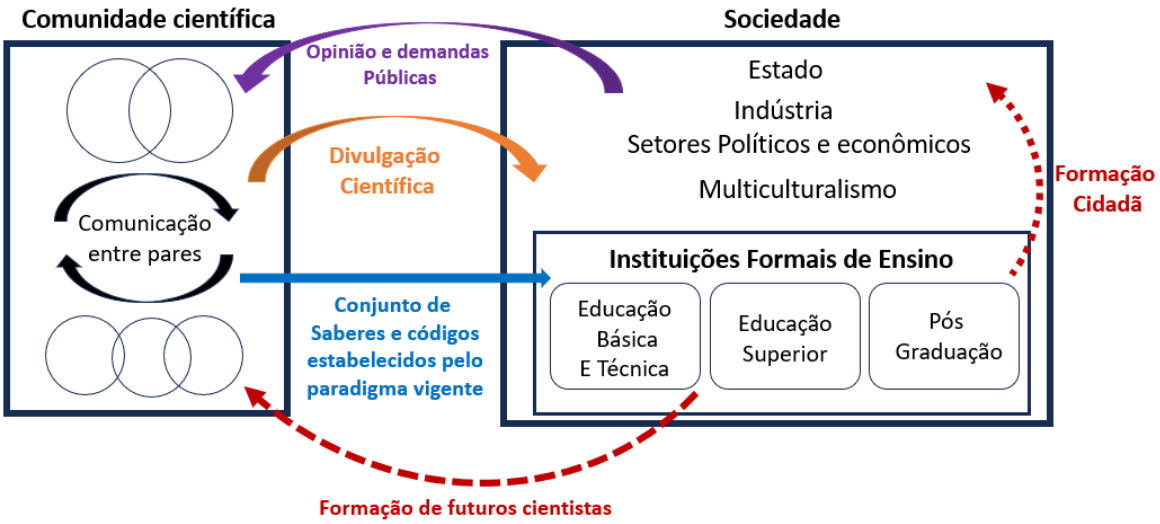
> As atividades científicas e técnicas são o manancial de onde surgem os conhecimentos científicos e técnicos que se transformarão, depois de registrados, em informações científicas e técnicas. Mas, de modo inverso, essas atividades só existem, só se concretizam, mediante essas informações. A informação é o sangue da ciência. Sem informação, a ciência não pode se desenvolver e viver. Sem informação a pesquisa seria inútil e não existiria o conhecimento.' Fluido precioso, continuamente produzido e renovado, a informação só interessa se circula, e, sobretudo, se circula livremente. A atividade de pesquisa constitui, com efeito, a aplicação do raciocínio ao corpo de conhecimentos acumulados ao longo do tempo e armazenados nas bibliotecas e centros de documentação. Ademais, o processamento desses conhecimentos, que se torna possível após entrarem em circulação, está na origem das descobertas científicas e das inovações técnicas (Le Coadic, 1996, p. 27).

A ciência é, portanto, também um sistema social de comunicação. A comunicação científica pode ser definida como o conjunto de atividades associadas à "produção, disseminação e uso da informação, desde o momento em que o cientista concebe uma ideia para pesquisar até que a informação acerca dos resultados é aceita como constituinte do estoque universal de conhecimentos" (Targino, 2000, p. 10).

Partindo dessa ideia, é importante notar que alguns autores entendem a comunicação científica como aquela que ocorre exclusivamente dentro da comunidade científica. No entanto, ao longo da história, a difusão do conhecimento científico tem permeado esferas muito além da academia, alcançando o domínio público (a sociedade em geral, a política, a economia) e o educacional. Desse modo, é possível compreender a comunicação científica como um fenômeno que ocorre em diferentes níveis (Pombo, 2000).

A Figura 18 esquematiza os diferentes níveis de circulação das informações e conhecimentos científicos. A partir dela, é possível estabelecer três níveis principais de comunicação científica: (1) a comunicação entre pares, (2) a comunicação entre a comunidade científica e o público leigo (abrangendo a divulgação e o jornalismo científico) e (3) a educação científica.

Figura 18 - Esquema sobre os níveis de comunicação científica



Adaptado de Pombo (2000).

O primeiro nível da comunicação científica é aquele que ocorre internamente na comunidade científica, isto é, entre os próprios cientistas. Este é o momento em que as ideias são concebidas, os projetos são elaborados, os estudos são desenvolvidos e os dados e informações são divulgados e discutidos entre pares.

Denominam-se "pares" os especialistas de uma mesma área, que compartilham um repertório teórico, um sistema simbólico (uma linguagem específica), modelos e técnicas. Esses elementos, em conjunto, estabelecem o código comunicacional entre esses indivíduos (Braga, 2010). É comum, ainda, que cada área especializada possua um órgão regulamentador desses códigos.

Como exemplo, podem-se citar os químicos. Todos eles utilizam o mesmo arcabouço simbólico para tratar da matéria, como os símbolos dos elementos químicos e as nomenclaturas oficiais de compostos. Inclusive, a prática química está subordinada à União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), um órgão regulador de normas para o desenvolvimento da área. Tais regulamentações são importantes porque permitem que químicos de diferentes partes do mundo se comuniquem, independentemente de sua língua e cultura maternas. Portanto, ao invés de utilizar palavras como "água", "water" ou "eau", utiliza-se universalmente a fórmula H_2O. Os químicos também se valem da teoria atômica do paradigma vigente para explicar fenômenos em seus estudos, e todo profissional da área compreenderá o significado de um termo como "número atômico".

Vale notar que a ciência também possui especialidades dentro de especialidades, como é o caso da bioquímica – uma área específica na interface da química e da biologia. Dentro da bioquímica, há ainda mais subdivisões, como o estudo de proteínas. Cada uma dessas subáreas conta com suas próprias técnicas, teorias, modelos e uma linguagem tão específica que nem todo químico necessariamente a dominará. Todavia, esses códigos mais restritos ainda permitirão a comunicação eficaz entre os iniciados naquela especialidade.

Outro ponto importante é o fato de que um determinado código sempre estará vinculado ao seu contexto. Por exemplo, a letra "F" pode representar, na química, o elemento flúor; na física, o conceito de Força; e na linguística, um fonema. Ou seja, cada especialidade atribui um significado específico ao mesmo símbolo.

A atuação das comunidades de pares científicos não se limita apenas à criação e regulamentação de códigos específicos. Na verdade, é a existência dessas comunidades que permite a constituição do que virá a ser considerado conhecimento científico. Como explica Pombo (2000):

> A ciência não é nunca uma forma de conhecimento solitária e singular. O seu topos de produção é uma comunidade de pares. Um conhecimento só é ciência se for aceite, reconhecido, validado por uma comunidade científica o que, portanto, supõe a sua circulação no interior dessa comunidade. Mas, mesmo antes de pôr à discussão os resultados da sua investigação, o trabalho de invenção e produção de conhecimento faz-se no interior de uma configuração comunicativa. A imagem do sábio solitário traduz uma compreensão ingénua (recuada) da ciência e dos seus procedimentos metodológicos, imagem que a filosofia da ciência contemporânea desmentiu totalmente8. Como se a ciência fosse o resultado da pura acumulação da experiência empírica, como se esta fizesse algum sentido fora de uma determinada configuração teórica, sejam as teorias cientificas anteriormente aceites e que ela pretende rectificar (Bachelard), sejam os paradigmas no interior dos quais essa experiência é desencadeada (Kuhn), sejam as conjecturas que lhe dão origem (Popper), sejam enfim os "programas de pesquisa" e os seus "cintos de protecção" que delimitam o espaço da sua refutabilidade possível (Lakatos) (Pombo, 2000, p. 3).

Portanto, um conhecimento só pode ser considerado científico após ser comunicado, discutido, reconhecido e **validado** pela comunidade científica. Esse processo é conhecido como "revisão pelos pares", no qual uma ideia, pesquisa ou proposta conceitual é relatada à comunidade, que a avalia e discute para, então, considerar sua validade. Independentemente da especialidade dos pares – mesmo considerando que cada área tem suas especificidades metodológicas e simbólicas –, todo cientista passa por esse processo. Isso ocorre por meio da aceitação de um artigo para publicação em periódico, da aprovação para apresentação em eventos ou da defesa bem-sucedida em bancas examinadoras de cursos de graduação, pós-graduação e demais titulações acadêmicas.

Dessa forma, o processo de revisão pelos pares constitui um dispositivo social e interacional (conforme proposto por Braga, 2010) dentro da comunidade científica. É esse mecanismo que regulamenta as transações informacionais e a constituição dos saberes que, juntamente com os códigos estabelecidos, guiam as tentativas de entendimento mútuo entre os membros da comunidade. Isso não significa que a ciência seja um campo hermético, onde apenas alguns escolhidos detenham a chave para decodificar seu discurso. Pelo contrário, significa que a ciência preza por um discurso clarificado que permita a compreensão e o debate pelo maior número de pessoas possível. Ou seja, busca-se uma comunicação com maior grau de universalidade e objetividade, visando a estreitar os abismos subjetivos[22].

[22] Importante ressaltar que, o fato da comunicação científica procurar ser mais assertiva entre os pares de uma comunidade, não significa que todos irão concordar com as mesmas ideias, mas sim, que estes deverão ter compreensões parecidas daquilo que foi comunicado. Afinal, para que ocorra uma discussão de alguma ideia (mesmo que seja para discordar da mesma) é preciso que haja sua compreensão.

A busca por uma comunicação científica mais eficaz entre pares apoia-se em dois pilares principais: as modalidades de comunicação e a estrutura dinâmica e mutável da própria ciência.

As modalidades de comunicação dividem-se basicamente em formal (escrita) e informal (oral). Ambas são importantes para a prática científica, cada uma com suas vantagens e desvantagens. No entanto, a comunicação escrita é geralmente preferida, pois são os trabalhos escritos – como artigos, monografias, ensaios e livros – que permitem o registro, a avaliação e a ampla disseminação das informações (Targino, 2000). A importância do documento escrito é tão grande que é por meio dele, com destaque para os artigos científicos, que um pesquisador adquire reconhecimento, validação e status dentro de sua comunidade. Em outras palavras, mais do que aquilo que faz, um cientista é aquilo que comunica por suas publicações.

É importante ressaltar que a escrita científica tende a estruturar-se com características específicas para garantir assertividade e objetividade. Entre elas, destacam-se: clareza, coesão, concisão, detalhamento metodológico, discussão fundamentada em referências teóricas e bibliográficas, e uma estrutura argumentativa sólida. Instâncias nacionais e internacionais, como a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), propõem normas para padronizar essa escrita, facilitando ainda mais a comunicação.

O segundo pilar, que diz respeito à estrutura dinâmica da ciência, refere-se ao seu caráter provisório. A constante produção de dados, informações e discussões pode levar à criação de novos conhecimentos, à modificação de teorias existentes ou mesmo à rejeição de ideias estabelecidas. Esse caráter mutável está diretamente associado ao fato de a ciência ser uma atividade socio comunicacional, sempre vinculada a um contexto histórico e cultural. Sobre essa questão, Nielsen (2012) aponta que:

> A ciência é provisória, em parte porque está situada em comunidades de prática e cultura, e em parte porque, como todas as outras empreitadas humanas, está sujeita à contingência histórica. Diante desses aspectos da provisoriedade epistêmica da ciência, os estudantes podem perguntar: como é que alguns exemplos de conhecimento científico permanecem relativamente robustos diante de mudanças no contexto social e histórico? A resposta de Latour é esta: o conhecimento científico depende crucialmente de tempo, instrumentos, pessoas e instituições; eles são a "própria matéria" do conhecimento, ou seja, "a única maneira que existe para traçar o caminho contínuo que permite que as ideias se carreguem de interseções suficientes para decidir, retrospectivamente, se estavam corretas ou não" (Latour 2008, p. 98, itálicos no original). De maneira menos especulativa, e com foco nos processos em vez da natureza da ciência, Secord (2004) nos aponta uma direção ligeiramente diferente: olhar para a ciência como ação comunicativa.
>
> Seguindo Secord (2004), sugiro reformular a questão da provisoriedade da ciência em termos de comunicabilidade. As práticas comunicativas dentro das ciências são altamente diversificadas, permitindo que o conhecimento emerja, circule, seja interpretado e estendido (ou não) dentro das comunidades científicas ao longo do tempo e do espaço. De fato, a própria existência do conhecimento científico pressupõe comunicação entre cientistas. O conhecimento científico existe em redes de comunicação que sustentam certos tipos de significado e permitem que certos processos de comunicação continuem (enquanto outros chegam ao fim). O conhecimento científico, portanto, é fundamentalmente provisório, mas apenas porque sua aplicabilidade futura depende crucialmente da continuidade da comunicação científica. O significado do conhecimento científico não é estabelecido apenas por suas qualidades internas ou pelo método pelo qual foi produzido, mas

> também pelo que outros cientistas fazem com ele – ou seja, como o conhecimento científico é comunicado. Assim, a provisoriedade não sugere uma deficiência no conhecimento científico; pelo contrário, ela é fundamental para a ciência simplesmente porque a ciência é um processo contínuo de comunicação no qual certas formas de significado se tornam estáveis e duradouras, enquanto outras, temporariamente ou para sempre, desaparecem. Duschl e Grandy (2008) fizeram uma sugestão semelhante ao tentar reformular a provisoriedade como responsividade (Duschl e Grandy 2008, p. 10). Eu argumento que complementar a abordagem epistemológica da NOS (Natureza da Ciência) com a comunicação científica nos ajuda a entender características cruciais da prática e do conhecimento da ciência (Nilsen, 2012, p. 5, tradução minha)

Nas palavras de Nielsen (2012), observa-se outro dispositivo comunicacional da ciência: a seleção de significados que podem circular no discurso científico em um determinado momento. Algumas possibilidades são permitidas, enquanto outras são excluídas, o que resulta em um estreitamento das possibilidades comunicativas.

Por exemplo, quando um cientista lê o termo "elétron" em uma publicação, ele sabe que se refere a uma partícula de carga negativa. Se ler sobre "sistema solar", já compreende que se trata de um modelo heliocêntrico, e não mais geocêntrico. Outro exemplo relevante foi a mudança do termo "homossexualismo" para "homossexualidade" no vocabulário científico. Essa modificação desassocia as relações homoafetivas do conceito de doença.

A própria discussão realizada no tópico 4.1, sobre a terminologia de trabalhos que unem ciência e arte, ilustra como a comunidade científica busca criar consensos para facilitar a comunicação entre pares.

Portanto, é evidente que a comunicação científica entre pares organiza-se por meio de estratégias, dispositivos e códigos para garantir fluidez e compreensão interna. No entanto, como indica a Figura 18, o conhecimento científico não se limita aos círculos de especialistas; ele está intrinsecamente ligado à sociedade como um todo. Essa sociedade não é formada apenas por cientistas, mas por um público plural e multicultural que usufrui da produção científica de diversas formas – desde o uso pessoal (como na aquisição de um aparelho tecnológico) até o coletivo (como em ações de saúde pública, por exemplo, as vacinas).

Para além de demandar e usufruir da ciência, a sociedade tem o direito de compreendê-la, opinar sobre sua produção e, por meio da organização política, influenciar seus rumos. Ademais, é também da sociedade que surgem os futuros cientistas, formados nas instituições educacionais. Dessa forma, é preciso reconhecer que a comunicação científica se expande para além da troca de informações entre pares.

Uma vez que a informação científica deixa a esfera dos especialistas, novas estratégias precisam ser elaboradas para que o público leigo – aqueles que não são especialistas na área – também possa acessar e compreender essas informações. Assim, as práticas de divulgação científica consolidam-se como o principal meio de promover essa ampliação comunicacional da ciência.

Com relação ao conceito de divulgação científica, Zamboni (2001) traz que que essa:

> [...] é entendida, de modo genérico, com uma atividade de difusão, dirigida para fora do seu contexto originário, de conhecimentos científicos produzidos e circulantes no interior de uma comunidade de limites restritos, mobilizando diferentes recursos, técnicas e processos para a veiculação das informações científicas e tecnológicas ao público em geral (Zamboni, 2001, p. 45-46).

Dado que a divulgação científica consiste em uma comunicação dirigida para fora da esfera de especialistas, é preciso compreender que ela opera por meio de novas estratégias discursivas e comunicacionais. Essas estratégias devem adaptar-se ao público a que se destinam, mas sem distorcer o conteúdo científico que transmitem. Nessa perspectiva, Zamboni (2001) também caracteriza o discurso da divulgação científica ao afirmar que:

> O que defendo, portanto, é a ideia de que o discurso de divulgação científica constitui um gênero de discurso científico, resultado de um efetivo trabalho de formulação discursiva, no qual se revela uma ação comunicativa que parte de um 'outro' discurso e se dirige para 'outro' destinatário (Zamboni, 2001, p. xviii-xix).

Estratégias como o uso de metáforas, analogias e infográficos exemplificam o processo de recodificação. Assim, dependendo do público-alvo da divulgação, ocorre uma redução da complexidade da explicação, que funciona como uma "abertura" de um código altamente especializado. Esse processo é ilustrado pelo seguinte trecho, extraído do livro de divulgação" O Último Suspiro de César: A História Épica do Ar à Nossa Volta:":

> O que traz à tona uma pergunta séria, ainda que chocante. Ambas as extremidades do corpo têm tubos que permitem a passagem de ar. Então, por que não "falamos" através de nossos traseiros?1 Não há nenhuma razão a priori para que não o façamos. O ânus é desprovido de cordas vocais, claro, mas elas não são nada de especial, apenas abas para ajudar a manter o alimento e a água fora de nossas vias aéreas; o esfíncter anal pode soar como um trompete, o que é quase tão bom quanto. Um problema maior é que nossos traseiros não têm lábios e línguas (graças a Deus!), os órgãos que moldam as correntes de ar em palavras. Mas a verdade é que poderíamos nos arranjar com um equipamento oral muito menos complicado para a comunicação básica. No geral, portanto, a evolução poderia facilmente ter dado meia-volta há muito tempo e desenvolvido dobras mais elabora- volta do ânus para a fala retal. Segundo consta, algumas espécies de arenque de fato se comunicam por meio de flatos (Kean, 2019, p. 157).

A Figura 19 exemplifica o uso de um infográfico extraído de uma revista de divulgação científica. Esse recurso apresenta informações rápidas e de fácil compreensão, associadas a estratégias visuais que visam aumentar a atratividade do tema em discussão.

Outro aspecto relevante do infográfico em questão é seu enfoque na divulgação científica sobre arte. Isso serve como um lembrete de que a arte também pode ser analisada por perspectivas científicas, como a teoria das cores, a história da arte e a química dos pigmentos.

Figura 19 - Exemplo de Infográfico e divulgação científica



Fonte: Miranda, Hueck, Gianordoli (2016). Acesso em 12 maio 2025.

A natureza dessa recodificação depende de diversos fatores, como o veículo de divulgação e o público-alvo. Isto é, as estratégias comunicacionais empregadas em uma revista comercial (como "Superinteressante" ou "Galileu") serão distintas daquelas utilizadas em uma publicação de circulação acadêmica mais ampla (como a "Revista FAPESP"), que, por sua vez, também diferirão das estratégias adotadas em uma revista como "Ciência Hoje das Crianças". Estratégias específicas também serão observadas em outras linguagens, como em um livro de divulgação, um documentário audiovisual, uma postagem em redes sociais ou uma notícia em outros meios jornalísticos[23].

A divulgação científica tem ganhado cada vez mais importância devido a fatores como o crescimento da produção científica e tecnológica e seus impactos diretos na sociedade. Com isso, torna-se cada vez mais urgente uma maior compreensão pública dessa prática, visando ao reconhecimento da importância da ciência, a uma maior conscientização e a uma participação pública mais efetiva nos processos decisórios acerca do desenvolvimento e dos usos do conhecimento científico. Outro ponto crucial da divulgação científica é sua capacidade de

[23] Assume-se aqui que, os processos de divulgação científica, deveriam se estruturar idealmente dentro da manutenção da cientificidade da informação. Todavia não são raros os casos em que alguns meios de divulgação, no processo de recodificação, acabam por transmitir informações errôneas e distorcidas do contexto científico original. Um exemplo desses casos está relatado pelo perfil de divulgação científica @nuncavi1cientista no link https://www.instagram.com/reel/DIwgBGFNnOW/?igsh=MXM5NGRlNWwzZDJsMA== (Acesso em 05 maio 2025) onde uma manchete de jornal, mal estruturada, abre uma dubiedade sobre o funcionamento e eficácia de vacinas.
Como mencionado, o ideal e que nos processos de recodificação a informação não deve ser alterada, no entanto já encontrei casos em que revistas utilizam termos errôneos, como por exemplo um texto que dizia "o ácido sulfúrico derrete a peça" quando o correto é "o ácido sulfúrico dissolve a peça". Isto é, derreter e dissolver não são termos equivalentes e esta troca leva a uma recodificação errônea.

combater a disseminação de desinformação, o negacionismo e as notícias falsas, permitindo a formação de cidadãos mais críticos (Ramalho, 2024; Valeiro e Pinheiro, 2008).

Retornando à Figura 18, observa-se que, além da comunicação entre pares e da divulgação científica, há também a comunicação que se desenvolve por meio de processos educacionais associados a instituições de ensino formais, tanto em nível básico (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio) quanto superior. Tais instituições oferecem uma possibilidade formativa em duas frentes: a formação de todos os indivíduos para o exercício da cidadania (Educação Básica) e a formação dos futuros cientistas (Educação Superior).

Como indica Pombo (2000), não há ciência sem escola, pois esta é, por excelência, um espaço comunicacional, de partilha, diálogo, discussão e argumentação – característica presente desde sua gênese na Grécia[24]. Ademais, a escola é a instituição onde ocorre a comunicação entre gerações, na qual as gerações anteriores transmitem o patrimônio de conhecimentos às mais novas. Nas palavras de Pombo (2000):

> A Ciência é uma tarefa a ser progressivamente realizada, mediante a necessária conjugação de esforços dos sábios de todos os tempos e de todas as nacionalidades. Mas, justamente por isso, a sua continuidade, a reproductibilidade das personagens capazes de garantir essa continuidade, está dependente de instituições que garantam a transmissão às gerações mais novas do património de conhecimentos adquirido pelas gerações anteriores - a Escola.
> Note-se que, não pretendemos que a Escola tenha apenas por função de transmissão do saber. O que pretendemos é essa é a sua função primordial e insubstituível. É certo que, na perspectiva individual, a escola tem por missão oferecer a todos os que franqueiam a sua porta, a oportunidade de adquirir competências científicas correspondentes ao seu grau de ensino, destrezas físicas e intelectuais, correcção de raciocínio, elegância do discurso, ginástica dos corpos e dos espíritos, outras línguas e outras maneiras de ver o mundo. Ela tem por obrigação permitir-lhes adquirir os conhecimentos que a humanidade foi lentamente construindo, as teorias explicativas gerais e básicas do mundo e dos seres que o habitam e que lhe podem permitir situar-se no seu próprio mundo. Lugar de transmissão da cultura, ela é por isso mesmo lugar de constituição do humano. Lugar de retorno e de regresso, nela se inscreve, no caminho sempre para diante da condição humana, a possibilidade de dar continuidade ao elo da criação. Mas, na perspectiva colectiva, ela é uma instituição de transmissão do legado cultural entre gerações, um dispositivo que, pela preparação dos "futuros cientistas" participa na construção da cultura criando condições para a sua continuidade e progresso (Pombo, 2000, p. 18-19).

É na escola, por meio da Educação Básica – um direito de todo cidadão –, que todos os indivíduos são iniciados nos códigos e dispositivos científicos[25]. Esse contato pode se aprofundar, tornando-o cada vez mais especializado e complexo por meio do Ensino Superior e da Pós-Graduação. Mesmo para aqueles que não se tornarão especialistas em uma área, a formação básica é fundamental para o exercício da cidadania, fornecendo os elementos

[24] Pombo (2000) discorre como o pensamento científico teve sua gênese atrelada ao surgimento das escolas gregas da Antiguidade e de como, historicamente, se desenvolveu as relações entre o fazer científico e os espaços de ensino.

[25] Como por exemplo aprender equações e símbolos da física e da química, nomes de órgãos do corpo humano, taxonomia de seres, bases da história e sociologia da arte, bases de metodologia científica, etc. Inclusive, considera-se essa iniciação como letramento/alfabetização científica que, de modo geral, considera a inserção do sujeito nos códigos que o permitirão compreender e se comunicar cientificamente.

necessários para compreender os mecanismos elementares da produção científica. Dessa forma, o indivíduo torna-se capaz de agir com autonomia e criticidade perante as questões levantadas pela ciência, além de poder discutir e tomar decisões – inclusive por meio de escolhas políticas – sobre os rumos dessa atividade (Pombo, 2000).

No que se refere às instituições de ensino, é preciso considerar ainda sua relação com o desenvolvimento paradigmático da ciência. Tal desenvolvimento evidencia o caráter provisório do conhecimento científico, pois a adoção de um novo paradigma (uma nova tradição de pesquisa) e o estabelecimento de um novo período de "ciência normal" levam à substituição do paradigma anterior. Os modelos antigos passam a ocupar, na melhor das hipóteses, notas de rodapé em livros ou a ser objeto de estudo para historiadores. O desenvolvimento do paradigma vigente determina ainda o modo como a comunicação científica ocorrerá, uma vez que é esse paradigma que orienta quais códigos, dispositivos e possibilidades de significado serão considerados válidos e quais serão descartados (Benedicto, 2021; Kuhn, 2011, 2020; Nielsen, 2012).

Nas palavras de Nielsen (2012):

> A ciência é provisória, em parte porque está situada em comunidades de prática e cultura, e em parte porque, como todas as outras atividades humanas, é contingente à história. Diante desses aspectos da provisoriedade epistêmica da ciência, os alunos podem perguntar: como é possível que alguns casos de conhecimento científico sejam relativamente robustos a mudanças no contexto social e histórico? A resposta de Latour é a seguinte: o conhecimento científico depende crucialmente do tempo, dos instrumentos, das pessoas e das instituições; esses são a "matéria-prima" do conhecimento, ou seja, "a única maneira que existe de traçar o caminho contínuo que permite às ideias acumularem interseções suficientes para que se possa decidir retroativamente se estavam corretas ou não" (Latour 2008, p. 98, itálico no original). De maneira menos especulativa e com foco nos processos, mais do que na natureza da ciência, Secord (2004) nos aponta uma direção ligeiramente diferente: olhar para a ciência como ação comunicativa.
>
> Seguindo Secord (2004), proponho reformular a questão da provisoriedade da ciência em termos de comunicabilidade. As práticas comunicativas dentro das ciências são altamente diversas, permitindo que o conhecimento emerja, circule e seja interpretado e ampliado (ou não) dentro das comunidades científicas ao longo do tempo e em diferentes lugares. De fato, a própria existência do conhecimento científico pressupõe a comunicação entre cientistas. O conhecimento científico existe em redes de comunicação que sustentam certos tipos de significado e possibilitam que certos processos comunicativos continuem (enquanto outros chegam ao fim). O conhecimento científico, então, é fundamentalmente provisório, mas apenas porque sua aplicabilidade futura depende crucialmente da continuidade da comunicação científica. O significado do conhecimento científico não é determinado apenas por suas qualidades internas ou pelo método por meio do qual foi produzido; ele também depende do que outros cientistas fazem com ele, ou seja, de como o conhecimento científico é comunicado. Assim, não é que a provisoriedade indique uma deficiência do conhecimento científico; ao contrário, ela é fundamental para a ciência justamente porque a ciência é um processo contínuo de comunicação no qual certas formas de significado se tornam estáveis e duráveis, enquanto outras desaparecem — temporariamente ou de forma definitiva (Nielsen, 2012, p. 5)

Dessa forma, a seleção de possibilidades de significado configura-se como uma estratégia da ciência para reduzir ambiguidades e estreitar o abismo comunicacional. É o

sistema de códigos estabelecido pelo paradigma vigente que, por sua vez, orienta a elaboração dos manuais e materiais didáticos utilizados nas instituições de ensino (Benedicto, 2021; Kuhn, 2011, 2020).

Embora até aqui se tenha discutido como a ciência cria dispositivos para exercer certa contenção sobre as possibilidades comunicativas, isso não a torna um código fechado e acessível a poucos, à semelhança das linguagens herméticas da alquimia. Pelo contrário, o objetivo central da comunicação científica em suas diversas instâncias – entre pares, entre especialistas e leigos, entre gerações – é promover a compreensão do discurso científico pelo maior número possível de agentes, permitindo que compreendam e debatam a prática científica. Ou seja, o controle do código e das tentativas comunicacionais não exige que os envolvidos concordem com as mesmas ideias, mas sim que um grupo cada vez maior seja capaz de compreendê-las para, então, debatê-las. As instituições de ensino, nesse contexto, constituem um dos pilares da ciência precisamente por serem espaços dedicados a tais debates, fomentando a construção coletiva do conhecimento. Como indica Pombo (2000):

> Para isso, é preciso pensar a Escola não só como o lugar da aquisição individual de determinados conhecimentos mas como um lugar necessário ao crescimento colectivo dos conhecimentos humanos. É preciso pensar a Escola, não como o lugar onde se transmite (repete) um conhecimento feito fora, mas como um lugar interno e necessário ao próprio processo de produção do saber. É preciso reconhecer que sem Escola não há Ciência, que só a Escola permite a progressividade e cumulatividade que primordialmente caracterizam o conhecimento científico (Pombo, 2000, p.33).

Se, por um lado, a escola é um dos pilares da ciência e do seu desenvolvimento comunicacional, por outro, é preciso lembrar que as instituições educacionais – especialmente na Educação Básica – não se estruturam exclusivamente em torno do conhecimento científico. Afinal, mais do que um espaço instrucional, a escola é um espaço social, reflexo das dinâmicas e características do contexto socio-histórico-geográfico em que se encontra.

Assim como a sociedade, a escola é um ambiente multicultural. Compreender esse multiculturalismo implica, entre outros aspectos, reconhecer a existência de uma diversidade epistemológica. Isto é, existem outras formas de produzir conhecimento além da ciência, sendo a arte uma delas. E, assim como a ciência, a arte possui estratégias de desenvolvimento características e, consequentemente, modos próprios de comunicação.

7.5 A comunicação pela arte

7.5.1 Arte em sua multiplicidade

Responder à pergunta “o que é arte?” segue caminhos semelhantes aos percorridos para definir “o que é ciência?”. Ambas as questões carecem de uma resposta unívoca, e a compreensão do que se considera arte está intrinsecamente ligada a contextos socio-históricos e culturais. Ao longo da história da humanidade, a arte assume diferentes roupagens: desde os meios de apreensão mágica da realidade, pintados em pedras e paredes de cavernas, passando

pela demonstração de primor técnico nas construções miméticas do classicismo, até as rupturas e provocações das vanguardas modernas e as obras conceituais da arte contemporânea.

A trajetória da arte perpassa inúmeras trilhas e cruzamentos, por vezes antagônicos. Ela abrange desde objetos mágicos, míticos e místicos com conexões sobrenaturais até artefatos contemplativos e utilitários; do belo e do sublime ao grotesco; das demandas das classes sociais dominantes às expressões de vozes marginalizadas; do retrato de líderes ao de uma rendeira; das pequenas iluminuras góticas aos grandes projetos arquitetônicos; da epopeia de Homero à cloaca concretista; dos cânones ao não canônico; do manto Tupinambá ao Butô; da manutenção do poder e da opressão aos gritos e sussurros de luta e resistência; do estático ao dinâmico; do registro ao efêmero; da palavra à imagem; do visível ao invisível; do som ao silêncio; da ordem ao caos; do figurativo ao abstrato; do exclusivo às massas; do que não se pode comprar ao que gera lucro; da realidade ao onírico; da presença à ausência; do objeto ao conceito; e do encanto ao espanto.

É por meio de uma jornada tão camaleônica e metamórfica que a arte adquire uma certa aura de indefinição. Isso, no entanto, não significa que ela não possa ser compreendida. Pelo contrário, significa que pode ser entendida por diversas facetas, sendo possível encontrar pontos que conectam suas múltiplas formas – e a comunicação é um deles.

Afinal, assim como a ciência, a arte é um empreendimento humano, social e cultural que também se estrutura a partir da organização de grupos que partilham características, saberes, valores, técnicas, linguagens e sistemas sígnicos (Benedito, 2021; Santaella e Noth, 2015)[26]. Portanto, uma vez que a arte se estrutura socialmente, a comunicação é uma das bases de sua produção e existência. No entanto, seus percursos comunicativos desenvolvem-se de modos distintos dos da ciência, constituindo este aspecto – a comunicação – uma das bases identitárias de cada uma dessas atividades.

7.5.2 A comunicação na arte

Para iniciar a discussão, cabe destacar que, diferentemente do que ocorre na ciência, não existe uma área investigativa específica focada na "comunicação artística". Isto é, não há um campo de estudos equivalente ao da comunicação científica. Isso, porém, não significa que não existam pesquisas sobre a vertente comunicacional da arte, como atestam os trabalhos de Barrosos (2004), Gonçalves (2007), Covaleski (2012), Furlanetto (2012) e Rodrigues e Barros (2023).

Dentre as possibilidades de discussão do viés comunicativo da arte, destacam-se as abordagens semióticas, que entendem a constituição da arte como uma forma sígnica e simbólica, sujeita a processos de codificação, recodificação e decodificação (Calabrese, 1987; Filho, 2007; Furlanetto, 2012; Jaffé, 1964). Por esse viés, ganham relevância as discussões

[26] Indica-se que apesar de ciência e arte serem, ambas, atividades sociais e culturais, penas a ciência se estrutura de modo paradigmático segundo a proposta kuhniana. Tal questão será desenvolvida posteriormente neste capítulo.

elaboradas por Umberto Eco em sua estética semiótica, com foco em sua proposta da *Obra Aberta* (Eco, 2015, 2016).

7.5.3 A semiótica estética de Umberto Eco: Breve trajetória

Como aponta Kirchof (2007), embora Eco seja mais conhecido como semioticista – através de obras como *A Estrutura Ausente* (1968) e *Tratado Geral de Semiótica* (1975) –, seus estudos acadêmicos iniciaram-se na área da estética, com *Il Problema Estetico in San Tomaso* (1954) e *Sviluppo dell'Estetica Medievale* (1959). Dessa forma, tanto as questões da estética quanto da semiótica tornaram-se pontos de interesse centrais na trajetória do autor, permeando toda a sua obra de maneira interligada com os processos comunicacionais. A partir dessa perspectiva, Kirchof (2007) propõe uma divisão da obra de Eco em cinco fases: historiografia medieval, obra aberta, estética e comunicação de massa, estética semiótica e "estética semiótica e pragmática da comunicação".

Na fase da historiografia medieval, Eco discute uma certa consciência estética na constituição da arte medieval, que estabelecia conexões das obras com um belo metafísico. A segunda fase, denominada "obra aberta", é aquela em que o autor se dedica aos discursos artísticos em geral e busca compreender a constituição da arte contemporânea. Para isso, propõe a noção de abertura da obra como a ambiguidade e a multiplicidade das relações sígnicas e simbólicas que uma obra pode oferecer[27]. A fase da estética e comunicação de massa é dedicada às relações e embates entre as criações culturais contemporâneas da era industrial – relacionadas à cultura de massas – e a cultura intelectual elitista.

A quarta fase, da Estética Semiótica, caracteriza-se por um tratamento explicitamente semiótico de questões estéticas. Nesse período, Eco defende que o caráter diverso e original das mensagens estéticas as diferencia de outros tipos de mensagem. Segundo ele, a experiência estética fundamenta-se em uma contradição: por um lado, não pode ser mensurada por meios quantitativos nem inserida em uma estrutura rigidamente sistematizada; por outro, precisa apresentar algum tipo de estrutura, pois, do contrário, não constituiria uma vertente comunicacional, mas apenas estimularia respostas aleatórias.

A partir dessas discussões, Eco argumenta que a mensagem estética possuiria uma componente expressiva e outra cognitiva. Dado que tais mensagens apresentam multiplicidades interpretativas – como proposto pela obra aberta –, seus significantes adquirem novos significados que extrapolam o código basal. Esse processo faz com que o espectador esteja constantemente reinterpretando a obra, vivenciando tanto uma experiência emotiva quanto um acréscimo em seu repertório de conhecimentos (Kirchof, 2007).

Por fim, na fase da estética semiótica e pragmática da comunicação, Eco continua a debruçar-se sobre a interpretação de obras, porém com foco na pragmática da interpretação textual. A principal obra desse período é *Lector in Fabula* (1979), a qual

[27] Uma vez que o conceito da obra aberta é o escolhido como a base teórica para compreensão da comunicação da arte, ele será discutido mais a fundo na continuação.

> [...] irá reelaborar à dialética da interpretação, de forma sistemática, numa perspectiva semiótico-pragmática, a partir das regras que regem a tensão existente entre as estratégias que o autor projeta na própria obra, de um lado, e as reais interpretações realizadas pelo feitor empírico, de outro. As estratégias
> do autor caracterizam a formação de um leitor ideal, chamado de leitor modelo, construído semioticamente no próprio texto. Na medida que o leitor empírico
> compactua com o leitor modelo, ocorre uma leitura bem sucedida; caso contrário, surgem "usos", superinterpretações, que levam a perigosas deturpações de sentido (Kirchof, 2007, p. 45)

Destaca-se que a principal base de discussão de Eco são obras literárias e poéticas contemporâneas. No entanto, suas ideias podem ser extrapoladas para a compreensão da comunicação artística em todas as suas manifestações. Inclusive, o próprio autor afirma que: "a abertura, entendida como ambiguidade da mensagem artística, é uma constante em qualquer obra em qualquer tempo" (Eco, 2015, p. 27).

Além disso, Eco reforça a importância de suas proposições como meio de compreender a arte enquanto mensagem. Em suas palavras: "Preservar esta dialética de 'definição' e 'abertura' parece essencial para uma noção de arte como fato comunicativo e diálogo interpessoal" (Eco, 2016, p. 154).

Sendo assim, para as discussões deste texto, ancorar-me-ei principalmente no conceito de "obra aberta", em conjunto com algumas contribuições sobre "leitor modelo" e "leitor empírico".

7.5.4 A obra aberta

No artigo "O problema da obra aberta", Eco (2016)[28] apresenta a direção de sua discussão, indicando que esta busca compreender a relação de fruição entre o público e uma obra – com foco principal nas produções modernas e contemporâneas. Portanto, sua proposição da obra aberta concentra-se na **poética** da obra, e não em juízos estéticos sobre ela.

Dessa forma, o autor entende que uma obra de arte se caracteriza por dois aspectos: primeiro, como um objeto completo, dotado de elementos estruturais e seções comunicativas definidas, produzido por um autor segundo intenções precisas; segundo, como um objeto que será fruído por diversos espectadores, os quais realizarão uma diversidade de interpretações a partir de suas próprias bagagens culturais, históricas, psicológicas e fisiológicas, reelaborando a obra originalmente imaginada (Eco, 2015, 2016). Logo:

> [...] por mais honesto e total que seja o empenho de fidelidade á obra a ser apreciada, cada fruição será inevitavelmente pessoal restituirá a obra num de seus aspectos possíveis (Eco, 2016, p. 154).
>
> Cada fruição é, assim, uma *interpretação* e uma *execução*, pois em cada fruição a obra revive dentro de uma perspectiva original (Eco, 2015, p. 68).
>
> As poéticas contemporâneas, ao propor estruturas artísticas que exigem do fruidor um empenho autônomo especial, frequentemente uma reconstrução, sempre variável, do material proposto, refletem uma tendência geral de nossa

[28] Artigo extraído de sua fala no XII Congresso Internacional de Filosofa, realizado em Veneza em 1958 e que pode ser encontrado na obra "A definição da arte" (Eco, 2016).

> cultura em direção àqueles processos em que, ao invés de uma sequência unívoca e necessária de eventos, se estabelece como que um campo de probabilidades, uma "ambiguidade" de situação, capaz de estimular escolhas operativas ou interpretativas sempre diferentes (Eco, 2015, p. 127).

Assim, a obra aberta compreende a dialética do objeto artístico como a relação entre **Artista – Obra – Espectador**, na qual ambas as extremidades atuam na construção de sentidos e a obra se constitui como uma mensagem ambígua, imersa em um campo de possibilidades interpretativas.

Os termos “ambiguidade” e “campo de possibilidades” fundamentam toda a noção de abertura de uma obra. A “ambiguidade” indica que um mesmo significante pode apresentar diferentes significados, enquanto o “campo de possibilidades” alude ao fato de que uma obra não oferece ao espectador um caminho interpretativo unívoco, mas sim um conjunto de significados possíveis (Eco, 2015, 2016).

O autor defende que a abertura é uma característica essencial de qualquer obra artística e que a experiência estética com essas obras sempre revelará novos aspectos das mesmas. Como contraponto à mensagem aberta, Eco exemplifica com um enunciado matemático, cuja compreensão tende à univocidade. Em suas palavras:

> Toda obra de arte, desde as pinturas rupestres até *I promessi spos*i, de Manzoni, propõe-se como objeto aberto a uma infinidade de degustações. E não porque uma obra seja um mero pretexto para todas as exercitações da sensibilidade subjetiva que faz convergir sobre ela os humores do momento, mas porque é típico da obra de arte o pôr-se como nascente inexaurida de experiências que, colocando-a em foco, dela fazem emergir aspectos sempre novos. A estética contemporânea insistiu longamente sobre esse ponto, tornando-o um de seus temas. No fundo, o próprio conceito de universalidade com que se costuma designar a experiência estética refere-se a esse fenômeno. Quando digo que "a soma dos quadrados dos catetos é igual ao quadrado da hipotenusa", afirmo algo de verificável e universal, pois se propõe como lei válida em todas as latitudes, mas isso com referência a um único comportamento determinado da realidade; ao passo que, quando pronuncio um verso ou um poema inteiro, as palavras que profiro não se apresentam imediatamente traduzíveis em um *denotatum* capaz de exaurir suas possibilidades de significação, mas implicam uma série de significados que ganham profundidade a cada olhar, de forma que, em tais palavras, parece-me descobrir, reduzido e exemplificado, 0 universo inteiro (Eco, 2015, p. 98).

Outro ponto importante da mensagem artística aberta – que também a contrasta com a mensagem matemática – é que diferentes fruidores não apenas desenvolvem interpretações distintas, mas um mesmo espectador pode realizar leituras diferentes a cada encontro com a obra.

No entanto, Eco (2015) observa que um contato prolongado com uma obra pode levar a um momento de "desgaste", no qual não há mais expansão interpretativa. Após um período de "quarentena", porém, o espectador poderá retornar às sugestões interpretativas da obra. Afinal, o espectador é mutável, estando em constante transformação de sua sensibilidade, inteligência e repertório cultural (Eco, 2015).

Uma vez compreendida a obra artística como dotada de ambiguidades significativas que conduzem o espectador a um campo de possíveis interpretações, é importante destacar que essa noção de "campo", embora caminhe em direção à abertura, também pressupõe a existência de limites. Segundo Eco:

> [...] o “campo” de reações possíveis que os estímulos permitem é vasto, mas trata-se sempre de um “campo”, cujos limites são determinados pela natureza dos estímulos (Eco, 2016, pg. 156).

> [...] “abertura” não significa absolutamente “indefinição” da comunicação, “infinitas” possibilidades da forma, liberdade de fruição; há somente um feixe de resultados fruitivos rigidamente prefixados e condicionados, de maneira que -a reação interpretativa do leitor não escape jamais ao controle do autor (Eco, 2015, p. 71).

Isto é, toda obra se apresenta como uma construção de elementos estruturantes, selecionados por seu criador de acordo com intenções específicas. É por meio dessa seleção intencional que o autor delimita o espectro de possibilidades para a fruição. Dessa forma, toda obra possuirá um certo grau de abertura, que pode ser mais restrito (como em obras clássicas) ou mais amplo (como em obras contemporâneas). Para ilustrar essa construção limítrofe, Eco (2015) analisa a linguagem das *action paintings* – como as produzidas por Jackson Pollock –, descrevendo-as, em suas palavras:

> E mesmo nas mais livres explosões da *action painting*, o postular das formas que acomete o espectador, permitindo-lhe a máxima liberdade de reconhecimento, não é apenas o registro de um evento telúrico casual: é o registro de um *gesto*. E um gesto é um plano com direção espacial e temporal, de que o signo pictórico é o relatório. Podemos, reversivelmente, percorrer o signo em todas as direções, mas signo é o campo de direções reversíveis que o gesto -irreversível desde que esboçado - nos impôs, através do qual o gesto original nos orienta na busca do gesto perdido, busca que termina ao reencontrar-se o gesto, e, nele, a intenção comunicativa. Pintura que tem a liberdade da natureza, mas uma natureza em cujos sinais podemos reconhecer a mão do criador, uma natureza pictórica que, como a natureza do metafísico medieval, fala continuamente do ato original. .E, portanto, comunicação. humana, passagem de uma intenção para uma recepção; e mesmo que a recepção seja aberta - pois aberta era a intenção, não intenção de comunicar um *unicum* e sim uma pluralidade de conclusões- ela é o terminal de uma relação comunicativa que, como todo ato de informação, se baseia na disposição, na organização de uma forma dada (Eco, 209-210).

Dessa forma, mesmo dentro de um amplo espectro de possibilidades significativas – como as oferecidas pelas obras do expressionismo abstrato –, a fruição é condicionada por elementos como o tipo de tinta, as cores utilizadas e os gestos do artista.

Portanto, ainda que a compreensão de uma obra esteja intrinsicamente ligada à ação do fruidor, essa interpretação será sempre guiada, em alguma medida, pelos elementos disponibilizados pelo criador. Estabelece-se, assim, um jogo dialético entre a intenção criadora e a recepção interpretativa. Ademais, os elementos diretivos não se limitam aos aspectos sensíveis; incluem também o título da obra, o ambiente expositivo, o contexto socio-histórico e cultural de sua produção – mesmo quando a obra não expresse diretamente a biografia de seu

criador, entre outros fatores. Desse modo, quanto mais informações o espectador obtiver no momento da fruição, mais direcionada e fundamentada será sua leitura.

Seguindo essa relação entre **Criador – Obra – Fruidor**, Eco desenvolve também os conceitos de "leitor modelo" e "leitor empírico"[29]. O primeiro refere-se às estratégias textuais projetadas pelo autor para orientar a compreensão de sua mensagem. Como discute em *Lector in Fabula*:

> Para organizar sua estratégia textual, um autor deve se referir a uma série de competências (expressão mais ampla do que "conhecimento de códigos") capazes de dar conteúdo às expressões que utiliza. Ele deve assumir que o conjunto de competências a que se refere é o mesmo a que seu leitor se refere. Consequentemente, deve prever um Leitor-Modelo capaz de cooperar na atualização textual da maneira que ele prevê e de se movimentar interpretativamente, assim como se movimentou gerativamente. Os meios aos quais ele recorre são múltiplos: a escolha de uma língua (que obviamente exclui aqueles que não a falam), a escolha de um tipo de enciclopédia (se começo um texto com |como claramente explicado na primeira Crítica..., já estou restringindo, e num sentido bastante corporativo, a imagem do meu Leitor-Modelo), a escolha de uma certa herança lexical e estilística... Posso fornecer certos marcadores de gênero distintivos que selecionam o público: |Queridos filhos, era uma vez numa terra distante...|; posso restringir o campo geográfico: |Amigos, romanos, concidadãos!]. Muitos textos indicam quem é o seu Leitor Modelo, presumindo *apertis verbis* (desculpem o oxímoro) uma competência enciclopédica específica (Eco, 1993 , p. 80)

Assim, o **leitor modelo** consiste em uma entidade abstrata que a obra pressupõe para sua interpretação adequada. Na realidade, porém, o que existe é o **leitor empírico** – o sujeito concreto que mobiliza suas experiências de vida, conhecimentos prévios, visões de mundo e competências enciclopédicas (seus sistemas de códigos e subcódigos) ao interpretar uma obra. Desse modo, a leitura configura-se como um processo cooperativo entre autor e leitor (Eco, 1993; Santos, 2007).

Essa relação cooperativa ocorre por meio da própria obra, uma vez que o leitor elabora suas hipóteses e especulações interpretativas com base nas intenções do texto – manifestas por meio de suas estratégias compositivas – e não nas intenções do autor empírico. Como destaca Eco: “No decorrer de uma interação tão complexa assim entre meu conhecimento e o conhecimento que atribuo a um autor desconhecido, não estou especulando sobre as intenções do autor, mas sobre as intenções do texto” (Eco, 2018, p. 81).

Eco (2018), em seu ensaio “Interpretação e Superinterpretação”, exemplifica essa relação entre autor, leitor modelo e leitor empírico por meio de sua própria obra, *O Pêndulo de Foucault*. Conforme relata:

> Na mesma vertente, meu último romance intitula: se *O pêndulo de Foucault*, porque o pêndulo de que estou falando foi inventado por Léon Foucault. Se tivesse sido inventado por Franklin, o título teria sido *O pêndulo de Franklin*. Desta vez eu sabia desde o começo que alguém poderia ter farejado uma alusão a Michel Foucault: meu personagem é obcecado por analogias e Foucault escreveu sobre o paradigma da

[29] Esta conceituação de tipos de leitores ocorre, especificamente a obras literárias, no entanto, como já comentei, elas podem ser estendidas a toda obra de arte.

> similaridade. Enquanto autor empírico não fiquei muito contente com a possibilidade de uma tal ligação. Soa como piada e, na verdade, não como uma piada inteligente. Mas o pêndulo inventado por Léon era o herói de minha história e eu não podia mudar o título: assim, tive esperança de que meu leitor-modelo não fizesse uma ligação superficial com Michel. Fiquei decepcionado; muitos leitores sagazes a fizeram. O texto está aí, e talvez eles estejam certos: talvez eu seja responsável por uma piada superficial; talvez a piada não seja tão superficial assim. Não sei. A questão toda está agora fora do meu controle (Eco, 2018, p. 98).

Desse modo, a obra constitui-se em um dinamismo interseccional que caracteriza o jogo da interpretação: de um lado, as intenções do autor, materializadas por meio de suas estratégias compositivas[30]; de outro, o leitor (ou espectador/fruidor), que mobiliza seu repertório de vivências para construir interpretações. É nesse contexto que "Na medida em que o leitor empírico compactua com o leitor modelo, ocorre uma leitura bem-sucedida; caso contrário, surgem 'usos' e superinterpretações, que levam a perigosas deturpações de sentido" (Kirchof, 2007, p. 45).

Portanto, uma obra de arte, enquanto obra aberta, embora seja um objeto estruturado[31] – dotado de propriedades definidas –, nunca é um objeto finalizado. Cabe ao espectador, por meio de uma fruição ativa, completá-la com suas visões particulares (Eco, 2015, 2016, 2018; Kirchof, 2007).

Ainda, como aponta Covaleski (2012):

> [...] a Arte, em suas variadas expressões, cria em seu espectador o interesse pela leitura e análise de sua mensagem – seja ela implícita ou explícita. Ao ler uma obra de arte o indivíduo cria, à sua própria maneira, uma história; concebe uma narrativa que lhe conta, segundo seu repertório e interpretação, o que a obra – e/ou seu autor – quer transmitir (Covaleski, 2012, p. 91).

Para ilustrar as ideias da obra aberta, considere um trecho do livro *Como os* "Artistas Veem o Mundo", de Will Gompertz (2023), no qual o autor analisa a pintura "Escritório à Noite", de Edward Hopper (Figura 20).

[30] Através das discussões apresentadas, dá-se a entender que a ação criadora é sempre constituída de intenções conscientes, no entanto, acredito ser importante evidenciar outros pontos de vista, como o discorrido por Marcel Duchamp em seu texto "O ato criador". Segundo Duchamp a execução do artista também ocorre por meio de intuição e ação nem sempre conscientes. E que na produção de sua obra, o artista sempre terá um conflito entre sua intenção realização, geando um "coeficiente do artístico". Este coeficiente representa a diferença entre o que o artista quis realizar e o que de fato realizou, de modo que o público, ao tentar decifrar a obra, também contribui para sua criação (Duchamp, 2013). Então, mesmo entendendo a criação por parte do artista por alguns pontos divergentes de Eco, os dois autores reforçam como a criação da obra ocorre juntamente a ação do espectador.

[31] Gostaria de ressaltar, também, que, apesar do termo "obra" tender a fazer referência aos objetos "concretos" deve-se lembrar que nas produções contemporâneas conceituais a ideia de obra pode se deslocar do "objeto coisa" para um "conceito". No entanto, mesmo a obra conceito (que tende a aberturas mais amplas) também possui um veículo constituído por elementos estruturantes (Freire, 2006)

Figura 20 - Obra "o escritório a noite" de Edward Hopper



Fonte: Hopper (1940)

> [...] começamos a entender as inquietantes e ambíguas pinturas de Edward Hopper, permeadas por uma sensação de isolamento e distanciamento. Sentimo-nos tentados a inventar histórias que se encaixem nas pinturas. Na verdade, é uma tentação irresistível. Depois de contemplar Escritório à noite (1940) por alguns segundos, nos pegamos construindo uma novela em torno da cena eroticamente carregada. O título do quadro nos diz o momento e o local: um escritório à noite. Em vista das convenções sociais nova-iorquinas na época em que ele foi pintado, é plausível concluir que a mulher de batom vermelho-vivo e vestido azul justo é uma secretária, e ○ homem de ar preocupado é seu patrão. Sabemos que a cena se passa à noite e podemos supor - a julgar pela janela aberta e pela persiana ondulante- que é o auge do verão. A fonte de luz entrando pela janela e atingindo a parede não é muito evidente. O sol se pôs, e o escritório (segundo Hopper) fica num andar elevado de um arranha-céu, e, portanto, a luz não pode vir da rua. Só pode estar vindo de outro escritório ou aparta mento num prédio vizinho, também de persiana levantada, o que sugere que nossos furtivos protagonistas podem ser vistos pelos vizinhos voyeuristas. A figura feminina está de pé junto ao arquivo, olhando uma folha de papel que caiu no chão, ao lado da escrivaninha à qual o homem está sentado. Ele olha para uma carta, mas não a lê. Tem a cabeça em outro lugar.
> Parece preocupado, nervoso - inseguro, seguramente. Há uma sugestão de um caso ilícito entre os dois. Acabou ou está Para começar? Eles não deixam transparecer, mas não há como escapar à atmosfera pressaga e misteriosa da sala.
> É como uma imagem da qual se eliminou o objeto de motivação dos personagens. É o papel no chão? Ou algo que acaba de ser dito, ou está para ser dito? Ou feito? Ou isso é redutor demais, simplista demais? Provavelmente. O artista disse certa vez que seus quadros não deviam ser entendidos como "episódios evidentes, pois não há qualquer intenção nesse sentido". Ainda assim, neste caso, sabemos que a ideia original para a cena surgiu quando Hopper estava num transporte público, à noite, olhou para o alto e viu os interiores de um escritório deserto no 18 andar. Além disso, não sabemos mais nada. Trata-se de uma pintura típica de Hopper, pedindo uma explicação sem fornecer nenhuma (Gompertz, 2023, p.125-126)

A análise de Gompertz demonstra como, mesmo diante de uma obra realista como as de Hopper, sua interpretação é permeada por incertezas quanto às intenções do artista, de modo

que a narrativa retratada encontra no espectador seu coautor. O trecho em destaque expressa a leitura do fruidor Will Gompertz, fundamentada em suas vivências, estudos em arte e conhecimento da vida e obra de Hopper. Qualquer outra pessoa que se depare com a mesma pintura, ainda que identifique elementos similares, poderá construir uma narrativa interpretativa distinta.

A partir das discussões apresentadas, é possível estabelecer conexões entre as ideias de Eco sobre a obra aberta, o conceito de comunicação tentativa de Braga e a proposição do abismo subjetivo de Rita von Hunty. Desse modo, uma produção artística, enquanto mensagem, é compreendida como uma obra aberta porque pressupõe explicitamente a existência de um abismo comunicacional – um amplo campo de tentativas – entre emissor (artista) e receptor (público), valorizando as experiências subjetivas do fruidor.

Gostaria de abordar mais três aspectos do processo comunicacional da arte: o sistema de códigos, a linguagem poética e o público. Quanto ao primeiro, retomo a noção de que, ao criar sua obra, o artista utiliza elementos estruturantes inseridos em um sistema de códigos, isto é, um sistema de referências, os quais orientam a fruição – fruição essa que, por sua vez, também ocorre dentro do sistema de códigos do espectador (Eco, 1997). Assim, a interpretação dependerá do grau de convergência entre esses sistemas. Por exemplo, ao deparar-se com a obra "Okê Oxóssi", de Abdias Nascimento, criada em 1970 (Figura 20), o espectador encontrará símbolos geométricos coloridos: um retângulo verde, um losango amarelo, um círculo azul claro, um semicírculo azul escuro, três estrelas brancas, uma flecha marrom e a inscrição quádrupla da palavra "Okê".

Figura 21 - Obra "Okê Oxóssi" de Abdias do Nascimento



Fonte: Nascimento (1970)

Um espectador familiarizado com os símbolos nacionais brasileiros e com religiões de matriz africana identificará uma estilização da bandeira do Brasil associada à saudação "Okê" do orixá Oxóssi, sendo a flecha um de seus símbolos característicos. Por outro lado, alguém que não compartilhe desses sistemas de códigos provavelmente produzirá interpretações que não estabelecem tais conexões.

O segundo ponto de discussão trata da linguagem poética. Segundo Eco (2015) a palavra poética é

> [...] comumente considerada aquela que, pondo som e conceito em uma relação absolutamente nova, os sons e as palavras entre eles, unindo frases de modo não comum, comunica, junto com um dado significado, uma emoção inusitada; a tal ponto que a emoção surge também quando o significado não se faz imediatamente claro (Eco, 2015, p. 140-141).

Expandindo a ideia da palavra poética para linguagem poética, tem-se que esta transcende o sentido literal das palavras, expandindo-se também a outras artes, onde signos — como imagens — podem subverter significados estabelecidos em um código. Assim, a produção artística, enquanto estrutura de caráter poético, pressupõe um criador lúdico, capaz de brincar com palavras e imagens, atribuindo-lhes novos e múltiplos significados. Essa ação lúdica contribui para a abertura da obra, tornando-se mais evidente em produções modernas e contemporâneas.

Por outro lado, ainda que as mensagens artísticas se constituam nessa permissividade poética e no abismo intencional entre criador e fruidor, isso não significa que não existam códigos e padrões que conferem regularidade a certas mensagens. Exemplos incluem o uso de auréolas ao redor de cabeças para indicar divindade ou espiritualidade, ou os cânones clássicos que estabelecem proporções e regras, como a perspectiva linear. A existência de estilos[32] e temáticas compartilhados entre artistas também cria um código interpretativo que permite comunicação menos subjetiva. Um aspecto interessante da arte é compreender esses padrões e criar a partir de sua subversão — como fez Cézanne ao romper com a perspectiva linear — ou mantê-los, como ocorre com artistas vinculados a escolas ou movimentos específicos, sobretudo os clássicos. Diferentemente da ciência, que tende a manter códigos que estruturam mensagens cada vez mais objetivas e literais, a arte opera com maior flexibilidade.

Sobre esse tema, retomo as discussões de Nielsen (2012), que trata do caráter provisório da ciência, refletido em seu viés comunicativo. Na ciência, há constante revisão e manutenção de sistemas de códigos e significados: alguns se tornam estáveis e duradouros, enquanto outros desaparecem. Essa característica está fortemente atrelada ao caráter paradigmático da ciência,

[32] Muito se discute sobre a ideia de "estilo" na arte, de modo que seria possível escrever uma dissertação inteira a respeito desse tópico. No entanto, para facilitar seu entendimento dentro do contexto deste texto, pode-se entender estilo como categorias de análise de obras, considerando questões formais (características visuais, técnicas e conceituais) e também as dimensões histórica, social e cultural. O estilo surge, então, como um caminho interpretativo, apresentado pelos estudiosos, que consideram a complexidade e o dinamismo das obras (e dos movimentos artísticos) mas buscam propor certas regularidades dentro das possibilidades interpretativas, como um conjunto de normas e conceitos que estruturam uma produção (Lopes, 2018; Meléndez, 2002)

em que o surgimento de um novo paradigma — e, consequentemente, de novos códigos — leva ao abandono do anterior. Nessa transição, sistemas antigos não coexistem com os novos.

Já nas artes, mudanças de sistemas, códigos, pensamentos, movimentos, cânones e estilos podem gerar estranhamento, resistência e lentidão na aceitação entre os círculos artísticos. No entanto, novas formas de pensar, desenvolver e comunicar a arte não implicam a anulação ou o abandono dos sistemas de significados e códigos antigos. Por isso, a história da arte não pode ser entendida como paradigmática (Benedicto, 2021; Kuhn, 2011, 2020).

Por fim, chega-se à questão do público da arte. Assim como ocorre nas ciências (Figura 18), o público artístico se divide entre especialistas e leigos, divisão que interfere diretamente no processo de comunicação artística. Afinal, a fruição de uma obra depende não apenas de seu caráter formal e estético, mas também de sua dimensão semântica, que vai além da mera contemplação. Como já mencionado, esse aspecto semântico pode ser estudado e apreendido por meio do sistema de códigos, valores e princípios do universo artístico, bem como das características sociohistóricas e culturais presentes na obra. Portanto, quanto maior a familiaridade de alguém com os sistemas, valores e códigos das artes, maior será seu grau de especialização e mais direcionadas serão suas leituras e interpretações (Moraes, 2014).

Conforme aponta Moraes (2014, p. 202), “ninguém nasce apto a efetuar a leitura de uma obra de arte ou exposição, mas vai adquirindo habilidades para tal mediante o constante estímulo e contato com estas linguagens”. A autora defende, inclusive, a necessidade de práticas de divulgação artística.

Em sua tese, Moraes (2014) discute que, no campo da Ciência da Informação, o termo "divulgação" refere-se ao processo de comunicar informações especializadas a um público leigo, traduzindo linguagens complexas em formas acessíveis para promover acesso e compreensão. Embora esse conceito seja amplamente aplicado e estudado na divulgação científica, especialmente em museus de ciência, sua aplicação à esfera artística ainda é incipiente. A expressão "divulgação artística" não é comumente utilizada, e a literatura específica sobre o tema, ancorada no diálogo entre Ciência da Informação e Museologia, é escassa. Enquanto a divulgação científica busca estimular o interesse e o empoderamento do público em relação à ciência, a divulgação artística propõe-se a veicular informações de e sobre arte para pessoas não familiarizadas com esse universo, facilitando sua fruição e compreensão. Desse modo, a divulgação artística visa à transformação informacional, permitindo que o público não especializado adquira os códigos mínimos necessários para apreciar e interpretar a arte de forma autônoma.

A autora também destaca que a compreensão desses códigos para orientar leituras não implica a uniformização das interpretações, mas sim uma fruição autônoma que valoriza, igualmente, as subjetividades dos leitores. Em suas palavras

> Ter domínio sobre estes códigos não significa, de modo algum, produzir interpretações que sejam iguais aquelas dos demais visitantes, dos criadores da exposição ou do artista, uniformizando o significado das obras, pois, como foi observado, a expressão maior da arte está em sua capacidade de suscitar diferentes leituras mediadas pelo contexto sócio-cultural e não produzir significados absolutos. No entanto, o processo de familiarização com os códigos da arte pode contribuir para o desenvolvimento da autonomia dos sujeitos, propiciando a equiparação das condições de identificação das informações capazes de subsidiar a apreciação, interação e articulações, desmistificando a soberania da leitura realizada por críticos/teóricos de arte, curadores e outros profissionais, e potencializando a relação dos diferentes visitantes com a arte a partir de suas múltiplas ressignificações (Moraes, 2018, p. 205)

Dentre as estratégias de divulgação, Moraes (2018) discute profundamente aqueles referentes aos museus. No entanto, outras também podem ser consideradas, como livros (Freire, 2006; Gompertz, 2013, 2023), perfis em redes sociais, podcasts, entre outros.

No que se refere aos públicos da arte, a comunicação não ocorre apenas entre especialistas ou por meio de práticas de divulgação, mas também através de práticas educacionais específicas e formais, como as desenvolvidas em instituições de ensino — à semelhança do que ocorre no ensino de ciências. Nesse aspecto, destacam-se os estudos e proposições da arte-educadora brasileira Ana Mae Barbosa, que propõe o ensino de artes estruturado em três pilares: 1) o fazer artístico (desenvolvimento de habilidades e estímulo da imaginação e criatividade); 2) a contextualização histórica (que considera o entendimento do contexto sociohistórico e cultural em que a obra foi produzida); e 3) a apreciação crítica da arte (que permite ao estudante analisar, julgar e qualificar uma obra com base em critérios bem estabelecidos) (Barbosa, 2014; Benedicto, 2021).

Em resumo, ao contrário da ciência, não existe uma área de estudo formalmente denominada "comunicação artística". No entanto, a vertente comunicacional da arte é amplamente estudada, sobretudo pela semiótica. A semiótica estética de Umberto Eco é um pilar central nessa discussão. Eco entende a arte como uma mensagem ambígua, uma "obra aberta" cujo significado não é único, mas se constrói na relação entre a intenção do autor — expressa por meio de estratégias compositivas — e a interpretação do fruidor, que mobiliza sua bagagem cultural e vivências. O autor projeta na obra um "leitor modelo", uma entidade abstrata com as competências necessárias para uma interpretação coerente. Já o "leitor empírico" é a pessoa real, cuja leitura é um processo cooperativo com o texto; quanto mais suas interpretações se alinham ao leitor modelo, mais assertiva tende a ser a comunicação. Essa assertividade, contudo, não é uma obrigatoriedade, o que preserva a subjetividade dos espectadores.

Apesar dessa abertura à multiplicidade de sentidos, a obra de arte não é indefinida. Ela possui elementos estruturais — como códigos, símbolos, título e contexto — que delimitam um "campo de possibilidades" interpretativas, impedindo leituras totalmente arbitrárias. Essa comunicação é potencializada pela linguagem poética, que subverte os significados literais para criar novos sentidos e emoções. Portanto, a arte opera em um dinamismo interseccional: é um fato comunicativo que valoriza a subjetividade do fruidor, mas é ancorado em códigos e intenções do artista que guiam, sem determinar, a interpretação.

Nesse ínterim, situam-se os diversos públicos da arte, entre especialistas e leigos. Dessa forma, defende-se que a divulgação artística e o ensino de artes — à semelhança do que ocorre nas ciências — atuam como meios de fornecer códigos, valores e princípios artísticos aos sujeitos, permitindo uma apreciação mais guiada e autônoma das obras, sem, contudo, uniformizar suas interpretações.

Considerando a discussão dos pontos anteriores, é possível realizar uma síntese comparativa entre a comunicação artística e a científica.

7.6 A comunicação entre a ciência e a arte: uma síntese

Para sintetizar os pontos discutidos até o momento, proponho a análise de duas tirinhas, representadas nas Figuras 22 e 23, que constroem seu humor com base nos princípios da comunicação.

Figura 22 - Tirinha sobre a comunicação em diferentes áreas



Fonte: Dragões de Garagem (2024)
https://x.com/dragoesgaragem/status/1772235361181204861. Acesso em13 maio 2025

Figura 23 - Tirinha sobre a comunicação cientifica entre pares e leigos



Fonte: Dragões de Garagem (2024)

A tirinha da Figura 22 ilustra como um mesmo objeto – o café – pode ser interpretado e inserido em diferentes códigos comunicativos. Observa-se, inclusive, que os próprios códigos científicos (da Biologia, da Química e da Física) diferenciam-se, refletindo a especialização de cada área. Especialistas desses campos compartilham de um código comum, o que viabiliza um diálogo assertivo. A mesma tirinha também demonstra que a arte, assim como a ciência, é uma via de produção de sentidos, ainda que se estruture por caminhos distintos. A arte, em particular, permite a criação de estratégias comunicacionais mais abertas e subjetivas (de caráter poético), que valorizam a experiência estética e o despertar de emoções e vivências individuais.

Embora a ciência se baseie em uma comunicação mais objetiva, isso não a isenta de "desentendimentos" – ou seja, de abismos comunicacionais. É perfeitamente possível que, mesmo no âmbito científico, ocorram situações em que a compreensão do receptor difira significativamente da intenção do emissor. Essa situação é bem exemplificada na tirinha da Figura 23, na qual a preocupação da mãe é provocada pela sua falta de familiaridade com os códigos da Química. Evidentemente, a personagem mais nova tinha a intenção de causar essa reação; contudo, esse objetivo só pôde ser concretizado graças ao abismo comunicacional entre uma fala especializada e uma escuta leiga. Ao ouvir os termos técnicos, a mãe não os interpretou como "água e sal de cozinha", mas como compostos perigosos – uma associação provavelmente originada de suas vivências - que associam nomenclaturas químicas a compostos perigosos.

Essa tirinha exemplifica, de modo claro, a diferença entre um público especializado, iniciado em determinados códigos, e um público leigo, destacando a importância do ensino e da divulgação científica. Ademais, evidencia como os processos comunicativos dependem, fundamentalmente, do compartilhamento de códigos entre emissor e receptor.

Logo, a partir dessas análises e da retomada dos pontos principais, conclui-se que:

- A comunicação é um processo interacional tentativo entre a intenção expressiva de um enunciador e as inferências de um interpretador. Ambos os lados são ativos e possuem sistemas de códigos que podem estar em maior ou menor grau de compartilhamento. Desse modo, mesmo na ausência de uma sintonia perfeita, a comunicação, enquanto partilha de sentido, é sempre efetiva.
- Os processos comunicacionais utilizam-se de dispositivos sociais e interacionais para buscar maior sintonia entre enunciador e receptor. No entanto, sempre haverá um abismo subjetivo no processo, por menor que seja, uma vez que o receptor é um participante ativo.
- Tanto a ciência quanto a arte são atividades humanas produtoras de conhecimento que podem ser analisadas pela perspectiva da comunicação. Ambas lidam com a existência de abismos comunicacionais, de modo que tanto a comunicação científica quanto a artística apresentam graus variados de abertura e fechamento, assim como qualquer processo comunicacional humano.
- Na ciência, há um movimento que tende a minimizar ao máximo os ruídos comunicacionais, visando a emissão de mensagens com o maior grau de objetividade possível – ou seja, cujo significado seja, idealmente, independente do sujeito receptor. Para isso, são criados dispositivos sociais, interacionais e códigos específicos. É importante notar, contudo, que a comunicação científica ocorre em diferentes esferas (por exemplo, entre pares, entre cientista e estudantes, e entre especialistas e leigos), as quais demandam estratégias distintas para garantir assertividade.
- Na arte, a comunicação pode ser compreendida pela lente da obra aberta, proposta por Umberto Eco. Por essa perspectiva, a obra de arte (enquanto objeto comunicacional) é entendida como ambígua e situada em um espectro de possibilidades interpretativas, que se constroem na relação interseccional entre a intenção do artista e a interpretação do espectador. Aqui, a ação do espectador é valorizada, pois ele se torna co-construtor dos significados, conferindo maior subjetividade ao processo. No entanto, a fruição também é orientada pelos elementos constitutivos da obra, selecionados por seu criador de acordo com determinadas intenções.
- A ciência busca desenvolver códigos e dispositivos que facilitem uma comunicação objetiva e universal, enquanto a arte fundamenta-se na linguagem poética, na qual os significados podem ser subvertidos e ampliados, alargando o espectro de interpretações.

Vale ressaltar, porém, que a arte também opera com dispositivos, valores, padrões e princípios que buscam aproximar suas vertentes estéticas e semânticas.

- Na arte, valoriza-se o abismo comunicativo como parte constitutiva da experiência; na ciência, há um esforço contínuo para minimizá-lo.

- A ciência desenvolve-se por um caminho paradigmático, no qual determinados sistemas sígnicos e códigos podem ser completamente modificados ou abandonados com o advento de um novo paradigma. Já na arte, diferentes sistemas, códigos e modos de desenvolvimento podem coexistir.

- Tanto a ciência quanto a arte envolvem públicos distintos — especialistas, leigos e estudantes de instituições formais de ensino —, o que exige estratégias comunicacionais diferenciadas para cada grupo. Isso inclui a necessidade de ações de divulgação voltadas para o público leigo, adaptando a complexidade da mensagem ao nível de familiaridade de cada audiência;

- As ações de divulgação científica buscam traduzir conceitos complexos para uma linguagem acessível ao público geral, preservando a objetividade da informação original. Por outro lado, a divulgação artística visa fornecer códigos e contextos que permitam uma apreciação mais autônoma e fundamentada das obras, sem, no entanto, suprimir a subjetividade inerente à experiência do fruidor.

Portanto, toda comunicação ocorre na relação tentativa entre a intenção do emissor e a recepção ativa do interpretador. Ambos estão imersos em sistemas de códigos, vivências, visões de mundo e contextos sociohistórico-culturais que nem sempre convergem. Dessa forma, há sempre um grau de abertura — um abismo interpretativo — entre os envolvidos. A diferença central reside no tratamento dado a esse abismo: na ciência, busca-se minimizá-lo para restringir o campo de possibilidades interpretativas e assegurar precisão; já na arte, há uma tendência e valorização da relação abissal, ainda que o criador utilize estratégias compositivas para orientar — e não eliminar — as interpretações.

Revisando as discussões realizadas até o momento, conceitua-se imagem como uma estrutura organizada de elementos plásticos que confere forma a uma porção do mundo percebida por um sujeito. Ela existe como um ente em si, estabelecendo posteriormente uma relação tanto com a realidade que a originou quanto com a interpretação do observador.

Discutiu-se, ainda, que tanto as imagens científicas quanto as artísticas apresentam dimensões estéticas e epistêmicas, de modo que tais características, por si só, não são suficientes para distingui-las. Diante disso, partindo do entendimento de que toda imagem pode ser considerada uma mensagem, proponho a comunicação como critério central para diferenciar imagens artísticas de científicas, tomando por referência a proposta da comunicação tentativa, de José Luiz Braga. Nela, todo processo comunicativo é entendido como uma partilha entre

receptor e emissor — ambos agentes ativos que mobilizam seus sistemas de códigos, contextos sociohistóricos e culturais, além de dispositivos sociais, na construção da mensagem.

Dessa forma, a distinção entre uma mensagem artística e uma científica residiria na análise da **intenção**, do **contexto**, do **processo de partilha** e dos **modos como códigos e dispositivos são manipulados** — buscando-se mensagens mais objetivas, no caso da ciência, e mais abertas e subjetivas, no caso da arte.

Munido desse arcabouço teórico, é possível compreender e distinguir imagens artísticas e científicas em seus aspectos comunicacionais, conforme desenvolvido no tópico a seguir.

8 IMAGENS DA CIÊNCIA E IMAGENS DA ARTE

8.1 Ferramentas para o estudo das imagens

A partir das discussões realizadas até o momento, pode-se revisitar o conceito de imagem e o esquema da Figura 1 (apresentados no tópico 5) para propor novas reflexões que expandirão o entendimento sobre as imagens enquanto mensagens em processos comunicativos.

Conforme apresentado anteriormente, a imagem é um sistema de elementos plásticos — como ponto, linha, cor e texturas — que se conectam e se organizam, conferindo contorno, estrutura e forma a uma porção do mundo que se apresentou a um sujeito ou sensor através de suas características estéticas. A imagem existe como entidade autônoma, mas passa, em um segundo momento, a estabelecer relação com elementos expressivos e/ou da realidade, adquirindo significados. Dessa forma, ao poder representar objetos reais ou fictícios, ideias, conceitos, narrativas ou indícios, a imagem pode funcionar como meio entre um emissor e um receptor.

Nesse processo, a instância emissora, por meio de suas intenções, mobiliza elementos estruturantes em uma codificação imagética, que é posteriormente decodificada pela instância receptora. Lembre-se de que tais processos ocorrem inseridos em contextos específicos.

Assim, é possível compreender a mensagem imagética a partir de três facetas: a composicional, a referencial (sígnica) e a contextual. Portanto, a compreensão dessas três dimensões fornece as ferramentas necessárias para analisar e comparar imagens artísticas e científicas.

8.1.1 A imagem enquanto composição

Derivada do latim *compositio*, formada pela união do prefixo “com” (junto) e “ponere” (colocar), a palavra “composição” refere-se ao modo como elementos constituintes são dispostos e organizados para formar um todo. Portanto, abordar a composição da imagem significa identificar seus elementos constitutivos e compreender como eles se integram quando organizados em um espaço, bem como a importância de entender esse aspecto.

Assim como uma mensagem verbal é composta por letras, fonemas e palavras — cuja organização influencia seus significados —, o mesmo ocorre com a mensagem imagética. Inclusive, Dondis (1997), em sua obra “Sintaxe da linguagem visual”, reforça a ideia das imagens como mensagens, propondo um “alfabetismo visual” que permite compreendê-las em sua essência.

É claro que as discussões do autor partem do pressuposto da visualidade, entendimento que já questionei anteriormente. No entanto, suas reflexões podem ser ampliadas para abranger a imagem como um constructo que envolve todos os sentidos, e não apenas a visão[33].

Segundo Dondis (1997), as imagens possuem uma sintaxe, assim como as mensagens verbais. Dessa forma, a sintaxe pode ser entendida como uma disposição orquestrada e ordenada de elementos que exercem impacto em seus significados — mesmo que tal impacto possa variar de acordo com o repertório cultural e experiencial do receptor[34]. Em suas palavras:

> Os resultados das decisões compositivas determinam o objetivo e o significado da manifestação visual e têm fortes implicações com relação ao que é recebido pelo espectador. É nessa etapa vital do processo criativo que o comunicador visual exerce o mais forte controle sobre seu trabalho e tema maior oportunidade de expressar, em sua plenitude, o estado de espírito que a obra se destina a transmitir (Dondis, 1997, p. 30).

> A sintaxe visual existe. Há linhas gerais para a criação de composições. Há elementos básicos que podem ser aprendidos e compreendidos por todos os estudiosos dos meios de comunicação visual, sejam eles artistas ou não, e que podem ser usados, em conjunto com técnicas manipulativas, para a criação de mensagens visuais claras. O conhecimento de todos esses fatores pode levar a uma melhor compreensão das mensagens visuais (Dondis, 1997, p.18).

Essa relação sintática entre os elementos da imagem e seus significados pode ser entendida também como a denominada "relação forma/conteúdo". Como aponta Ostrower (2013):

> A forma da obra – na disposição exata, concreta, visível de um espaço – é um fator constante e um conteúdo geral objetivo. A partir desse conteúdo – *a forma específica* dada à imagem -, procuramos conhecer os possíveis significados (Ostrower, 2013, p. 57, grifo da autora).

> [...] *a forma incorpora o conteúdo de tal modo que se tornem uma só identidade.* É essa, então, a equivalência de forma e conteúdo. Não existe conteúdo fora da forma concreta da imagem, pois jamais a forma seria apenas uma espécie de envoltório a cobrir alguma coisa que poderia ser coberta de outra maneira também. *Quando se dá outra forma a um conteúdo modifica-se o conteúdo* (Ostrower, 2013, p. 60, grifo da autora).

Ostrower (2013), assim como Eco, reforça a importância da estrutura – ou forma – da imagem como base do conteúdo[35]. A autora argumenta que, embora uma imagem, especialmente artística, seja passível de múltiplas interpretações a depender do repertório do

[33] Com isso, sempre que alguma citação direta do autor aparecer usando algum termo referente a "visual" ele deve ser entendido para imagens associadas a qualquer sentido

[34] O autor também explica que a sintaxe das imagens não possui um nível de regramento como a sintaxe linguística, mas que é possível estudar as estratégias de composição imagéticas em vista de conseguir um elevado grau de compreensão dessa relação forma/significado.

[35] O foco das discussões de Ostrower são obras de arte, mas, novamente, é possível expandi-las para imagens no geral.

observador, é a sua estrutura compositiva que orienta e delimita seus possíveis significados. Ela aponta que:

> [...] apesar da grande diversidade de *nuances* pessoais, as interpretações subjetivas se manterão dentro do leque de *significados possíveis*, estabelecidos pela estrutura objetiva da obra. Os conteúdos gerais, objetivos, e as interpretações, subjetivas, serão assim orientados pelas qualidades dinâmicas/estáticas percebidas no movimento visual que ordena o espaço (Ostrower, 2013, p. 58, grifo da autora).
>
> Em outras palavras, a primeira linha desenhada por uma pessoa, esse primeiro fato físico produzido orientou, com seu impulso, o caráter do resultado final estabeleceu uma delimitação inicial que encadeou outras delimitações. Reduziu as infinitas possibilidades de ação a possibilidades incontáveis ainda, porém não mais infinitas. E, a medida que o trabalho prosseguia, que se acumulavam os fatos físicos, cada vez mais as delimitações se produziam seletivamente (Ostrower, 2013, p. 58).

Portanto, toda mensagem imagética inicia-se pela composição de seus elementos constitutivos básicos, os quais dão forma à imagem e orientam seu conteúdo expressivo. Tais elementos podem ser divididos em: ponto, linha, forma, volume, tom (valor tonal), cor e textura. Essas componentes podem ser caracterizadas, por sua vez, por meio de dimensão, escala (e proporção) e movimento (Dondis, 1997; Santaella, 2012; Ocvirk *et al*., 2014; Ostrower, 2013) [36]. As conceituações desses termos encontram-se relacionadas nos quadros 2 e 3.

[36] Dondis (1997) não considera o volume, Ocvirk e colaboradores (2014) que consideram os elementos bases como sendo linha, figura, valor tonal, cor e textura, entendendo movimento e proporção como um princípio d organização, junto a harmonia, variação, equilíbrio, dominância e economia. Já Ostrower (2013) considera apenas linha, superfície, volume, luz e cor.

Quadro 2 - Conceituação de elementos constitutivos da imagem e suas características

Elemento Compositivo	Definição
Ponto	Unidade visual mínima, a mais simples e irredutível que se apresenta como um indicador, uma referência dentro de um espaço. É adimensional
Linha	União de dois ou mais pontos que se apresentam como um elemento dinâmico e diretivo dentro da composição. Se apresenta como um elemento de uma dimensão
Forma/Figura/Contorno	União de linhas que delimitam um espaço interno em duas dimensões, conferindo estabilidade e imobilidade a esse espaço
Volume	União de linhas que definem um espaço em três dimensões. O volume pode ser real (como em uma escultura) ou sugerido opticamente em composições bidimensionais.
Tom/Valor Tonal	Característica que indica quantidade de luz. Pode ser acromático, indo do branco ao preto passando por uma escala de cinzas, ou cromático, quando associado a alguma cor. Quanto maior a quantidade de luz, maior o valor tonal
Cor	Percepção visual derivada de uma tradução neurológica de determinados comprimentos de ondas de luz. Considerada um dos elementos mais expressivos de uma composição por se relacionar diretamente com emoções. Pode ser classificada segundo o matiz (a cor em si), a saturação (pureza da cor com relação a escala de cinza) e brilho (sua tonalidade).
Textura	Elemento associada a experiência sensorial do tato, que se relaciona as variações superficiais de um material. A textura pode ser obtida diretamente pelo tato, ou ser sugerida opticamente.

Fonte: Dondis, 1997; Santaella, 2012, Ocvirk *et al*, 2014, Ostrower, 2013

Quadro 3 - Conceituação de características dos elementos constitutivos da imagem

Característica do elemento	Definição
Escala	Relação estabelecida entre os tamanhos de diferentes elementos entre si e entre elementos e seu ambiente. Através da escala é possível estabelecer proporções, que são a razão (divisão matemática) entre as medidas dos elementos dimensionados
Direção	Organização do movimento com indicativo de fluxo dentro da composição, podendo ser: vertical, horizontal, diagonal ou curvo
Dimensão	Direção independente na qual se pode realizar uma medida. Pode ser largura, altura e comprimento.
Movimento	Percepção de deslocamento de elementos em um espaço. A não percepção de movimento é entendida como estaticidade

Fonte: Dondis, 1997; Ocvirk *et al*, 2014; Ostrower, 2013

Os elementos listados podem ser agrupados de diversas maneiras, por meio de diferentes princípios e técnicas de organização compositiva. Dondis (1997) classifica essas técnicas em dois grandes grupos: contraste e harmonia.

O contraste pode ser entendido como uma relação de polaridade, ou seja, entre dois elementos marcadamente distintos — como alta e baixa luminosidade, cromaticidade e acromaticidade, formas quadradas e circulares, grandes e pequenas dimensões, superfícies lisas e rugosas. A harmonia, por sua vez, consiste na disposição coesa e equilibrada dos elementos, gerando uma sensação de unidade e ordem (Dondis, 1997; Ocvirk *et al*., 2014). Por meio das relações de contraste e harmonia, é possível criar diversos resultados compositivos, conforme exemplificado no Quadro 4.

Quadro 4 - Relação de estratégias compositivas contrastantes e harmônicas

Contraste	Harmonia
Instabilidade	Equilíbrio
Assimetria	Simetria
Irregularidade	Regularidade
Complexidade	Simplicidade
Fragmentação	Unidade
Profusão	Economia
Exagero	Minimização
Espontaneidade	Previsibilidade
Atividade	Estase (estagnação)
Ousadia	Sutileza
Ênfase	Neutralidade
Transparência	Opacidade
Variação	Estabilidade
Distorção	Exatidão
Profundidade	Planura
Justaposição	Singularidade
Acaso	Sequencialidade
Agudeza	Difusão
Episodicidade (evento único)	Repetição

Fonte: Dondis (1997)

Uma vez formada a composição — pela união de elementos estruturados por meio de estratégias específicas —, esta poderá conferir expressividade à obra. Ou seja, seus elementos podem ser associados a determinados significados, atribuindo sentido à produção. Por exemplo: a cor azul pode representar o céu ou um sentimento de tristeza; uma linha diagonal pode indicar proibição ou sugerir profundidade na perspectiva; uma figura pode remeter a um cão, que, por sua vez, evoca a ideia de amizade.

Isso significa que a composição pode fazer referência a algo externo a si mesma, passando a comportar-se como um signo.

8.1.2 A imagem enquanto referência (signo)

Compreender a imagem como algo que faz referência a um elemento exterior a si mesma é considerá-la um signo. Vale notar que a própria palavra "signo" — assim como todas as palavras — é um signo e remete a diferentes significados. Dessa forma, criou-se todo um campo científico dedicado a investigar e discutir o conceito de signo, conhecido como semiótica.

Conforme indica Santaella (1983), a produção de significados é inerente ao ser humano, que a pratica em busca de respostas para suas indagações e para compreender os fenômenos e o mundo que experiencia. É a prática humana que transforma estímulos sensoriais (sinais) em produtos da consciência, os quais constituem os signos e as linguagens. Assim, segundo a autora, a semiótica seria:

> [...] a ciência que tem por objeto de investigação todas as linguagens possíveis, ou seja, que tem por objetivo o exame dos modos de constituição de todo e qualquer fenômeno como fenômenos de produção de significações e de sentido (Santaella, 1983, p. 15

A partir dessa conceituação, a autora reforça ainda a amplitude do campo de atuação e questionamento da semiótica, a qual é construída por diversos teóricos e reflexões. Discutir tal complexidade, contudo, não é o foco deste texto. Mesmo diante dessa abrangência, é possível extrair algumas noções teóricas básicas para compreender a imagem como um sistema sígnico, as quais serão suficientes para o desenvolvimento das análises propostas neste trabalho.

É importante frisar que a semiótica tem sua gênese atrelada aos estudos linguísticos, mas posteriormente expandiu seu campo de atuação para a análise de imagens (Santaella; Noth, 1997; Joly, 2012). Dentre as diversas discussões e autores, para o entendimento da imagem como signo comunicativo, trazemos as bases do pensamento de Peirce — com base nos escritos de Lúcia Santaella — e de Umberto Eco. Embora existam diferenças entre esses autores, suas ideias serão trabalhadas de forma complementar.

O primeiro entendimento necessário é a conceituação de signo. Ao tratar da definição de signo para Peirce, Santaella (1983) relata que o autor apresenta inúmeras definições em sua vasta obra, a qual foi estruturada com grande minúcia e refinamento analítico. Ainda assim, a autora destaca a definição que, em sua compreensão, melhor evidencia o processo de ação de um signo (semiose), a saber

> Um signo intenta representar, em parte (pelo menos), um objeto que é, portanto, num certo sentido, a causa ou determinante do signo, mesmo que o signo represente o objeto falsamente. Mas dizer que ele representa seu objeto, implica que ele afete uma mente, de tal modo que, de certa maneira, determina naquela mente algo que é mediatamente devido ao objeto. Essa determinação da qual a causa imediata ou determinante é o signo e da qual a causa mediada é o objeto pode ser chamada de interpretante (CP 6.347 [37] *apud* Santaella, 1983, p.78).

Partindo dessa definição, Santaella (1983, 1992) esclarece que um signo só é signo porque pode representar ou substituir algo diferente de si mesmo — denominado "objeto" —, dentro de certa medida e com algumas limitações. Em suas palavras:

> Ora, o signo não é o objeto. Ele apenas está no lugar do objeto. Portanto, ele só pode representar esse objeto de um certo modo e numa certa capacidade. Por exemplo: a palavra casa, a pintura de uma casa, O desenho de uma casa, a fotografia de uma casa, O esboço de uma casa, um filme de uma casa, a planta baixa de uma casa, a maquete de uma casa, ou mesmo o seu olhar para uma casa, são todos signos do objeto casa. Não são a própria casa, nem a ideia geral que temos de casa. Substituem-na, apenas, cada um deles de um certo modo que depende da natureza do próprio signo. A natureza de uma fotografia não é a mesma de uma planta baixa (Santaella, 1983, p. 78).

[37] PEIRCE, Charles Sanders. **Collected Papers of Charles S. Peirce**. Cambridge, Harvard Univ. Press, 1-8 vol, 1931/1958. (Citado como CP, seguido do volume e página)

Portanto, o signo atua como mediador de um objeto externo a si mesmo, mas só pode exercer essa mediação se houver um terceiro elemento na relação: o intérprete. Conforme indica Santaella (1983, p. 79), "o signo só pode representar seu objeto para um intérprete e, porque representa seu objeto, produz na mente desse intérprete alguma outra coisa". Dessa forma, o efeito interpretativo gerado na mente do intérprete — isto é, a relação representacional estabelecida — é denominado *interpretante*. A partir da relação entre Objeto, Signo e Interpretante, estabelece-se a chamada relação triádica de Peirce. Sobre ela, gostaria de destacar alguns pontos indicados por Santaella (1992, 2018):

> O intérprete não é necessariamente um indivíduo. Qualquer coisa que ocupe a posição lógica de tradutor do real em verdade, através do signo, é um interprete (Santaella ,1992, p. 192).
>
> Interpretante não é sinônimo de intérprete...nem é sinônimo de intepretação (a intepretação se refere ao processo todo de geração dos interpretantes). Além disso, não e o encontro com um intérprete que faz do signo um signo. Ele precisa do intérprete para funcionar como tal, mas tem sua existência e seu poder de significar independente do intérprete (Santaella ,1992, p. 189).
>
> O interpretante só pode se relacionar com o objeto mediante a mediação do signo (Santaella ,1992, p. 190).
>
> O signo é determinado pelo objeto, mas é ele quem determina o interpretante (Santaella ,1992, p. 190).
>
> Falar em Signo apenas, já inclui o objeto e o interpretante, pois nenhum signo pode funcionar como tal sem o objeto e o interpretante (Santaella ,1992, p. 188-189).
>
> Qualquer coisa que esteja presente à mente tem a natureza de um Signo. Signo é aquilo que dá corpo ao pensamento, às emoções, às reações. Por isso mesmo, pensamentos, emoções e reações podem ser externalizados (Santaella ,2018, p. 10).
>
> A partir da relação de representação que o signo mantém com seu objeto, produz-se na mente interpretadora um outro signo que traduz o significado do primeiro (é o interpretante do primeiro). Portanto, o significado de um signo é outro signo – seja este uma imagem mental ou palpável, uma ação ou mera reação gestual, uma palavra ou mero sentimento de alegria, raiva...(Santaella, 1983, p. 79)

Em suma, o signo é um mediador entre um objeto (aquilo que ele representa) e um intérprete, gerando um efeito de entendimento: um interpretante, que é, por sua vez, outro signo. Essa tríade é indissociável, pois o signo só existe nessa relação de dependência com seu objeto e seu interpretante, embora tenha um potencial de significação independente de um intérprete específico.

As tricotomias de Peirce vão além da relação objeto, signo e interpretante, abrangendo também diversos outros detalhamentos triádicos de cada uma dessas instâncias e de suas relações. Não abordarei todos esses detalhes, mas apresento duas proposições que, mesmo tratadas de forma sintética, são suficientes para as análises que proponho: a relação do signo com seu objeto e os modos de interpretação dos signos.

No que se refere à relação do signo com seu objeto, há três classificações: ícone, índice e símbolo.

Um ícone é um signo que, por suas qualidades, relaciona-se com um objeto por semelhança. Exemplos incluem a bandeira LGBTQ+, que apresenta as cores do arco-íris; as linhas de um mapa metroviário, que se assemelham aos trajetos do transporte; e as formas de uma nuvem que lembram um animal. As relações de similaridade do ícone são hipotéticas, o que confere a esse signo uma maior abertura de referencialidade (Santaella, 2018).

Um índice é um signo que, por sua existência singular, relaciona-se diretamente com a existência concreta do objeto, funcionando como um indício. Uma fotografia é um índice, pois a imagem registrada indica a existência daquilo que foi fotografado; o som de um latido ou uma pegada na areia é um índice de um cachorro; fósseis são índices de organismos extintos.

Já um símbolo é o signo que, por meio de uma lei ou convenção, determina seu objeto. Sua representação não ocorre por semelhança ou conexão direta, mas por uma determinação sociocultural. Seu entendimento está, portanto, atrelado a "um vasto campo de referências que incluem os costumes e os valores coletivos e todos os tipos de padrões estéticos, comportamentais, de expectativas sociais etc." (Santaella, 2018, p. 37). Por exemplo: o vermelho de um semáforo significa "pare", mas em um filme pode indicar tensão ou perigo; a letra "F" em um livro de química refere-se ao elemento flúor, mas em um livro de física pode representar uma força; o sinal "+" em matemática significa adição.

É importante ressaltar que, apesar dessa proposta categórica, um mesmo signo pode constituir-se como uma combinação de diferentes propriedades (semelhança, relação direta, convenção), transitando entre as classificações descritas – embora, dependendo da situação, uma delas possa se mostrar mais proeminente. Além disso, quando se diz que um signo se refere a um objeto, este não é necessariamente físico, podendo ser de diversas ordens, como ideias, conceitos, sentimentos, emoções ou situações (Santaella, 2018).

Tratando-se da segunda proposição, que se refere aos modos de interpretação, Peirce propõe três tipos de interpretante: o imediato, o dinâmico (subdividido em emocional e lógico) e o final. É crucial lembrar que interpretante não é o mesmo que intérprete. O intérprete tem um papel no processo de interpretação, mas o interpretante vai além, sendo o "efeito interpretativo que o signo produz em uma mente real ou meramente potencial" (Santaella, 2018, p. 23).

O primeiro tipo de interpretante é o imediato, que se refere ao que é interno ao signo e à sua objetividade, sendo anterior à sua relação com um intérprete. Trata-se, portanto, do seu potencial interpretativo, o que significa que "sua interpretabilidade está em um nível abstrato, antes de o signo encontrar um intérprete qualquer em que esse potencial se efetive" (Santaella, 2018, p. 24).

Um quadro em uma exposição ou uma imagem em um livro já carregam significados potenciais que se efetivarão no contato com um intérprete, mas que não dependem dele para existir. Mesmo que um processo interpretativo envolva as subjetividades de quem o aprecia – como no entendimento de uma pintura –, as características inerentes ao signo é que conduzirão seu repertório de interpretabilidade (Santaella, 2018).

Ao entrar em contato com um intérprete, o signo produz um efeito em sua mente, sendo esse efeito o interpretante dinâmico. Este representa o momento mais subjetivo da interpretação, pois cada efeito leva em conta as singularidades – como a psique, o repertório de códigos e as visões de mundo – de quem interpreta. Esse efeito pode se manifestar de três modos: emocional, enérgico e lógico.

O efeito emocional ocorre quando o signo desperta sentimentos no intérprete. É a primeira reação e acontece invariavelmente, mesmo quando não é evidente. Geralmente, obras de arte tendem a ter um apelo mais forte a esse efeito.

O segundo efeito, o enérgico, refere-se a uma ação – um gasto de energia – física ou mental por parte do intérprete. Exemplos incluem parar ao ver a luz vermelha de um semáforo ou ter o olhar guiado por uma composição visual.

Já o efeito lógico é aquele no qual a interpretação ocorre por meio de um hábito ou de uma regra associativa internalizada pelo intérprete, como acontece principalmente na interpretação de símbolos. Contudo, relações lógicas também podem surgir em outros contextos. Por exemplo, uma técnica de macramê que produz uma forma espiralada é comumente chamada de "nó DNA" porque sua forma se associa à estrutura científica da molécula de DNA. Vale ressaltar que, ao longo da vida, os sistemas de códigos do intérprete e, consequentemente, suas regras interpretativas podem se alterar, o que impactará seu entendimento dos signos (Santaella, 1992, 2018).

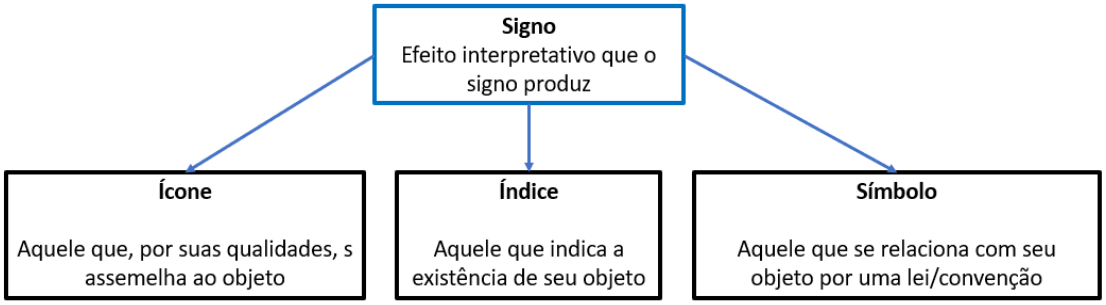
O terceiro e último nível do interpretante é o final, que se refere ao resultado interpretativo que todo intérprete alcançaria se o processo de interpretação fosse levado ao seu limite ideal. Trata-se de um interpretante teórico, uma vez que esse limite é cogitável, mas nunca integralmente atingido na prática (Santaella, 2018).

Para ilustrar as proposições discutidas, considere o exemplo de uma fotografia de um aracnídeo em um livro de biologia. Quanto à sua tipologia sígnica, as estruturas formais e qualitativas da imagem assemelham-se ao animal retratado, tornando-a um ícone. Contudo, por ser uma fotografia, ela também funciona como um indício da existência passada desse aracnídeo, caracterizando-a como um índice. Ademais, se a imagem estiver em uma página sobre animais peçonhentos, poderá ser associada à ideia de perigo, convertendo-a em um símbolo.

No que diz respeito ao interpretante, essa imagem, antes de qualquer contato com um observador, possui características inerentes que estruturam todo o seu potencial interpretativo – o interpretante imediato. Por exemplo, o facto de ela retratar um aracnídeo, e não um pássaro ou uma flor. Quando alguém abre o livro e depara com a imagem, processos interpretativos dinâmicos começam a ocorrer em sua mente, guiados por sua bagagem sociocultural, histórica e pessoal. Um intérprete poderá, por exemplo, sentir medo ou repulsa (modo emocional) e fechar o livro (modo enérgico), pois foi instruído em algum momento de sua vida que "aranha significa perigo" (modo lógico). Outra pessoa, no entanto, poderá ter reações totalmente diferentes, sentindo-se intrigada e admirada com a imagem, e prosseguir em busca de mais

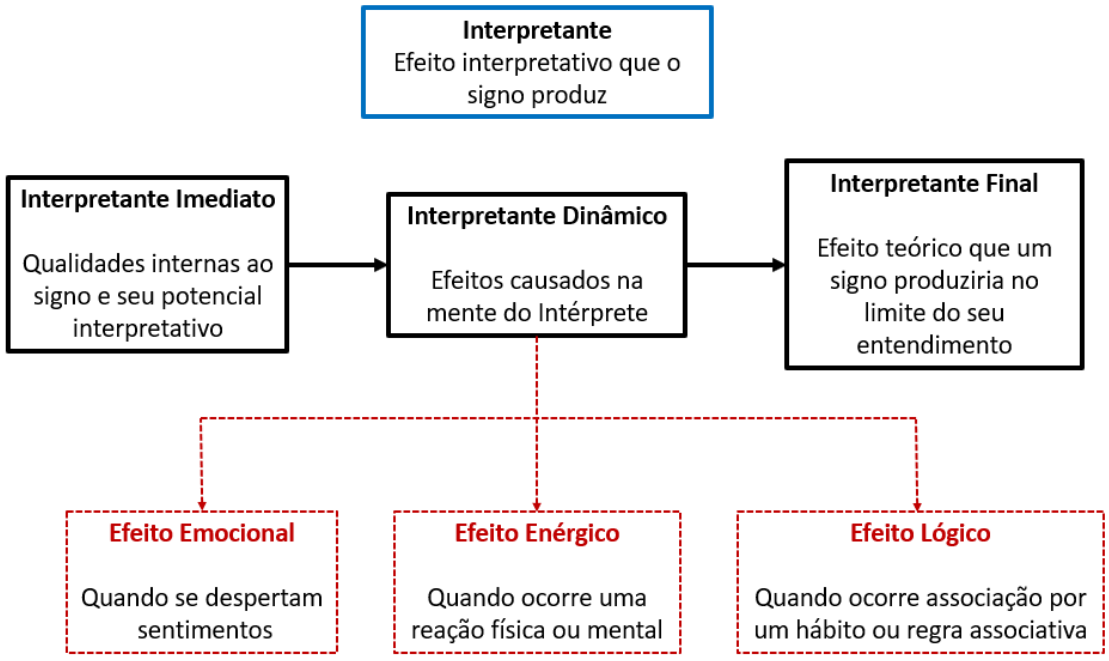
informações no livro. As Figuras 24 e 25 esquematizam uma síntese do discutido acerca das ideias de Peirce.

Figura 24 - Síntese sobre o conceito e tipos de signos segundo Pierce



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 25 - Síntese sobre o conceito e tipos de interpretantes segundo Pierce



Fonte: Elaborada pelo autor

As propostas de Peirce estão entre as mais difundidas no campo da semiótica e, por si sós, oferecem um caminho sólido para a compreensão e análise de imagens como portadoras de significado. No entanto, para complementar esse referencial, trago também algumas ideias de Umberto Eco que, em certos aspectos, confrontam as de Peirce, mas que aqui serão utilizadas de modo complementar.

Em seu texto "Tratado Geral de Semiótica", Umberto Eco (1997) desenvolve sua teoria ao dialogar com a perspectiva de diversos teóricos. Dentre suas proposições, destaco – considerando os objetivos deste texto – aquelas que inserem o signo dentro de um código e o associam aos processos comunicativos.

Quanto à definição de signo, o autor o caracteriza como "tudo quanto, com base em uma convenção social previamente aceita, possa ser entendido como algo que está no lugar de outra coisa" (Eco, 1997, p. 11, grifo do autor). Esta relação de referência – em que algo representa outra coisa – ocorre pela convenção que associa elementos de um plano de expressão a elementos de um plano de conteúdo dentro de um código. Por sua vez, o código é um sistema de significação que fornece as regras para a geração de signos e para as suas associações[38]. Nas palavras do autor:

> UM SIGNO NÃO É UMA ENTIDADE SEMIÓTICA FIXA, mas antes o local de encontro de elementos mutuamente independentes, oriundos de dois sistemas diferentes e associados por uma correlação codificante.
> Uma função sígnica se realiza quando dois funtivos (expressão e conteúdo) entram em mútua correlação: mas o mesmo funtivo pode também entrar em correlação com outros elementos, tornando-se assim um funtivo diferente que dá origem a uma outra função sígnica.
> Assim, os signos são o resultado provisório de regras de codificação que estabelecem correlações transitórias em que cada elemento e, por assim dizer, autorizado a associar-se com um outro elemento e a for mar um signo somente em certas circunstâncias previstas pelo código (Eco,1997, p. 40, destaque do autor).

De acordo com essas ideias, um processo comunicativo se configura como um processo de significação quando há uma necessária ação interpretativa por parte de um destinatário sobre um sinal emitido. Uma vez que esse sinal é relacionado a um significado, ele deixa de ser um simples estímulo e se torna um signo[39]. Com isso o autor destaca que *"todo processo de comunicação entre seres humanos* – ou entre quaisquer outros tipos de aparelhos "inteligentes", tanto mecânicos quanto biológicos - *pressupõe um sistema de significação como condição necessária"*[40] (Eco, 1997, p. 11, grifo do autor).

Para exemplificar os pressupostos acima, destaco os exemplos que o autor apresenta para discutir signos de origem "natural":

> O primeiro médico a descobrir uma relação constante entre uma série de manchas vermelhas no rosto e o sarampo fez uma inferência; mas apenas essa relação se convencionalizou e foi registrada nos tratados de medicina, ocorreu uma

[38] Aqui se nota uma relação entre a ideia de código de Eco (1997) com a de Braga (2010), onde ambos o entendem como princípios reguladores que guiam e delimitam o processo referencial.

[39] Aqui Eco trabalha com a ideia de comunicação enquanto passagem de sinal entre fonte e destinatário, incluindo que ela possa ocorrer entre máquinas ou que um sinal possa ser um simples estímulo e, dessas formas, não ocorreria um processo interpretativo de significações, apenas passagem de informação e o sinal seria apenas um estímulo e não um signo (Eco, 1997).

[40] Nota-se aqui que ao tratar dos signos como algo sempre convencional em um sistema de códigos, Eco confronta a ideia da existência se ícones, afinal, até a relação por semelhança estaria dentro de processos convencionais. De qualquer modo Eco afirma que, mais interessante que discutir tipologia dos signos é compreender os modos de produção das funções sígnicas (Eco, 1997). Mas, novamente, o foco não é o confronto entre os teóricos, mas sim a complementariedade para o entendimento da mensagem pela imagem por sua ação referencial.

> CONVENÇÃO SEMIÓTICA1S. Há, pois, signo toda vez que um grupo humano decide usar algo como veículo de outra coisa.
>
> Eis como até eventos provenientes de uma FONTE NATURAL podem ser entendidos como signos: de fato, existe uma convenção que estabelece uma correlação codificada entre uma expressão (o evento percebido) e um conteúdo (a sua causa ou o seu efeito possível). Um evento pode ser o significante de sua própria causa ou efeito, desde que estes não sejam de fato perceptíveis. A fumaça não funciona como signo para o fogo se o fogo for percebido juntamente com ela; mas ela pode ser significante de um fogo não-perceptível,
> desde que uma regra socializada tenha necessária e comumente associado a fumaça ao fogo (Eco, 1997, p.12).

O que se pretende extrair dessas ideias de Eco é a sua relação com a comunicação, uma vez que esta explicita o processo comunicacional na relação entre os códigos do emissor e do receptor. Esse entendimento impacta diretamente os campos científico e artístico, já que ambos são atividades produtoras de códigos e, consequentemente, de signos e significados. Afinal, como aponta Eco (1993, p. 257): "A semiose é o processo pelo qual indivíduos empíricos comunicam, e os processos de comunicação são tornados possíveis pelos sistemas de significações".

A partir dos aportes semióticos discutidos, é possível destacar as seguintes considerações para o estudo das imagens:

- A Semiótica permite compreender as imagens como portadoras de significado, uma vez que fazem referência a algo externo a si mesmas – razão pela qual são consideradas signos.

- Todo signo é autónomo e constrói-se a partir de características que conferem a sua identidade e o seu potencial sígnico; assim, não depende da existência de um intérprete específico para possuir uma significação.

- Diferentes tipos de signo podem conduzir a diferentes amplitudes nos seus campos de relação.

- Existem diversos tipos de signo e modos de interpretação, os quais se interpenetram. O processo de interpretação, ainda que guiado pelas componentes objetivas do signo, é sempre mediado pela subjetividade do intérprete.

- As possibilidades interpretativas de um signo podem ser compreendidas dentro de códigos, que são sistemas de significação. Tais códigos são constituídos por conteúdos socioculturais e históricos.

- Um mesmo signo pode estabelecer relações com diferentes objetos.

- Os signos – e, por consequência, as imagens –, enquanto agentes de mediação e referência, passam por processos interpretativos dentro de sistemas de significação, o que os torna elementos comunicativos.

- Os signos, enquanto elementos comunicativos, desenvolvem-se no processo da semiose a partir da relação entre os códigos do emissor e do receptor.

Por fim, a interpretação sígnica ocorre a partir do reconhecimento dos elementos do signo, seguido pela identificação das suas referências e, então, pelo estabelecimento das suas relações. É crucial lembrar que todo esse processo analítico é sempre dependente de contextos – tanto o contexto de produção do signo quanto o da sua recepção. Dessa forma, chega-se à terceira faceta para a compreensão da imagem como mensagem: a sua associação ao contexto, tal como será discutido no próximo tópico

8.1.3 A imagem e seus contextos

O termo "contexto" foi utilizado diversas vezes ao longo deste texto, partindo do pressuposto de que há um compartilhamento de códigos entre autor e leitores que permite seu entendimento. No entanto, reconheço a importância de propor uma conceituação mais precisa para "contexto", alinhada à discussão desenvolvida até aqui.

Para tanto, proponho um retorno analítico à Figura 21 (imagem da obra "Okê Oxóssi"). A partir dela já foi discutida a importância do compartilhamento de um código – como os símbolos nacionais brasileiros e elementos de religiões de matriz africana – para sua compreensão. Contudo, a relação da obra com seus entornos é fundamental para uma leitura mais aprofundada. Considere os seguintes elementos contextuais:

- A obra localiza-se no Museu de Arte de São Paulo (MASP), o que a situa no campo da arte e sugere uma certa abertura de significados.
- O título "Okê Oxóssi" reforça a centralidade desses termos na construção da obra.

O fato de ter sido produzida por Abdias Nascimento em 1970, durante a ditadura militar brasileira, orienta a interpretação para uma leitura que evidencia suas simbologias de raiz africana e seu caráter de ativismo negro e político, confrontando as opressões vigentes à época (Preta, 2021).

Esse conjunto de informações extratextuais direciona a leitura da obra e auxilia até mesmo na identificação de seus elementos visuais. Por exemplo, a obra apresenta o desenho de uma seta – um signo que pode evocar inúmeros significados, inclusive o de uma placa de trânsito. No entanto, a compreensão do contexto indica claramente que a seta não está ali para referenciar um sistema de tráfego rodoviário. A mesma lógica analítica pode ser aplicada ao losango amarelo, ao círculo azul e às estrelas

Partindo dessa análise, compreende-se que, embora os elementos constitutivos de uma imagem carreguem significados intrínsecos, eles não são suficientes para a compreensão plena da mensagem. É preciso considerar fatores externos que circundam e permeiam não apenas as imagens, mas também seus produtores e intérpretes, os quais influenciam diretamente o processo de significação.

Assim, define-se **contexto** como o conjunto de elementos extratextuais que envolvem a imagem e orientam suas possibilidades de significado dentro de um sistema de referências. Tais elementos podem ser de **Ordem Imediata:** acessados no momento da interação (ex.: o local onde a imagem se encontra, seu título ou textos que a acompanham). **Ordem Mediata:** referentes ao entorno histórico e cultural e **Ordem Sociocognitiva:** relacionados às vivências, conhecimentos e repertórios individuais de cada sujeito.

Considerando que a imagem, enquanto mensagem, situa-se entre uma instância emissora e uma receptora, é crucial reconhecer que ambas possuem seus próprios conjuntos de elementos contextuais. Ou seja, coexistem o contexto de produção da imagem e o contexto de sua recepção. Ademais, é importante reforçar que os contextos são mutáveis, e qualquer modificação neles acarretará alterações no significado da mensagem (Burke, 2004; Koch, 2023).

8.1.4 A imagem enquanto mensagem: uma síntese

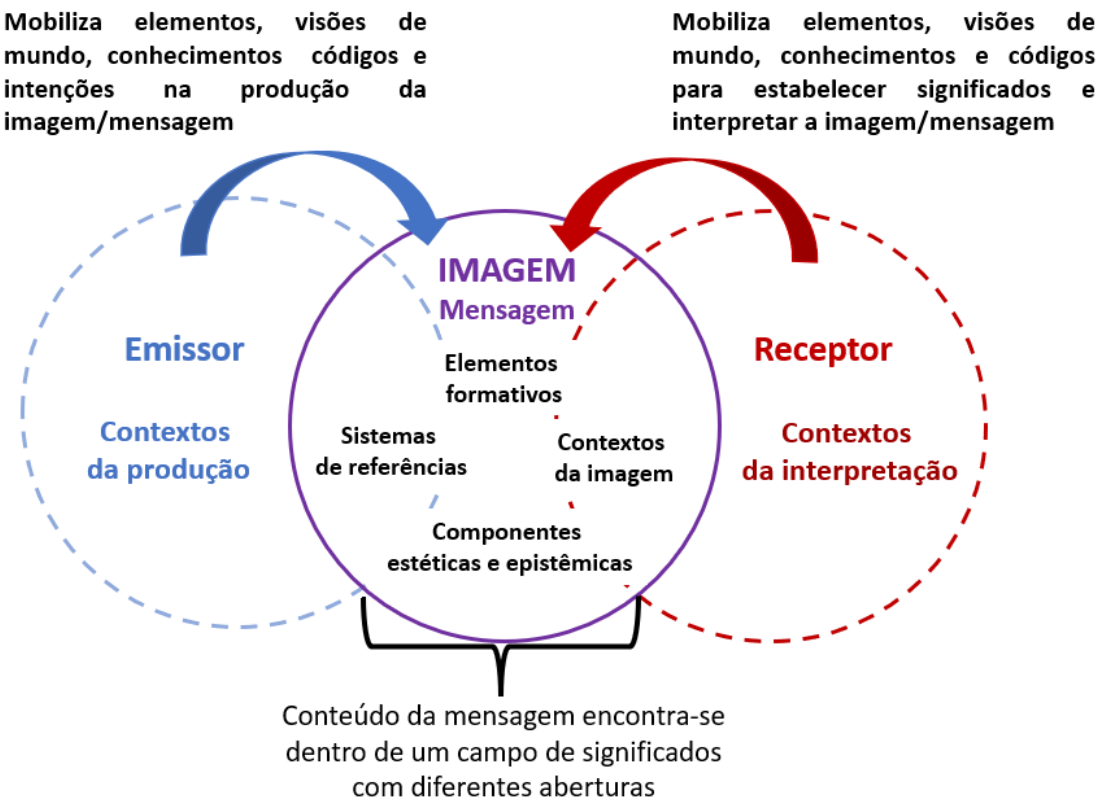
Retomando a proposta de conceituação de imagem, recordo que ela se estrutura em dois momentos. O primeiro é o de sua constituição, enquanto algo em si: a apresentação de uma porção de mundo a um sujeito por meio de um sistema de elementos plásticos e constitutivos. O segundo momento é aquele em que o sujeito procura estabelecer relações entre esses elementos e o seu próprio repertório, atribuindo-lhes referências e significados. Tal definição indica que a imagem é uma entidade autónoma, mas que pode referenciar elementos externos através de vários mecanismos, gerando um sistema de significação e sendo, portanto, compreendida como um signo.

Vale notar que este sistema de significação não requer, necessariamente, um emissor intencional. Por exemplo, ao notar uma nuvem escura no céu, um indivíduo pode associá-la à possibilidade de chuva. Nesse caso, houve a produção de sentido a partir de uma imagem, ainda que esta não tenha sido criada deliberadamente por um emissor.

Contudo, considerar a imagem como uma **mensagem** no âmbito de um processo comunicacional implica situá-la entre duas instâncias: a de um emissor que, intencionalmente, a cria para expressar determinado conteúdo, e a de um receptor que a interpreta, buscando extrair seus significados. Nesse processo ativo e intencional, é preciso levar em conta tanto os elementos internos (formativos) da imagem quanto os fatores externos (contextos) que a circundam, a fim de estabelecer os sistemas referenciais que permitirão a interpretação do seu conteúdo.

Toda mensagem situa-se em um **campo de possibilidades de significação**, que pode ser mais aberto ou mais restrito, dependendo da relação entre os códigos do emissor e do receptor, das intenções do emissor e dos elementos por ele conferidos à imagem produzida. A Figura 26 apresenta um esquema que sintetiza os pontos aqui discutidos.

Figura 26 - Esquema sobre a consideração da imagem enquanto mensagem



Fonte: Elaborado pelo Autor

Portanto, as significações de uma imagem situam-se numa rede de elementos inter-relacionados, que abrangem desde sua estrutura formal até influências do seu entorno direto, questões históricas, convenções socioculturais e as subjetividades do emissor e do receptor. É nessa trama de elementos formativos, relações referenciais e interpretação de significados que se inserem as componentes estéticas e epistêmicas da imagem.

A componente estética associa-se mais diretamente à imagem em sua composição formal, ou seja, aos elementos que são apreendidos pelas sensações e que tendem a evocar sentimentos e emoções. Já a componente epistêmica torna-se mais evidente em relações que consideram outros elementos (como os extratextuais) na construção de significados referentes a ideias, conceitos, informações sobre uma determinada situação, categorizações de objetos e elaborações simbólicas. Toda imagem é constituída por ambas as componentes, que se influenciam mutuamente; contudo, dependendo do contexto, uma delas pode sobressair-se.

Partindo de todas as considerações sobre a imagem, comunicação e os campos científico e artístico, retomo a questão geradora desta pesquisa: "como diferenciar uma imagem artística de uma científica?". Proponho, então, uma distinção com base nos processos comunicativos. A imagem científica é aquela estruturada para privilegiar uma mensagem objetiva, em um campo de possibilidades significativas mais estreito e controlado. Em contrapartida, as imagens artísticas proporcionam ao seu receptor um espectro mais amplo de significações.

Desse modo, ao criar uma imagem científica, um enunciador mobiliza estratégias para maximizar a interseção de entendimento com seu público, esperando que a mensagem seja compreendida de maneira similar por diferentes indivíduos. Por outro lado, o criador de uma imagem artística, ainda que a constitua com intenções específicas e utilize estratégias para orientar sua interpretação, reconhece que o significado será sempre estabelecido por um processo dialógico, dinâmico e aberto, na interação com a subjetividade de cada fruidor.

Cabe ressaltar que, em ambos os casos, haverá algum grau de abertura interpretativa, o qual dependerá de fatores como os elementos estruturantes da imagem, os códigos partilhados entre enunciador e receptor e os contextos que permeiam o processo.

Com base na diferenciação apresentada, trago a seguir uma análise comparativa de imagens científicas e artísticas, com o objetivo de sustentar meus argumentos e evidenciar – por contraste – características que permitem uma melhor compreensão das imagens como veículos de discursos científicos e artísticos.

8.2 Análise de Imagens da ciência e imagens da arte

Acredito que este tópico tenha sido um dos mais desafiadores, afinal dentro da infinidade de opções de imagens existentes foi difícil decidir quais escolher para as discussões. Então, como maneira de tornar as análises mais fluídas e conectadas optei por criar três categorias mais abrangentes que contemplam tanto criações artísticas quanto científicas e que permitiam compreender os aspectos de figuração e abstração das imagens e suas relações com as experiências de realidades. Sendo assim, as três categorias propostas foram: “Imagens do real”, “imagens de realidades inventadas e modeladas” e “os elementos em si e as imagens do não real”.

8.2.1 Imagens do Real

A etimologia da palavra "imagem" – que remonta ao latim *imago*, significando "semelhança" – revela sua acepção mais clássica: a de **mimese**. Trata-se, portanto, da ideia de que a imagem é uma imitação direta da realidade.

Evidentemente, do ponto de vista filosófico, pode-se questionar o que constitui "o real". No entanto, é possível compreender o caráter mimético da imagem como aquele no qual ela expressa uma relação consideravelmente fidedigna com o aspecto do mundo que pretende representar. Desse modo, uma imagem mimética se constitui por formas reconhecíveis que permitem ao espectador identificar, de maneira mais direta, o objeto retratado. Imagens assim constituídas são denominadas **figurativas** – em oposição às imagens abstratas (discutidas posteriormente) (Carvalho; Mansano, 2020).

As Figuras 27, 28 e 29 são exemplos de imagens figurativas.

Figura 27 - Pintura "Orquídea e Beija-flor perto de uma cachoeira na montanha" de Martin Johnson Heade.



Fonte: Heade (1902)

Figura 28 – "Fotografia de Periquito-dourado solto alimentando-se de *Elaeis guineens*is descascando o fruto oleoso enquanto o segura com o pé"



Fonte: Vilarta *et al* (2024)

Figura 29 - Fotografia vencedora do 2º lugar da categoria "Câmeras fotográfica" do "Prêmio Fotografia-Ciência & Arte" do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológica do ano de 2023.



Fonte: Vilarta (2023)

A análise das Figuras 27, 28 e 29 permite a rápida identificação dos objetos representados: vegetação e pássaros. As imagens diferenciam-se pela técnica de produção (pintura e fotografia), mas todas são elaboradas com uma riqueza de elementos constitutivos que não apenas evidenciam seu caráter estético, como também conferem um elevado grau de semelhança com a porção do mundo que representam. Dessa forma, além de figurativas, podem ser consideradas realistas.

A figuração realista tende a conferir credibilidade e confiabilidade às imagens, o que explica sua ampla utilização como registro científico. Esse tipo de representação permite uma comunicação mais objetiva e assume um caráter "comprovativo" da realidade que pretende mostrar. Imagens realistas e detalhadas sempre estiveram presentes na história da ciência para comunicar ideias e caracterizar objetos de estudo. Exemplos notáveis incluem os desenhos das observações telescópicas da Lua feitas por Galileu, a pulga desenhada por Robert Hooke e publicada em sua obra *Micrographia*, as ilustrações da flora brasileira (Figura 12) e, por fim, toda a produção de fotografias científicas (Figura 11) (Benedicto, 2021). Inclusive, a fotografia rapidamente se tornou uma técnica amplamente explorada pela ciência devido à sua capacidade de capturar a realidade de maneira precisa.[41]. Como conta Tom Ang:

> Com o aperfeiçoamento de materiais fotográficos e técnicas mais simples graças às evoluções tecnológicas, os cientistas passaram a explorar mais o potencial da fotografia para criar registros visuais confiáveis de resultados de experimentos e

[41] A ideia de veracidade criada entre uma fotografia e o mundo retratado tornou-se tão difundida que se tornou comum dizer que uma imagem é realista quando esta se "parece com uma fotografia".

> captar expressões humanas fugidias. Qualquer coisa que antes requeria uma longa descrição por escrito podia então ser registrada em um segundo. Os fotógrafos também ampliaram seu campo de ação, revelando coisas até então inéditas, como raios invisíveis ao olho humano, e captando imagens de movi- mentos rápidos - tiques faciais, batidas de asas de pássaros a sequência do andadura de um cavalo (Ang, 2015, p. 76).

Muito antes da consolidação da ciência moderna e de sua apropriação das imagens figurativas, as manifestações artísticas de diversos séculos e culturas já se constituíam nesse tipo de representação, como exemplificado pelas Figuras 2, 3 e 4 (Farthing, 2011). Surge, então, a questão: como diferenciar imagens figurativas realistas científicas das artísticas, se ambas empregam estratégias compositivas e referenciais semelhantes?

Nesse caso, a resposta reside no **contexto**, sobretudo no local onde a imagem está inserida. Por exemplo, a Figura 27 encontra-se em um museu de arte, enquanto a Figura 28 ilustra um artigo científico sobre a ecologia alimentar de periquitos-dourados reintroduzidos em habitats florestais (Vilarta *et al*., 2024).

A Figura 27 está exposta no Museu Thyssen-Bornemisza, na Espanha. Em seu entorno, há outras obras do mesmo artista, assim como de outros artistas com temática semelhante (fauna e flora figurativas), além de uma placa informativa contendo apenas os seguintes dados:

- Martin Johnson Heade Lumberville, 1819-Saint Augustine, 1904
- Orquídea y colibrí cerca de una cascada
- Orchid and Hummingbird near a Mountain Waterfall
- 1902
- Óleo sobre lienzo
- Colección Carmen Thyssen Inv. CTB.1979.44

Embora a Figura 27 apresente um alto nível de detalhe e precisão na cena retratada, seu contexto direciona a experiência do observador para uma apreciação de caráter artístico. As informações fornecidas no museu, por exemplo, limitam-se ao título da obra, à técnica utilizada, ao autor e ao ano de criação. Evidentemente, esses dados permitem associar a obra ao estilo de Martin Johnson Heade e à sua trajetória artística, revelando que ele retratou diversas cenas da natureza com base em suas viagens, inclusive ao Brasil. No entanto, a obra em si não visa comunicar informações detalhadas ou classificações científicas sobre beija-flores e orquídeas. Mesmo com um título explícito, cada espectador pode focar no detalhe que preferir e construir interpretações alinhadas com suas próprias experiências e subjetividades.

Em contrapartida, o fato de a Figura 28 estar inserida em um artigo científico já indica que sua função é representar algo muito específico[42]. Para guiar o entendimento do espectador em relação aos seus aspectos específicos, a Figura 28 apresenta tanto uma legenda – "Periquito-

[42] Ressalto que esse indício de comportamento da imagem também está atrelado ao fato de que o espectador entenda as características do texto científico, o que faz parte do sistema de dispositivos e códigos da ciência.

dourado solto alimentando-se de *Elaeis guineensis*, descascando o fruto oleoso enquanto o segura com o pé" (tradução minha) – quanto um texto descritivo em seu entorno que justifica sua presença. Ou seja, a imagem não está no artigo apenas para fruição estética; ela contém elementos que indicam claramente o que deve ser observado em sua representação – neste caso, o comportamento alimentar da ave.

A presença de uma imagem em um contexto científico não implica a impossibilidade de uma experiência estética, uma vez que ela é dotada de características perceptivas que podem conduzir o observador a relações que vão além daquelas explicitadas no artigo. No entanto, qualquer pessoa que se depare com essa imagem nesse artigo específico deverá ter uma compreensão semelhante do fenômeno retratado. Tanto que uma das estratégias compositivas da imagem foi destacar a ação de alimentação da ave, evitando a inserção de elementos distractores que pudessem desviar a leitura para outras interpretações.

A questão do contexto é tão crucial que uma mesma imagem pode ter seu campo interpretativo completamente alterado ao ser transferida de um ambiente científico para um artístico, como exemplificado pela Figura 29.

Observa-se que a Figura 29 é muito semelhante à Figura 28. Apesar de ter tido origem na pesquisa “Reintrodução de ararajubas no Parque do Utinga”, de Marcelo Rodrigues Vilarta, ela está agora inscrita em um concurso que busca realocar uma imagem relevante para uma pesquisa científica dentro de um campo artístico. Isso fica evidente no edital do concurso, que traz como critérios de avaliação pontos tradicionalmente associados à produção artística, como originalidade, criatividade, domínio técnico e estético, além de impacto visual por meio da sensibilização e da surpresa ao espectador.

> a) Impacto visual: capacidade de a imagem sensibilizar e surpreender o(a) espectador(a);
> b) Originalidade: habilidade criativa e capacidade de expressão independente como diferenciais, desde que alinhados com a temática do trabalho de pesquisa;
> c) Domínio da técnica e estética: requisitos técnicos (definição, contraste, brilho, saturação, iluminação, entre outros) e estéticos (equilíbrio, composição e enquadramento) utilizados no processo de captação da imagem;
> d) Relevância da imagem para a pesquisa: importância da imagem para a fundamentação do trabalho de pesquisa;
> e) Contribuição para a popularização e divulgação científica e tecnológica: potencial da imagem para aproximar o público da ciência e tecnologia; (Brasil, 2024).

Ao se deparar com a Figura 29 no site do concurso, o observador encontra apenas informações que remetem ao título da pesquisa em que a imagem foi gerada, ao autor e à sua classificação no certame. Ou seja, diferentemente da Figura 28 – que incorpora elementos para guiar a interpretação para o comportamento alimentar da ave –, a Figura 29 apresenta um repertório de percepções, leituras e, consequentemente, de possibilidades significativas ampliado.

A imagem no contexto do concurso exibe mais detalhes do entorno vegetal, o que oferece maior abertura à experiência subjetiva do espectador. Este pode, assim, atentar-se às cores, aos

contrastes, à relação entre a ave e o ambiente, à composição da cena, entre outros aspectos, e não apenas ao fato da alimentação.

Embora as imagens figurativas permitam associações diretas com o que representam, elas não precisam ser necessariamente realistas, podendo também ser estilizadas. A estilização pode ser compreendida como a modificação ou a inserção de elementos que alteram intencionalmente a estética original da imagem.

O ato de estilizar permite ao criador conferir maior subjetividade à imagem, aproximando-a de um discurso artístico. Mesmo quando estilizadas, porém, as imagens podem manter seus objetos de referência facilmente identificáveis, como demonstra a Figura 30.

Figura 30 - Pintura Wazaká-Árvora da Vida de Carmézia Emiliano, 2022



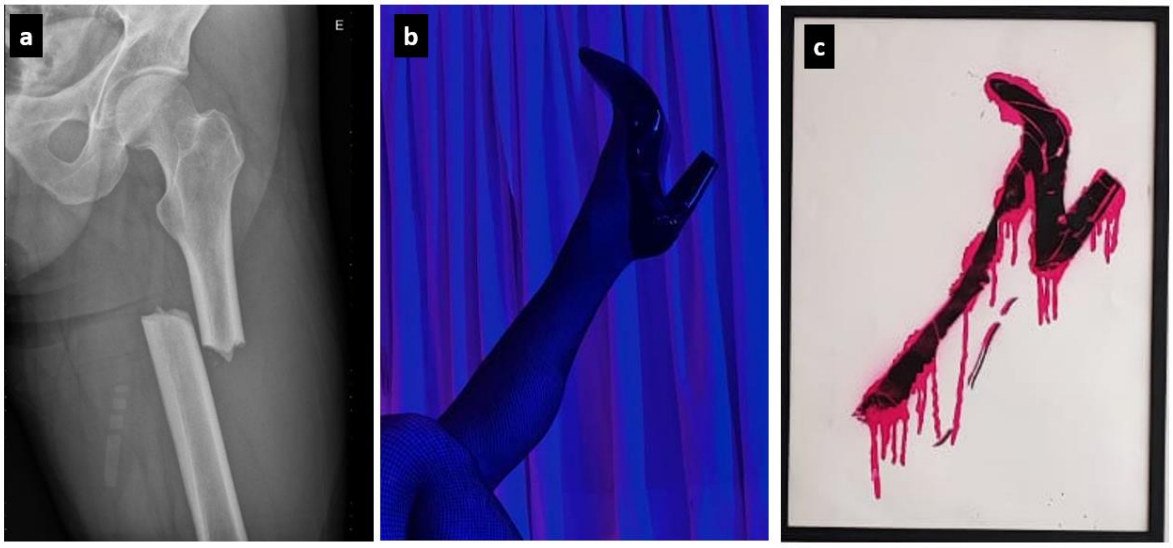
Fonte: Emiliano (2022)

A análise da Figura 30 permite identificar diversos elementos visuais em uma composição complexa que, embora não seja realista, mantém a recognibilidade de praticamente todos os seus componentes. A árvore, as figuras humanas, as folhas, os frutos e os animais, ainda que passíveis de identificação imediata, são apresentados com as caracterizações estilísticas

próprias da artista indígena brasileira Carmézia Emiliano. Por meio das singularidades de sua composição, Carmézia narra suas trajetórias, memórias e percepções de mundo (Nacca, 2023).

Para complementar a discussão, convém examinar como as escolhas compositivas na produção de imagens de um mesmo objeto podem orientar seus modos de referência e, consequentemente, sua interpretação como discurso artístico ou científico. Para tanto, apresenta-se uma análise comparativa de três imagens, reunidas na Figura 31.

Figura 31 - Radiografia (a), fotografia (b) e pintura (c) de uma mesma perna



Fonte: Elaborado pelo autor

As três imagens apresentadas na Figura 31 são figurativas. A radiografia e a fotografia caracterizam-se como realistas, enquanto a pintura é estilizada. O aspecto notável é que todas possuem como objeto referencial a mesma perna[43], mas cada uma o expressa por meio de linguagens e modos de referência distintos.

A imagem (b) é a fotografia que apresenta diretamente a realidade do objeto perna -claro que esta fotografia poderia ser vista artisticamente permitindo a criação de narrativas e diversas interpretações, mas para esta discussão ela apenas apresenta uma determinada perna existente no mundo.

A imagem em (c) apresenta estilização da fotografia, produzida por mim, onde a perna retratada teve sua forma simplificada, destituída de seus entornos originais e acrescida de outros elementos (algumas linhas e a tinta rosa escorrendo). Realizei tal processo com determinadas intenções que partiram de ideias, vivências e códigos que construí enquanto indivíduo. Mais ainda, a reconfiguração da foto original também teve o propósito de permitir que novas percepções e relações (em comparação com (b)) possam ser criadas por um espectador. Com

[43] Afirmo isso pois se trata da perna de um amigo meu.

isso, estilização permitiu um acréscimo de significados, inclusive no campo simbólico. Desse modo, a abertura dessa obra faz com que seu discurso se identifique com o artístico.

A imagem em (a) é uma radiografia da perna em (b), ou seja, mesmo objeto mas visto por outra técnica. Neste caso a mudança de técnica não configura uma estilização, mas sim um novo ponto de vista do mesmo objeto, mais especificamente a vista da estrutura óssea dessa perna para uma análise médica. Sendo assim, o intuito desta imagem é mostrar objetivamente uma fratura no fêmur através de uma relação sígnica indexical com o objeto radiografado. O importante desta imagem, dentro do contexto da medicina, é que qualquer pessoa que compartilhe dos códigos da ortopedia consiga tanto identificar que se trata de uma radiografia de um fêmur, quanto diagnosticar o ocorrido, não havendo, neste contexto, muito espaço para aberturas interpretativas nem exploração de outras relações como em (c). Assim, essa imagem expressa seu conteúdo dentro dos preceitos do discurso científico.

Amplitude de relações sígnicas não são exclusividade das formas estilizadas, imagens realistas também podem s encontrar imersas um amplo rol de relações simbólicas também, como ilustrado pela Figura 32

Figura 32 - Obra *Vanitas-Stillleben* (Natureza morta -*vanitas*) de Pieter Claesz, 1656



Fonte: Claesz (1656)

A obra retratada na Figura 32 é um exemplo do gênero *vanitas*, termo que designa naturezas-mortas com significados morais e filosóficos, cujas composições criticam a vaidade e aludem à efemeridade e à insignificância da vida terrena (Cruz, 2015; Ribeiro, 2018). Tais obras constroem seus significados por meio de relações simbólicas entre seus elementos. Portanto, embora o realismo da obra permita a clara identificação dos objetos retratados, estes representam ideias e valores que transcendem sua forma concreta. A partir dessa premissa, é

possível identificar os elementos figurativos da Figura 32 e compreender suas relações simbólicas no contexto de uma *vanitas*.

Por meio da análise da obra, observa-se que:

- A vela apagada e a fumaça simbolizam uma vida que se extinguiu, cujo espírito se desprendeu do corpo.
- A ampulheta e o relógio de bolso aberto, adornado com corrente dourada, remetem tanto à passagem do tempo quanto à futilidade da riqueza material.
- Os livros, a pena e o tinteiro associam-se ao conhecimento humano, questionando sua permanência.
- A garrafa de vidro tombada simboliza a fragilidade da vida e dos prazeres terrenos.
- O crânio e o osso constituem, talvez, a relação simbólica mais universal sobre a finitude da vida e a inevitabilidade da morte.

O conjunto desses elementos – tanto nesta obra quanto em outras *vanitas* – também representa as transformações sociais, políticas, religiosas, culturais e econômicas em curso no norte da Europa entre os séculos XVI e XVII (Ribeiro, 2018).

É importante ressaltar que as associações propostas derivam de um código específico, estruturado no campo da história da arte, cujo conhecimento é adquirido por meio de estudo. Um espectador que não compartilhe desse código poderá estabelecer outras relações, inclusive limitando-se ao reconhecimento icônico dos objetos. Ademais, mesmo um espectador familiarizado com o contexto da *vanitas* pode imprimir suas subjetividades, propondo narrativas alternativas para a cena observada.

Ao comparar a Figura 32 com a Figura 31(a), identifica-se novamente a influência do contexto no comportamento sígnico. Enquanto o osso na obra de arte estabelece relações que transcendem a iconicidade, na radiografia ele precisou representar de forma precisa e indexical um osso fraturado – mais especificamente, o fêmur esquerdo de um indivíduo em particular (meu amigo).

Aprofundando a discussão sobre as imagens ósseas, é relevante examinar outros aspectos do fazer científico e de seu discurso imagético. Se, por um lado, a Figura 31(a) referencia um objeto singular, é crucial lembrar que a ciência busca produzir conhecimentos que permitam identificar regularidades, padrões, generalizações e consensos sobre o mundo estudado. Por exemplo:

- A lei da gravitação universal de Newton, que descreve a atração mútua entre quaisquer dois corpos com massa, aplica-se a qualquer situação, na Terra ou no espaço (e por isso é chamada de universal”);
- Diferentes plantas são agrupadas como briófitas por compartilharem determinadas características morfológicas e funcionais;

- Os elementos químicos são organizados na tabela periódica de acordo com princípios reguladores, como o número atômico e a configuração eletrônica;
- Uma determinada cor é definida por seu comprimento de onda, e não por experiências sensoriais individuais.

Um *modus operandi* semelhante é aplicado ao estudo do corpo humano. Apesar de uma população global de mais de 8 bilhões de indivíduos, cada um com suas singularidades, o discurso anatômico parte de generalizações que levaram à criação de um sistema de referência normativo. Isto é, estabelece-se um discurso que define "o corpo humano padrão" como aquele constituído por determinadas características, e qualquer desvio em relação a esse modelo é considerado uma variação ou anomalia.

Esse discurso científico normativo também se expressa na comunicação por imagens, como demonstra a Figura 33, que retrata um esqueleto humano extraído de um livro de anatomia.

Figura 33 - Imagem de esqueleto humano retirado de livro de anatomia

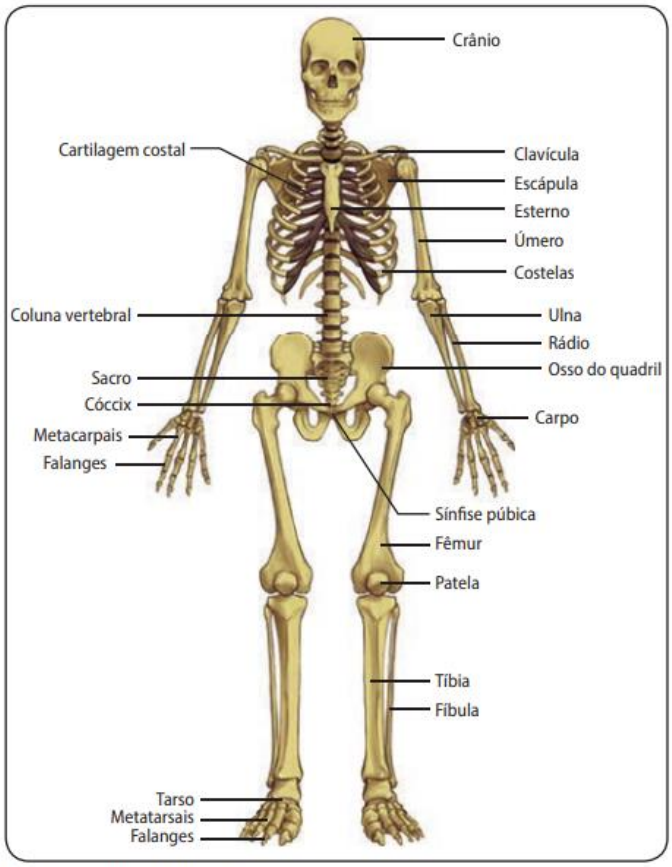


Figura 2.1 - Esqueleto humano

Fonte: Duarte (2014, p. 32)

Embora tenha sido explicitado que a Figura 33 foi extraída de um livro de anatomia, é importante destacar como outros elementos presentes reforçam seu caráter científico. A legenda, por exemplo, especifica que a imagem representa um esqueleto humano – e não outra

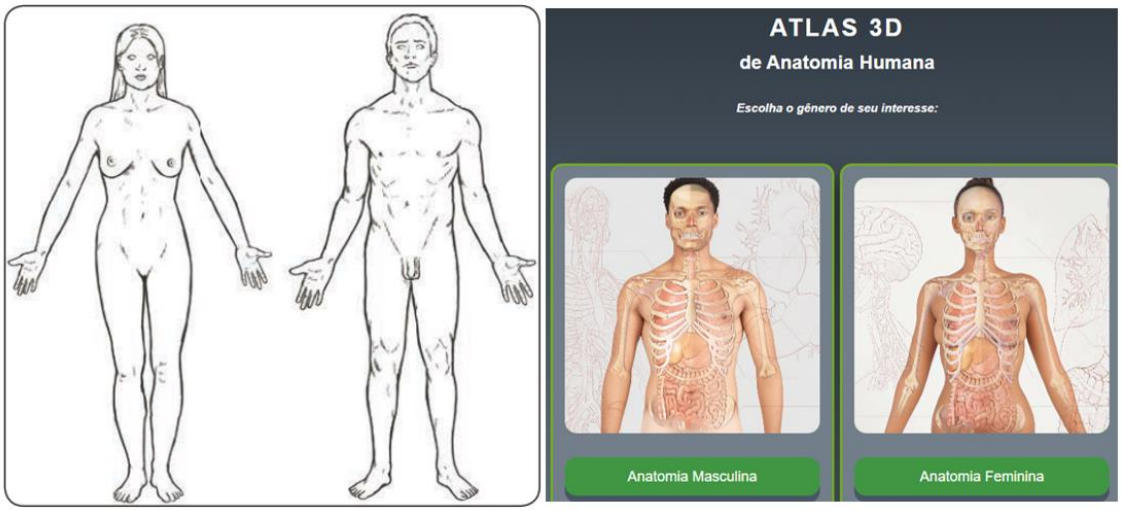
coisa, como a efemeridade da vida –, restringindo assim o campo de interpretações. Além disso, os nomes atribuídos a cada estrutura óssea fornecem o código necessário para a referência científica adequada aos ossos humanos.

Em termos de normatização, observa-se que o esqueleto ilustrado é uma representação de características generalizadas do que se considera a estrutura óssea humana padrão, e não a de um indivíduo específico (eu mesmo apresento desvios em relação a esse modelo). No entanto, são essas generalizações que permitem, por exemplo, identificar que a radiografia da Figura 31(a) provavelmente retrata um fêmur.

Por um lado, as generalizações científicas contribuem para a objetividade e a universalização do discurso. Dessa forma, a presença de um crânio em um contexto científico provavelmente fará referência a um crânio como estrutura anatômica. Assim, as imagens científicas tendem a expressar o que é mais evidente em suas representações, razão pela qual são frequentemente acompanhadas de legendas, a fim de garantir essa clareza.

Por outro lado, embora o discurso científico tenda à objetividade e a uma aparente neutralidade, ele pode carregar significados implícitos em suas imagens, os quais são capazes de culminar em atos opressivos, conforme exemplificado na Figura 34.

Figura 34 - Referência ao corpo humano pela distinção de gênero



Fonte: Duarte (2014, p. 17) e Atlas de anatomia da Faculdade e Medicina da UFMG ([20--])

As imagens apresentadas na Figura 34 fazem, objetivamente, referência ao corpo humano e ao estudo de sua anatomia. No entanto, ao considerar que os tratados científicos tendem a expressar códigos e normatizações, é possível realizar uma leitura crítica dessas representações.

Em primeiro lugar, as imagens expressam um sistema binário de gênero, evidenciando características anatômicas consideradas masculinas e femininas – inclusive indicando o tipo de cabelo associado a cada gênero. Um segundo ponto diz respeito a questões raciais, uma vez que os corpos representados referem-se exclusivamente a pessoas brancas, tratadas como norma padrão.

O fato de essas imagens integrarem manuais educacionais indica que este é o sistema de referência – o código – a ser adotado ao se conceber o "corpo humano normal". Por mais preocupante que essa análise possa parecer, é preciso lembrar que a ciência é uma atividade com gênese na Europa colonialista, de modo que parte de seu discurso ancora-se em pensamentos coloniais. Apesar dos questionamentos e diálogos contemporâneos, a ciência ainda apresenta resistência em alterar seus códigos, conforme atestam livros didáticos de biologia atuais que persistem em apresentar o corpo humano como dotado de gênero, etnia, sexualidade e comportamentos específicos, isolando-o de contextos socioculturais e inviabilizando outras identidades (Silvério; Montokane, 2019; Amaral; Camel; Guerra, 2025).

A criação e divulgação de imagens que reproduzem ideais e modelos normativos não são exclusividade da ciência. Muitas obras artísticas ao longo da história cumpriram função semelhante. Nesse sentido, Amaral, Camel e Guerra (2025) discutem como obras artísticas europeias dos séculos XVI e XVII atuaram como veículo de disseminação do que seria a estrutura anatômica modelo – o corpo branco, masculino e europeu –, como exemplificado na obra *Lição de Anatomia do Dr. Tulp*, de Rembrandt.

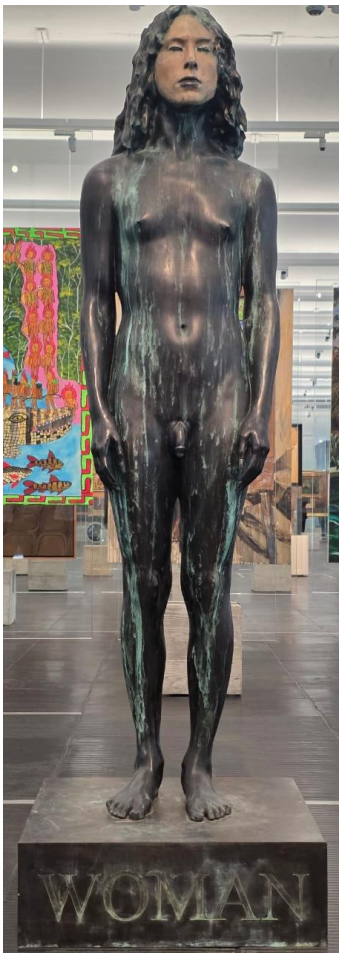
Outros exemplos da arte como sistema de manutenção de valores, ideais e códigos incluem: a arte barroca, veículo de divulgação do catolicismo durante a Contrarreforma. Obras do romantismo brasileiro, como *A Primeira Missa no Brasil*, de Victor Meirelles, que constrói uma narrativa idealizada de colonização pacífica, progressista e civilizatória. Representações que enaltecem figuras de poder e reforçam hierarquias sociais, como as Placas de Benim, a arte egípcia, retratos de Dom Pedro II e cenas do Brasil colonial. Imagens que prescrevem comportamentos e modos de vestir (Farthing, 2011; Lars, 2010; Rosa, 2016).

Não apenas as obras de arte em si sustentam códigos, mas também o sistema artístico como um todo. Um exemplo notório é o livro *A História da Arte*, de E. H. Gombrich. Publicada originalmente em 1950, a obra permanece uma referência fundamental para a arte ocidental; no entanto, em sua narrativa canônica, cita apenas uma artista mulher (Boone Costa, 2023). Um manual construído dessa forma propaga um sistema de referência no qual a ideia de "artista" é sistematicamente associada à figura masculina.

Foi em resposta a esse cenário que Katy Hessel publicou, em 2022, o livro *A História da Arte Sem Homens*, questionando o viés patriarcal que historicamente tem dirigido tanto a produção quanto a discussão artística. Em sua obra, Hessel apresenta e analisa uma multiplicidade de artistas e obras que colocam as mulheres no centro da criação artística.

Ao mesmo tempo em que as imagens podem ser utilizadas para manter um sistema de referência – em detrimento de outros –, elas também têm o poder de questionar, provocar e propor subversões e ampliações dos códigos vigentes, como demonstram as obras representadas nas Figuras 35 e 36.

Figura 35 – Fotografia da escultura de uma mulher trans da artista Puppies Puppies



Fonte: Puppies Puppies (2022)

O título traduzido da obra da Figura 35 é: “Uma escultura para mulheres trans. Uma escultura para femmes não-binaries. Uma escultura para pessoas dois-espíritosEu sou uma mulher. Eu não ligo para o que você pensa. (A transfobia está por toda parte e todo mundo está sujeito a reproduzi-la a qualquer momento) (Desaprenda a transfobia que se forma por dentro) Eu sou uma mulher trans. Eu sou uma pessoa dois-espíritos. por dentro) Eu sou uma mulher trans. Eu sou uma pessoa dois-espíritos. Eu sou uma mulher. Isso vai para minhas manas e irmãs em toda parte. Eu sou uma mulher. Isso vai para minhas manas e irmãs em toda parte. A história apagou muitas de nós, mas ainda estamos aqui. Eu lutarei por nossos direitos até o da minha morte. Me exile e eu continuarei lutando”.

Mais do que um título, o texto constitui uma denúncia, uma declaração de existência, resistência e luta que, por si só, confronta toda uma estrutura social regimentada. A própria imagem, no entanto, já apresenta uma composição intrinsecamente provocativa: ela exibe um corpo com pênis acompanhado da palavra “Woman” (mulher, em inglês), desestabilizando e subvertendo o código binário e normativo que sustenta a associação reducionista entre “pênis – homem” e “vagina – mulher”

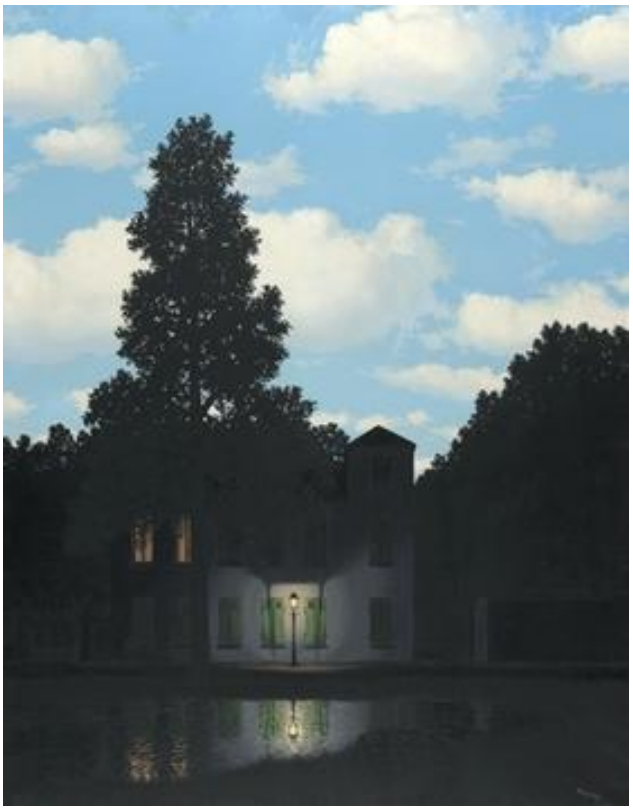
É interessante notar como a obra em questão questiona tanto os códigos da arte quanto os da ciência. O cânone clássico da arte ocidental não costuma incluir a representação de corpos transgêneros em suas produções, e o sistema de referência que associa gênero a genitália é, em grande parte, derivado do discurso biológico e médico.

Os códigos normativos encontram-se, por vezes, tão arraigados nas estruturas sociais que os indivíduos nem sequer percebem o grau de automaticidade com que suas interpretações são dirigidas. Como exemplo, cito o fato de as pernas representadas nas Figuras 31(b) e 31(c) serem geralmente associadas a uma perna feminina. Isso ocorre porque o código hegemônico da moda e vestimenta ensina que "salto alto → mulher". Contudo, a perna retratada pertence, na verdade, a uma pessoa que se identifica com o gênero masculino.

É justamente essa capacidade – especialmente presente nas imagens artísticas – de desafiar códigos vigentes, hegemônicos ou impostos que lhes confere um poder singular. Esse poder é tamanho que, historicamente, leva certos regimes a adotarem práticas de destruição, silenciamento ou invisibilização de tais obras, como ocorre em movimentos iconoclastas ou em regimes totalitários que praticam a censura.

Por fim, com base nas análises apresentadas, proponho o conceito de **"expectativa do código"** para designar o fenômeno em que a interpretação de uma parte da composição leva à elaboração de previsões sobre o comportamento do todo imagético. Em outras palavras, cria-se uma expectativa de leitura e interpretação da imagem completa a partir do código (ou códigos) acionado por um de seus elementos. Para ilustrar esse conceito, analisaremos a Figura 36.

Figura 36 - Obra “O império das luzes” de Rene Mgritte



Fonte: Magritte (1954)

A Figura 36 apresenta uma obra figurativa realista cuja experiência pode ser iniciada pela análise da cena: uma casa à beira do lago, cercada por vegetação. As tonalidades escuras, a presença de um poste de luz aceso e as luzes nas janelas mobilizam um código que sugere uma paisagem noturna. Esses elementos, que constituem apenas uma parte da imagem, criam a expectativa de uma cena que se desenrola após o pôr do sol.

Por outro lado, a análise da parte superior da obra revela um céu azul claro, o que conduz o fruidor a acessar um código diurno. A combinação desses elementos gera um conflito de expectativas, pois cada parte da composição aponta para referências temporais distintas. Essa contradição culmina em uma frustração das expectativas iniciais, produzindo uma sensação de estranhamento que se configura como um paradoxo visual: não se espera que um cenário com céu claro apresente uma paisagem tão escura e com iluminação artificial acesa.

Esse conflito e a consequente estranheza podem ser interpretados por alguns como um "problema", o que não é o caso. Pelo contrário, uma composição como esta convida o observador a expandir seus códigos e estabelecer novas relações sígnicas no processo de compreensão da mensagem. Tal processo amplia o escopo interpretativo, caracterizando-a como uma mensagem essencialmente artística.

Aplicando a mesma lógica analítica à Figura 28, observa-se que uma de suas partes – uma pata de pássaro segurando um fruto, com parte dele sendo conduzida ao bico – aciona imediatamente o código relacionado à alimentação. Ou seja, esse elemento específico leva o

receptor a esperar que a imagem como um todo faça referência ao comportamento alimentar da ave. Essa expectativa é confirmada pela legenda que acompanha a imagem no artigo científico: “Periquito-dourado solto alimentando-se de *Elaeis guineensis*, descascando o fruto oleoso enquanto o segura com o pé” (tradução minha de Vilarta *et al*., 2024). Diferentemente da Figura 36, a Figura 28 emprega elementos que reforçam e confirmam a expectativa criada, conferindo clareza e objetividade à mensagem – o que a caracteriza como uma comunicação de caráter científico.

Situação semelhante ocorre no exemplo que relatei anteriormente, em que algumas pessoas associam as pernas nas Figuras 31(b) e 31(c) a uma perna “feminina”, com base apenas na presença do salto alto.

Nesse sentido, as imagens artísticas, enquanto mensagens abertas, podem brincar com as expectativas geradas pelos códigos dos fruidores, provocando estranhamento e questionando convenções estabelecidas. Já as imagens científicas, por priorizarem a clareza, estruturam-se para confirmar e atender a essas expectativas, assegurando uma leitura de tendência mais consensual/unívoca

As imagens discutidas até aqui estabelecem uma conexão direta com o mundo real e experienciável. No entanto, as imagens possuem outra capacidade fundamental: a de dar forma ao que não necessariamente foi acessado diretamente pela experiência sensorial, como discutiremos a seguir

8.2.2 Imagens de realidades inventadas e modeladas

A Figura 36 pertence ao movimento surrealista, o qual procurou criar imagens que expressavam narrativas que transcendem a realidade vivenciada, principalmente aquelas associadas ao subconsciente humano. Dessa forma, a arte surrealista proporcionou um meio para corporificar o mundo das ideias, dos sonhos e da imaginação. Além de Magritte, pode-se citar Leonora Carrington e Remedios Varo, cujas obras criavam um mundo permeado de seres e narrativas fantásticas.

Na verdade, as imagens artísticas sempre foram um veículo para dar forma ao sobrenatural, ao fantástico e ao que habita o plano das ideias e da mente (ou seja, tudo aquilo que não é experienciado diretamente no mundo real), desde a representação de seres mitológicos e divindades em todas as culturas até os filmes de ficção científica da contemporaneidade.

A Figura 37 apresenta uma obra da artista Hulda Guzmán, cuja narrativa se estrutura em um realismo mágico, no qual o mundo real se amalgama ao imaginário. Isso ocorre por meio da representação de seres fantásticos e antropomorfizados que interagem com figuras humanas em um cenário bucólico. A partir dessa cena, as mais diversas histórias podem ser construídas pela mente do espectador.

Figura 37 - Obra “Manhã de Quarta Feira” de Hulda Guzmán



Fonte: Guzmán (2019) (Fotografia elaborada pelo autor)

A Figura 38, elaborada por Néstor Martín-Fernández de la Torre, representa um sátiro. Esta figura mitológica não só ilustra o imaginário fantástico, como também materializa a visão do artista, que procurou retratar criaturas com uma estética desvinculada dos códigos vigentes de normatização de gênero.

Figura 38 - Obra da série "sátiros" de Néstor Martín-Fernández de la Torre



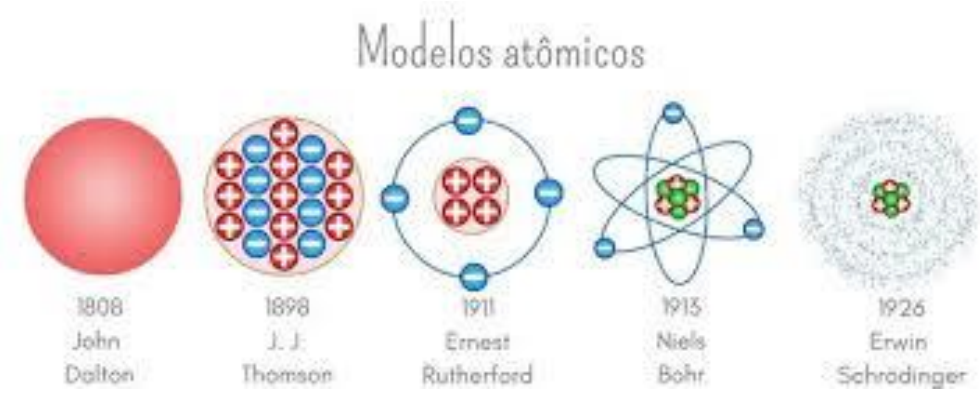
Fonte: Martín-Fernández de la Torre (1930)

Porém, a criação de formas não vivenciadas na realidade não é uma exclusividade das imagens artísticas. A ciência também cria imagens para corporificar ideias, conceitos ou processos. Tais representações são consideradas modelos científicos, os quais, segundo Ferreira e Justi (2008), podem ser entendidos como:

> [...] uma representação parcial de um objeto, evento, processo ou idéia, que é produzida com propósitos específicos como, por exemplo, facilitar a visualização; fundamentar elaboração e teste de novas idéias; e possibilitar a elaboração de explicações e previsões sobre comportamentos e propriedades do sistema modelado (Gilbert e Boulter, 1995). Assim, um modelo não é uma cópia da realidade, muito menos a verdade em si, mas uma forma de representá-la originada a partir de interpretações pessoais desta (Ferreira, Justi, 2008, p. 32).

Os modelos científicos não precisam ser necessariamente imagéticos, mas estes costumam ser os mais comuns devido ao seu poder de sintetizar diversas ideias em um único constructo. Um exemplo clássico de modelo científico imagético são os modelos atômicos, como o representado na Figura 39.

Figura 39 - Representação de alguns modelos atômicos imagéticos



Fonte: Lima (2026)

É importante notar que existem diferentes modelos para representar o átomo, os quais foram modificados ao longo dos anos para explicar os diversos dados empíricos obtidos em cada período histórico. O mais interessante é que, embora cada uma dessas imagens cumpra funções científicas específicas (incluindo finalidades didáticas), nenhuma delas representa a realidade de forma direta. Afinal, ninguém jamais acessou um átomo de modo sensível; tudo o que se tem sobre ele são ideias e interpretações matemáticas da realidade. No entanto, por meio dessas imagens, é possível dar corpo a certas ideias e, principalmente, comunicá-las entre as comunidades científica e estudantil.

Outro exemplo de imagem modeladora científica amplamente difundida é a representação da molécula de do Ácido Desoxirribonucleico - o DNA (Figura 40). A composição em espiral da molécula de DNA não apenas difunde ideias importantes da bioquímica, como também já se incorporou ao imaginário tanto científico quanto leigo. Essa assimilação foi tão profunda que se tornou comum associar figuras espiraladas ao conceito de DNA, a exemplo do ponto de macramê (Figura 41), conhecido como "ponto DNA".

Figura 40 - Um modelo imagético da molécula de DNA



Fonte: Santos (2026)

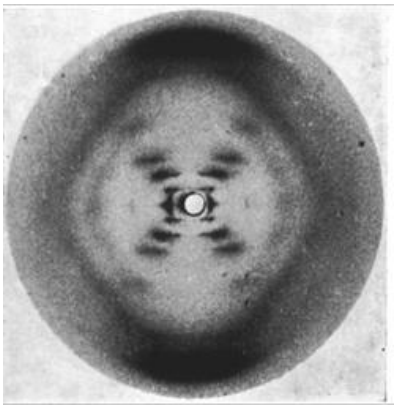
Figura 41 - Capa de um tutorial de nó espiralado de macramê e associado ao nome DNA



Fonte: Donage (2025) https://www.youtube.com/watch?v=gPlAwUiwBSQ Acesso em 16 out. 2025

Assim como o modelo atômico, a representação em dupla hélice do DNA não é uma imagem que traduz um acesso sensível à realidade, uma vez que essa molécula nunca foi observada diretamente. Novamente, o modelo foi concebido para explicar e comunicar determinados dados empíricos. Inclusive, neste caso, a imagem da dupla hélice foi proposta para interpretar outro tipo de imagem: um padrão de difração de raios X, obtido por Rosalind Franklin (Figura 42).

Figura 42 - Imagem do difratômetro de raio X do DNA, obtida por Rosalind Franklin, cuja intepretação levou a modelização da forma espiralada

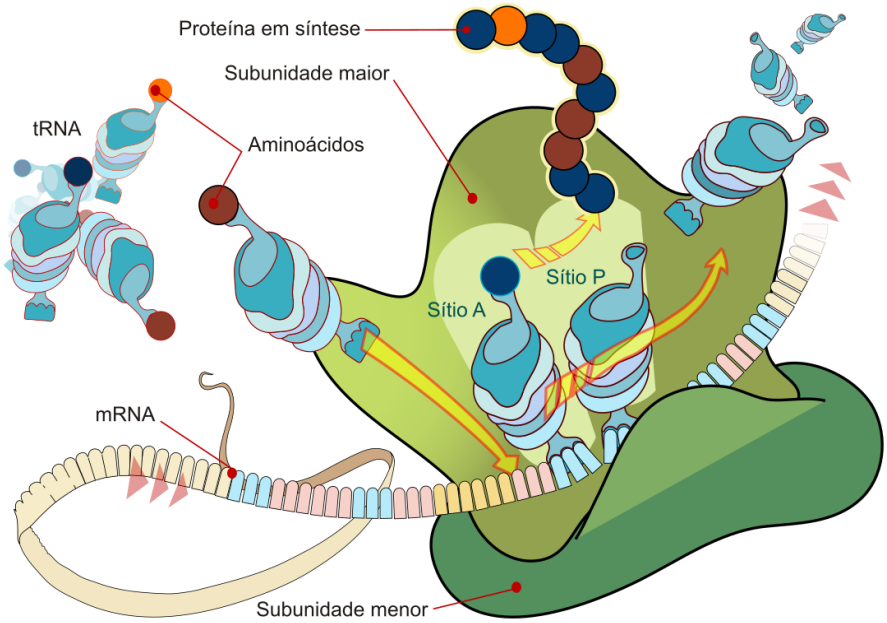


Fonte: Genera (2019)

Como mencionei, as Figuras 37 e 38 não apenas figuram cenas e seres fantásticos, como também contam histórias. Essas narrativas emergem do encontro entre a intenção do criador e as percepções do fruidor, culminando em uma ampla gama de possibilidades interpretativas. Porém, o caráter narrativo não é uma exclusividade artística. Imagens científicas também são frequentemente utilizadas para contar histórias, como ilustrado na Figura 43.

Um primeiro contato com a Figura 43 pode causar estranheza e sugerir a representação de uma figura fantástica, como um monstro extraterrestre saído do filme *A Bolha Assassina* (1988). Todavia, um olhar mais atento e familiarizado com os códigos da bioquímica permitirá ao espectador compreender que a imagem narra a história de um processo celular fundamental: a tradução genética[44]. A imagem da tradução mostra a sequência e direção de movimentos das peças envolvidas isso leva a formação da proteína em síntese, destacando o papel de cada uma das personagens no trajeto.

Figura 43 - Representação do processo de tradução do DNA para formação de proteínas



Fonte: Wikipédia (2026)

Dessa forma, as Figuras 37, 38 e 43 assemelham-se por seu caráter narrativo de realidades inventadas e modeladas. A diferença fundamental, porém, reside na interpretação. Ao deparar-se com as Figuras 37 e 38, mesmo que o espectador compartilhe dos códigos artísticos utilizados – como a identificação de um sátiro ou de personagens antropomorfizadas –, ele poderá criar a história que quiser, a qual poderá ou não convergir com as intenções dos artistas. Já o intérprete da Figura 43, uma vez iniciado nos códigos da bioquímica, deverá compreender o processo específico que está sendo narrado e comunicado visualmente, não

[44] E por curiosidade, esse processo de tradução ocorre através do chamado "código genético" que é um sistema de referenciação bioquímico, onde pedaços de proteínas conhecidos (por aminoácidos) possuem referentes específicos em pedaços do RNA.

havendo margem para múltiplas interpretações científicas (a menos, é claro, que o espectador não domine esse código específico e, assim, associe a imagem a significados diversos).

Portanto, tanto a ciência quanto a arte criam imagens para narrar, modelar e representar objetos inacessíveis à experiência sensível direta no mundo real, conseguindo, com isso, corporificar e comunicar ideias, pensamentos e interpretações de outras formas de imaginar e entender o mundo. A diferença, reitera-se, encontra-se no modo como essas narrativas são interpretadas: as artísticas abrem espaço para criadores e fruidores explorarem suas subjetividades, enquanto as científicas buscam o consenso entre seus enunciadores e leitores.

Ressalta-se, ainda, que a abertura ou o fechamento da narrativa visual está diretamente atrelado ao compartilhamento de códigos entre emissor e receptor, bem como ao contexto. No caso da Figura 43, além da imagem em si, há textos que a acompanham, reforçando tratar-se de um esquema de tradução gênica, e ela figura como ilustração em um site especializado no assunto. Ademais, as "realidades" inventadas pela ciência são sempre embasadas por um conjunto de leis, teorias, dados empíricos e discussões teóricas partilhadas por uma comunidade. Quanto menos informações adicionais acompanharem uma imagem, maiores serão as tentativas de interpretá-la livremente. Um fenômeno semelhante ocorre com as imagens artísticas: ainda que concebidas em um campo aberto de significações, as narrativas possíveis podem ser orientadas pelos próprios elementos visuais, por informações contextuais, como título[45], conhecimento do estilo do artista, sua inserção em uma série ou movimento artístico, entre outros.

Até aqui, foram discutidas imagens que, de algum modo, estabelecem uma relação com a realidade através da chamada composição figurativa, pois, mesmo em narrativas fantásticas e surrealistas, é possível reconhecer os elementos retratados, associando-os a objetos conhecidos. No entanto, também existem composições que não se caracterizam dessa maneira: as imagens abstratas, igualmente utilizadas tanto na ciência quanto na arte, como se discutirá a seguir.

8.2.3 Os elementos em si e as imagens do não real

Em oposição às figurativas, as imagens abstratas são aquelas cujos elementos constitutivos tendem a representar a si mesmos, sem a necessidade de se associarem a objetos identificáveis. A imagem abstrata dissolve seu compromisso com a mimese e com a aparência das coisas; ela não busca parecer com nada. Desse modo, as linhas são linhas e as cores são cores. Consequentemente, sua estrutura interna torna-se sua expressão máxima, conduzindo o fruidor a experienciar escalas, dimensões, movimentos e todas as possíveis relações harmônicas e dissonantes entre os elementos compositivos (Quadros 2, 3 e 4).

Esse descompromisso com o identificável permite que as imagens abstratas percorram outros caminhos significativos, estabelecendo relações de referência com objetos menos tangíveis, como emoções, sentimentos, ideias e conceitos. É por meio dessas possibilidades

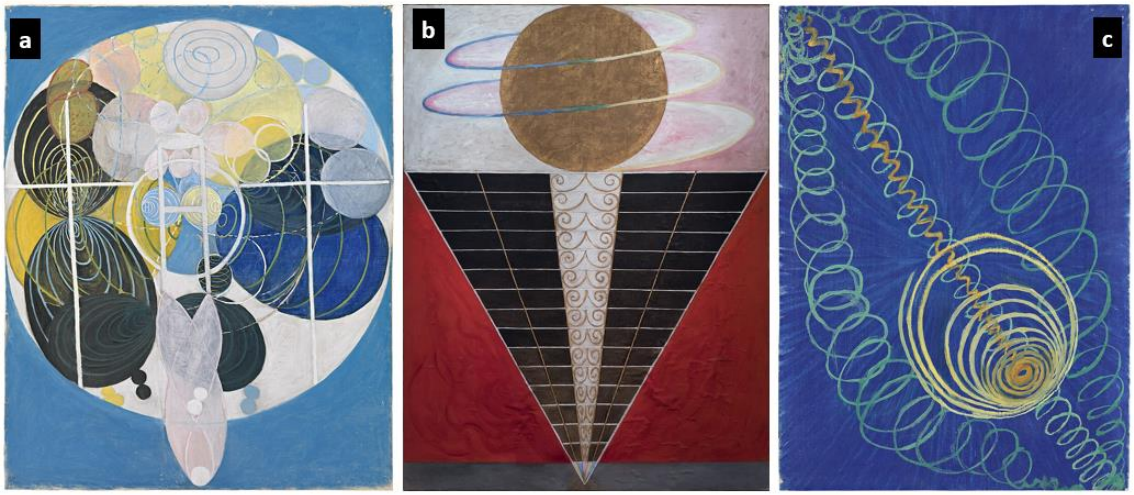
[45] Por exemplo, o fruidor da Figura 37 ao se deparar com o título “Manhã de quarta Feira” e com os elementos visuais que dão indícios de uma cena diurna m um cenário bucólico dificilmente iria criar uma narrativa sobre uma noite de sábado em uma fábrica abandonada.

referenciais que se constituiu o campo de criação da arte abstrata, que, nas palavras de Fortuna (2006):

> [...] constitui-se de uma forma/imagem sustentada em um suporte, ocupando um lugar no espaço, em si mesma contendo tempo, ritmo e movimento. Não se pretende reconhecer, tão pouco ser reconhecida; identificar, tão pouco ser identificada; apreender a vida, tão pouco ser apreendida pelo senso objetivo, cognitivo, lingüístico comum. Portanto, arte completamente liberta do referencial exterior. O referente são os próprios elementos da obra, por isto ser a auto-referência e a presentidade, seus principais paradigmas. Os traços, as linhas, os pontos e as cores, não nos remetem a nada conhecido, portanto, não têm passado, nem futuro, somente presente: o aqui e agora da arte abstrata. Não há mímesis, porque não há nada a imitar, nada a re-cuperar, nada a re-presentar, a não ser a obra mesma, por isto afirmar-se que o abstracionismo dispensou a re-presentação do figurativismo, para ficar com a presentação da matéria (Frtuna, 2006, p. 5)

Exemplos de obras abstratas podem ser encontradas nas pinturas da artista Hilma af Klint (Figura 44).

Figura 44 - Obras das artista Hilma af Klint.



Fonte: Klint (1907, 1915, 1906-1907) https://pt.wikipedia.org/wiki/Hilma_af_Klint. Acesso em 15 out. 2025

Observe como as obras de Hilda convidam o espectador a não buscar referências da materialidade, mas sim a sentir as tensões, os movimentos, as geometrias, o caos, o equilíbrio e o fluxo inerentes às coisas, por meio de cada elemento utilizado em suas composições.

No campo artístico, as obras de Kandinsky, Malevich e Mondrian costumam ser apontadas como exemplos "clássicos" da arte abstrata. Há, inclusive, discussões no cânone ocidental para identificar quem teria sido o primeiro artista abstrato. No entanto, a abstração não é uma invenção do modernismo europeu. Como relata Gompertz (2025, p. 246), a arte abstrata "remonta aos povos antigos da África, da Austrália e das ilhas do Pacífico Sul. Imagens construídas com marcas e símbolos geométricos são tão antigas quanto a própria arte". A Figura

45 ilustra uma cerâmica Tupinambá na qual é possível observar diversas linhas e estruturas geométricas totalmente desprovidas de elementos figurativos.

Figura 45 – Uma cerâmica Tupinambá adornada de elementos geométricos abstratos

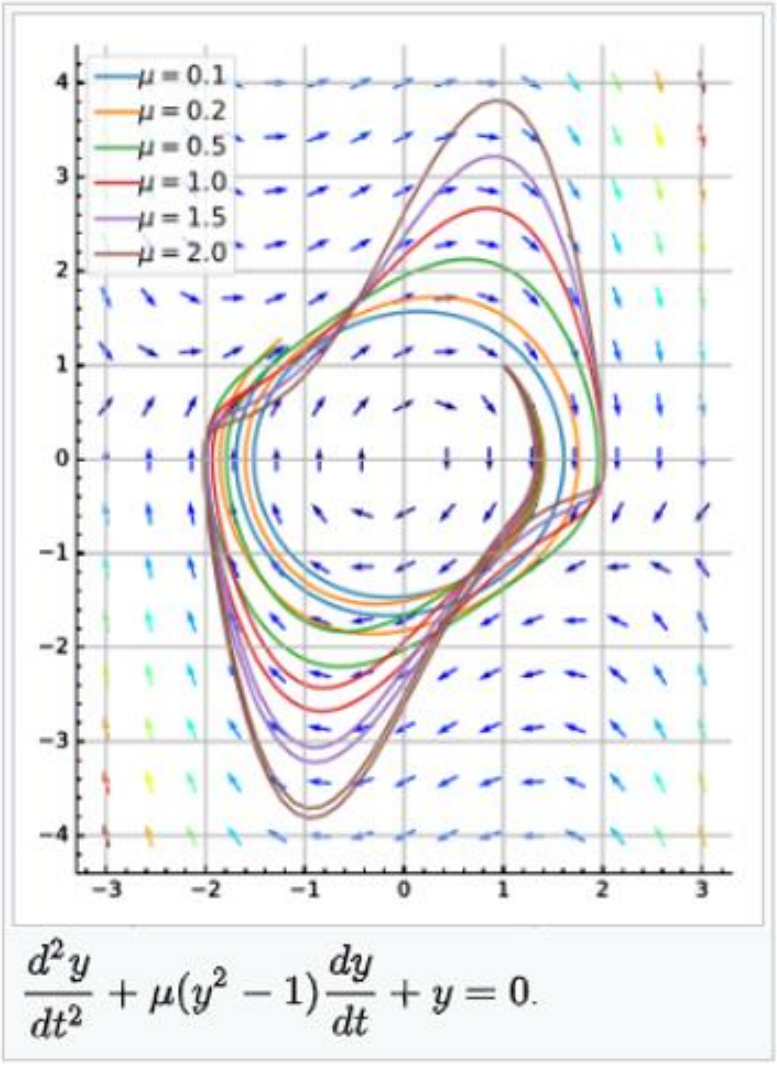


Fonte: Povo Tupinambá, [séc. XV-XVII]

Seja para expressar emoções e sentimentos complexos, seja para servir como adorno estético pela expressividade do elemento visual em si, a abstração tende a potencializar a abertura semântica da imagem, assim como seu caráter simbólico — como o uso de cores para referenciar certas emoções. Essa característica faz com que esse tipo de imagem seja geralmente classificado como arte, mas a ciência também se utiliza de produções abstratas em suas comunicações.

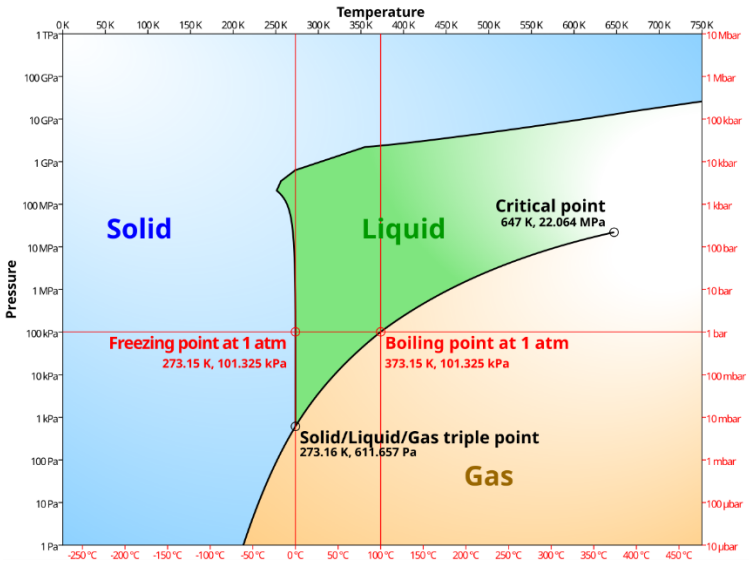
As Figuras 46, 47 e 48 são gráficos científicos que expressam a relação entre diferentes grandezas, sejam de funções matemáticas ou de medidas empíricas. Todos são constituídos por elementos visuais que representam a si mesmos — as linhas são linhas, as figuras são figuras, as cores são cores — e não algum objeto tangível. Evidentemente, em um segundo momento, esses elementos adquirem um significado simbólico para o contexto em que se encontram: podem indicar a relação métrica entre partes anatômicas de aves, representar um comportamento físico-químico de substâncias ou expressar o comportamento de sistemas dinâmicos regidos por funções matemáticas.

Figura 46 - Gráfico adquirido pela função matemática de van der Pol's para representar o comportamento de sistemas dinâmicos



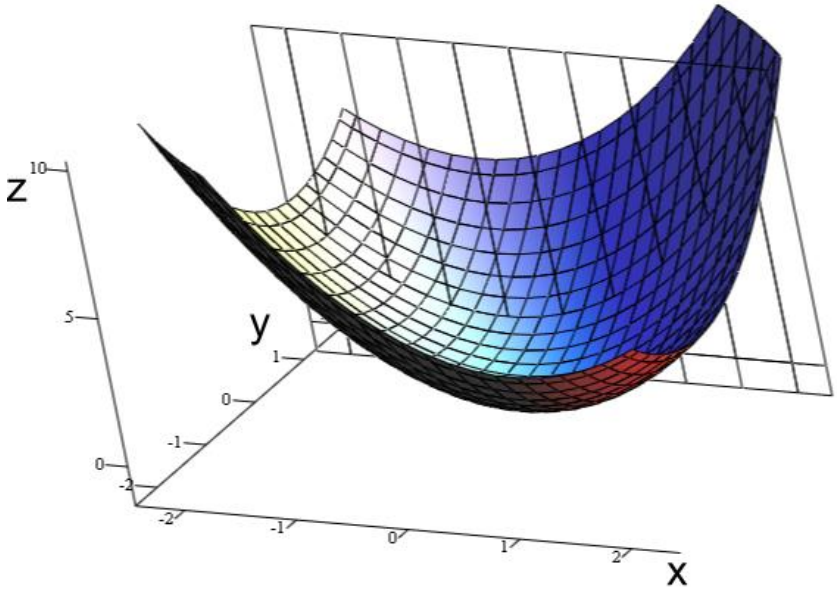
Fonte: Wikipédia (2010)

Figura 47 - Diagrama de fases que representa os estados físicos da água em diferentes condições de temperatura e pressão



Fonte:Wikipédia [20--]

Figura 48 - Exemplo de um gráfico que relaciona grandezas em uma função matemática em 3 dimensões.



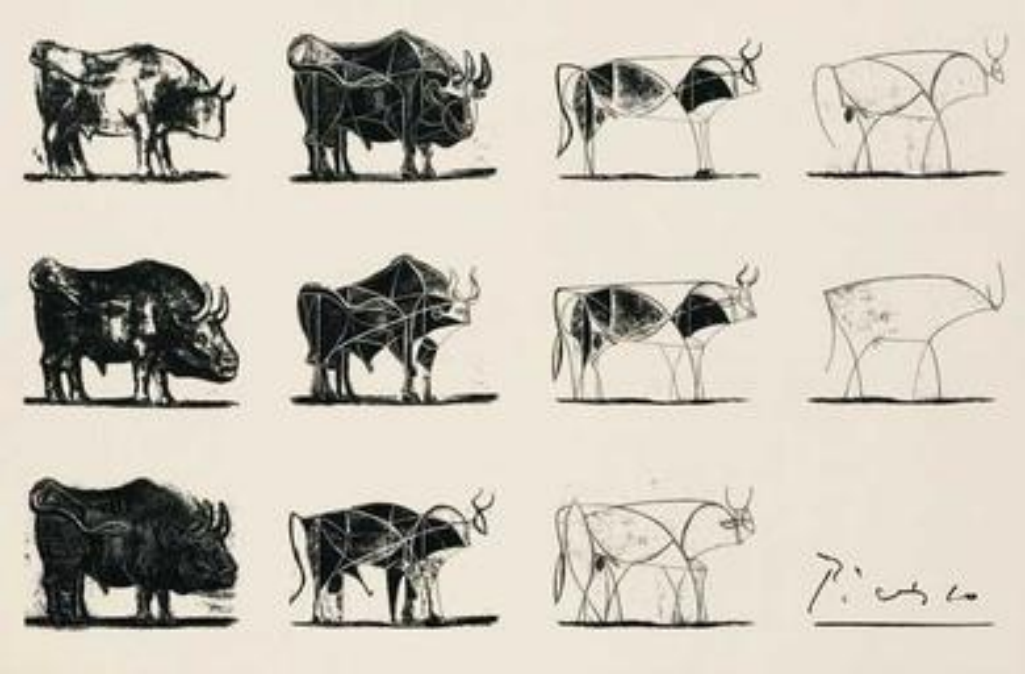
Fonte: wikipédia (2008)

Em todos esses gráficos científicos, os elementos visuais (cores, linhas, pontos) são utilizados com um propósito comunicacional, possuindo significados específicos que lhes são atribuídos. Todavia, eles ainda se constituem como elementos em si — ou seja, as linhas são linhas e as cores são cores —, e são justamente as características estéticas intrínsecas desses elementos que conferem a funcionalidade comunicacional dos gráficos. Por exemplo, é a característica direcional de uma linha que poderá indicar um comportamento ascendente, descendente ou estacionário em uma determinada região de um gráfico.

A diferença entre esses gráficos e as imagens abstratas artísticas reside no fato de que os gráficos científicos incluem elementos adicionais para especificar os significados de cada componente. É o caso da palavra “sólido” em azul (Figura 47), que indica que, para qualquer combinação de temperatura e pressão na região azul, a água se encontra no estado sólido. Na Figura 48, as cores indicam os diferentes comportamentos do sistema para diversos valores da variável μ (mi), enquanto as setas direcionam o olhar do espectador, explicitando o comportamento dinâmico do sistema representado. Ademais, todos esses gráficos estão inseridos em contextos específicos e associados a legendas e textos (em sua fonte original) que delimitam o conteúdo das imagens.

Vale lembrar que o processo de abstração de uma imagem ocorre justamente por meio de sua simplificação em elementos visuais básicos, como ilustra a série de estudos que Picasso realizou sobre a abstração progressiva da forma de um touro (Figura 49).

Figura 49 - Estudo da abstração imagética de um touro de Pablo Picasso



Fonte: Picasso (1945)

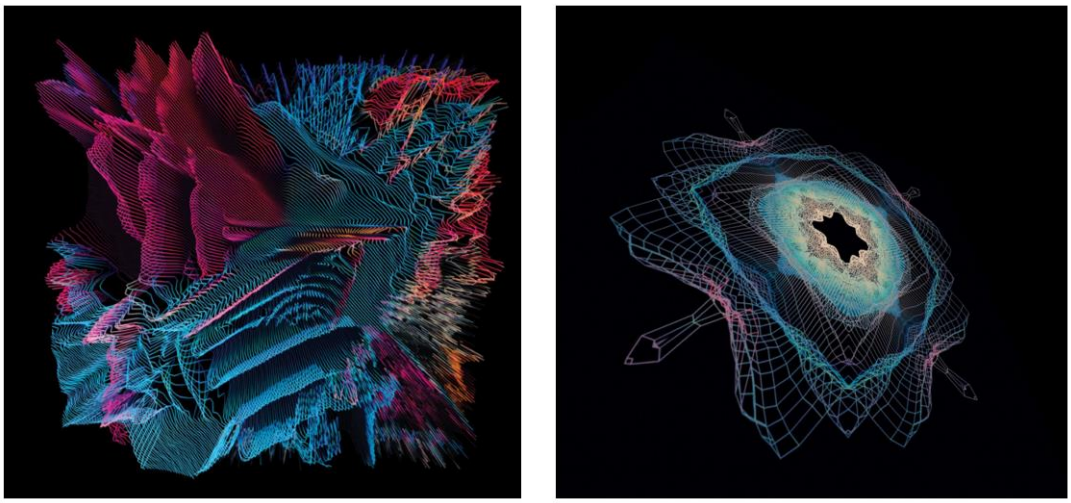
Figura 50 - Obra da série *Infinite* de Chris Koster



Fonte: Koster (2019)

Chris Koster é um artista visual cujos trabalhos exploram visualidades abstratas oriundas de sistemas matemáticos. As obras de sua série *Infinit* derivam de uma única fórmula matemática que modela espaços de dimensões superiores.

Figura 51 - Imagens hiper randômicas do artista Mert Aslan



Fonte: Aslan (2025)

Em suas imagens hiper-randômicas, o artista Mert Aslan explora a criação de padrões e texturas únicas, obtidas a partir de teorias da matemática e da probabilidade, para representar um mundo físico regido pela aleatoriedade.

Figura 52 - Escultura da artista Lilia Bakanova



Fonte: Bakanova, (2025)

A artista Lilia Bakanova criou uma escultura que corporifica campos de fluxo e camadas limites de sistemas que modelam o movimento de fluidos e sua interação com superfícies. Em suas obras, Lilia procura transformar conceitos complexos em experiências sensoriais.

O interesse dessas obras artísticas reside no processo de metamorfose sígnica que ocorre na transição do campo científico para o artístico. Tal processo inicia-se com a tradução de modelos matemáticos — os quais descrevem o comportamento de uma porção da natureza — em elementos gráficos. A integração dessas traduções gera uma composição imagética, a qual pode ser lida e interpretada com base em códigos provenientes de teorias científicas e matemáticas específicas, produzindo um conhecimento sobre o sistema estudado, compreensível para a comunidade que detém tais códigos. No entanto, ao serem transpostas para o contexto artístico, as imagens são destituídas de seus referenciais originais, deixando de remeter a números, conceitos ou grandezas físicas específicas. Suas características estéticas tornam-se então o elemento mais evidente, conferindo-lhes maior autonomia e abrindo novas possibilidades referenciais. Dessa forma, amplia-se o espectro de interpretações, convidando cada fruidor a construir sentidos que transcendem a gênese comunicacional científica.

Uma última reflexão acerca da dinâmica interpretativa das imagens refere-se ao compartilhamento de códigos e dispositivos comunicacionais entre emissores e receptores. Uma imagem, enquanto mensagem, ainda que construída a partir de códigos particulares e permeada de elementos que direcionam sua leitura para uma interpretação específica, não garante que será compreendida conforme as intenções originais. O entendimento de uma mensagem depende sempre da ação do receptor; caso este apresente um baixo grau de familiaridade com os códigos originais da imagem, sua fruição poderá seguir por diversos

outros caminhos. Assim, mesmo que uma imagem possua finalidades científicas, sua experiência pode tomar rumos alternativos, guiada mais por seus fatores estéticos, os quais expandem seu campo interpretativo. Isto é, posso abrir um livro de ciências, deparar-me com uma imagem ilustrativa ou explicativa, e — sem compreender os conceitos ou teorias nela representados — fruir dessa imagem a partir de minhas subjetividades.

Portanto, imagens abstratas são aquelas que não representam objetos reconhecíveis da realidade, permitindo que seus elementos constitutivos evidenciem singularidades estéticas e estabeleçam referências de caráter predominantemente simbólico. De modo geral, a abstração tende a conferir maior abertura significativa às imagens, o que explica sua ampla exploração no campo artístico, sobretudo na contemporaneidade. A ciência, por sua vez, também recorre à abstração para modelar a realidade, expressar ideias e conceitos, e facilitar a visualização, interpretação e comunicação de dados. Mais uma vez, o que distingue o caráter científico ou artístico de uma imagem é seu contexto, o compartilhamento de códigos entre emissores e receptores e, consequentemente, a dimensão de sua abertura interpretativa. Quanto maior for o grau de compartilhamento de códigos e dispositivos comunicacionais entre emissor e receptor, mais restritas serão as significações possíveis; e quanto mais estrito o repertório de referências, mais próximo estará o caráter científico da mensagem visual. Caso contrário, a mensagem aproxima-se do plano artístico.

As imagens expressam relações entre sujeitos e o mundo, e essas relações podem ocorrer por meio de representações diretas e figurativas, de modelizações e criações da realidade, ou de abstrações. Entre o figurativo e o abstrato, as imagens transitam pelos discursos artístico e científico por meio de suas qualidades estéticas e seus sistemas de referência, permitindo a partilha de ideias, narrativas e experiências entre os sujeitos e o mundo.

Com isso, encerro minhas discussões teóricas. Deste modo, acredito possuir bases suficientes para apresentar e discutir meu processo criativo, no qual produzi imagens artísticas relacionando os conhecimentos provenientes de minha formação em Química e em Artes Visuais.

PARTE II – A TRANSMUTAÇÃO DA IMAGEM

9 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE UM PROCESSO CRIATIVO

Como discutido na seção anterior, toda imagem é dotada de características estéticas e epistêmicas e pode participar de processos comunicacionais — servindo como mensagem. Essas mensagens terão diferentes graus de abertura interpretativa, dependendo de seus meios e contextos de criação e fruição. Portanto, toda imagem pode, de alguma maneira, ser entendida como um discurso científico e/ou artístico.

Partindo dessa transitoriedade artístico-científica das imagens, muitos trabalhos têm surgido com o objetivo de integrar esses dois campos do conhecimento humano, com destaque para aqueles que exploram a estética da ciência e a transladam para o plano das artes, convidando seus fruidores a experienciarem o mundo por caminhos cada vez mais intrigantes e criativos. Afinal, por mais que uma imagem científica seja construída em um código muito específico e com interpretações delimitadas, ela não se torna menos atraente sensorialmente por isso.

A química é uma ciência extremamente estética, principalmente em seus aportes mais clássicos, nos quais as visualidades permitiam questionar, analisar e propor explicações para entender a matéria e suas transformações. Indicadores ácido-base, análise qualitativa clássica de íons (Birk, 2023), a química dos complexos, dos minerais e dos cristais são alguns exemplos de sistemas que despertam atenção por seus elementos visuais (Benedicto, 2021; Costa; Andrade, 2014; Martul, 2024; Teixeira, 2007; Teixeira *et al*., 2007a, 2007b).

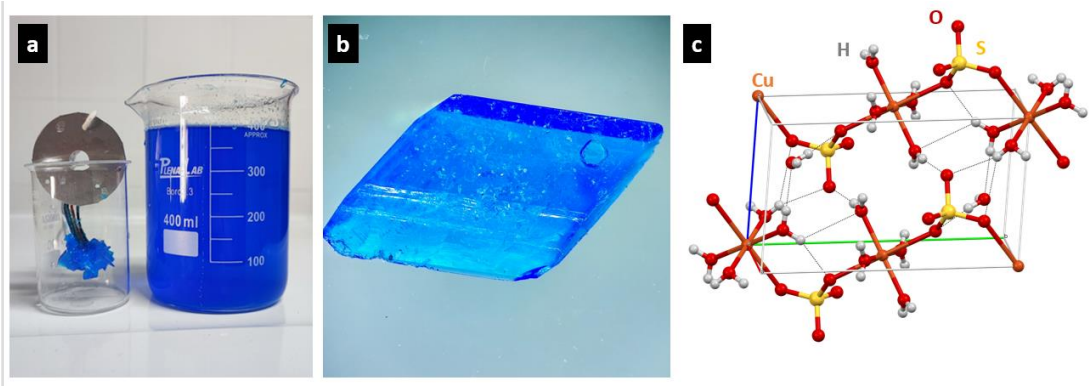
Inspirado por projetos anteriores orientados pela professora Clementina Teixeira (na Universidade de Lisboa), resolvi aproveitar toda a minha experiência em teorias químicas, manipulação de instrumentos laboratoriais e da própria matéria, aliada a meus conhecimentos em composição visual, para produzir obras artísticas.

A afirmação de que se tratam de imagens artísticas decorre de ser essa a minha principal intenção como autor/emissor. Para tanto, utilizei estratégias compositivas que conferissem amplitude às suas possibilidades interpretativas. E é por esse processo de abertura de significados em imagens de sistemas típicos da química que entendo ocorrer a transmutação da imagem.

9.1 A Parte da Química

A escolha pelos cristais foi motivada pelos seguintes fatores: são substâncias de fácil aquisição e, do ponto de vista estético, muitos apresentam colorações intensas e formas geométricas macroscópicas bem definidas. Essas formas, conhecidas como hábito cristalino, tornam-se bem nítidas quando os cristais são obtidos por meio de processos controlados que permitem uma organização adequada de seus componentes. Tais processos, denominados de "crescimento de cristais", podem ocorrer de diferentes maneiras. Neste trabalho, os cristais foram cultivados pelo resfriamento e pela evaporação do solvente de soluções saturadas das substâncias, por meio dos processos conhecidos como nucleação homogênea e heterogênea (Costa, Andrade, 2014; Teixeira *et al*, 2007b). A Figura 53 mostra um dos sistemas utilizados para o crescimento de cristais do sal sulfato de cobre penta-hidratado ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), o hábito cristalino de um desses cristais e o modelo do arranjo iônico microscópico correspondente.

Figura 53 - – a) Um dos sistemas utilizados para crescer cristais de $CuSO_4.5H_2O$. b) Cristal crescido de CuSO4.5H2O. c) Modelo da estrutura cristalina do $CuSO_4.5H_2O$.



Fonte: Elaborado pelo autor (a e b) e Wikimedia Commons (2022)

Utilizei o $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ apenas para ilustrar conceitos e exemplificar as mencionadas características estéticas (cor e forma) das substâncias. Além do sulfato de cobre, foram utilizados os seguintes compostos: cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cobalto hexaidratado ($CoCl_2 \cdot 6H_2O$), alúmen de potássio ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$), sulfato de níquel ($NiSO_4$), fio de cobre (Cu), bismuto (Bi), aço (liga de Fe e C) e ferrocianeto de potássio ($K_4[Fe(CN)_6$).

Quanto aos materiais, empregou-se vidraria de laboratório comum, como béqueres, provetas, placas de Petri e bastão de vidro, além de uma chapa de aquecimento. Para o suporte no crescimento dos cristais, utilizou-se algodão, microchips, fios de cobre, barbante e pregadores de madeira.

Para a produção das imagens, recorreu-se a papéis de diferentes cores, uma lupa estereoscópica e a câmera do smartphone Xiaomi 11 T Pro.

Optou-se por não detalhar ou ilustrar essas substâncias e materiais para evitar a delimitação da fruição das imagens produzidas — ainda que se reconheça que especialistas em química possam

estabelecer relações entre os nomes dos compostos e suas visualidades. Embora este texto seja uma produção acadêmica, seu foco é discutir, de modo objetivo, um processo artístico, e não procedimentos químicos ou laboratoriais[46].

Afinal, o processo que denomino "transmutação" envolve justamente ressignificar o discurso científico sobre essas substâncias. É importante lembrar que todos os nomes listados e, principalmente, as fórmulas apresentadas são especificidades da linguagem química. Portanto, o processo de ressignificação consiste em permitir que esta "coisa azul" não precise ser automaticamente associada a um "cristal de sulfato de cobre penta-hidratado", mas que possa estabelecer outras conexões referenciais.

"Transmutar", do latim *trans* (através) + *mutare* (mudar, trocar de lugar), significa converter algo de uma natureza em outra. Significa transformar, ou seja, conferir uma nova forma (Transmutar, 2019). A ideia de transmutação é comumente associada às práticas alquímicas, que buscavam converter metais comuns em ouro (Souza; Ribeiro; Xavier, 2019). Hoje, pode-se dizer que tais práticas tentavam transformar um elemento químico em outro, daí extraindo-se o conceito-chave da transmutação: o "elemento".

Neste texto, a palavra "elemento" é frequentemente utilizada para fazer referência aos elementos visuais — as partes fundamentais que estruturam uma imagem. No entanto, o mesmo termo é empregado no campo das Ciências da Natureza para aludir aos elementos químicos. A concepção de elemento químico é basilar para discutir a matéria, sua estrutura, propriedades e transformações.

Conforme Oki (2002), o próprio conceito químico foi sendo transmutado ao longo da história, com gênese na filosofia da Antiguidade — quando sequer existia a ideia de "química" —, associado à ânsia de explicar as modificações observadas na natureza. Ao longo desse percurso, as propostas sobre os elementos constituintes da matéria foram diversas, desde elementos metafísicos até a ideia de substâncias puras. Assim, terra, fogo, água, ar, *apeíron* (uma substância primária, indeterminada e imaterial), éter, enxofre, mercúrio, sal, corpos puros e substâncias simples que não se decompunham em outras figuraram entre as propostas ao longo dos séculos.

Atualmente, no paradigma e código vigentes, um elemento químico é conceituado como um tipo de átomo caracterizado pela quantidade de partículas positivas (prótons) em seu núcleo. Esse número, denominado número atômico, define a identidade do elemento. Até o momento, são conhecidos átomos com núcleos contendo de 1 a 118 prótons, o que significa a existência de 118 elementos químicos distintos.

A resposta encontra-se na própria origem do termo, que se origina de *elementum* do latim, significa "princípio fundamental" (Elemento, 2019). Ou seja, pensar em algo elementar é considerar as partes basilares, as peças primordiais que, juntas, conformam as mais diversas estruturas em diferentes níveis de complexidade. É através desse sentido primordial que as concepções de elemento químico e elemento visual confluem: ambos se referem a

[46] Mas apresentei referências par quem quiser se aprofundar nos assuntos pertinentes ao fazer químico.

componentes primários e fundamentais a partir dos quais se constroem, respectivamente, as mais diversas substâncias e imagens.

A proposição de elementos químicos e visuais reflete a vontade humana de compreender a natureza do mundo circundante e a própria constituição dos sujeitos. Por conseguinte, tornam-se estratégias de produção de conhecimento, pois permitem questionar, analisar, fundamentar, explicar, manipular, modificar e até criar o mundo e as vivências nele.

Nesse processo epistêmico, os elementos químicos e visuais convertem-se em meios estruturantes de discursos específicos: um tratará da matéria de forma científica; o outro, da caracterização estética de certas imagens. Embora autônomos, esses elementos frequentemente se encontram, sobretudo na comunicação científica, que utiliza imagens para ilustrar e evidenciar seu discurso sobre a matéria, criando elos referenciais entre o mundo simbólico da química e a sensorialidade imagética.

A Figura 54 traz exemplos de imagens de cristais extraídas de um artigo científico, nas quais é possível identificar estratégias da comunicação científica que associam o objeto retratado (o cristal) a técnicas de manipulação laboratorial e aos códigos (nomenclaturas e símbolos) da química (Costa; Andrade, 2014).

Figura 54 - I) etapas da técnica de crescimento de cristal do $CuSO_4$. II) Demonstração de um cristal crescido de do $CuSO_4$. III) Cristal crescido de NaCl.

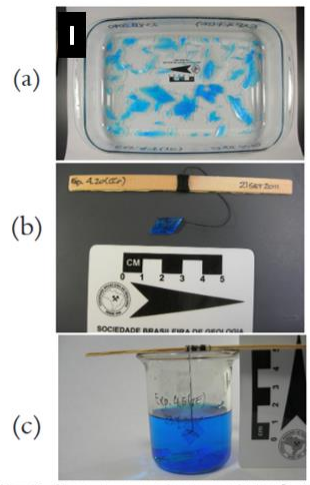


Figura 1. Etapas de um experimento de cristalização: (a) sementes de cristalização após a evaporação da solução; (b) semente selecionada para crescimento, presa à linha; (c) semente imersa na solução saturada, (d) cristal obtido, ainda fixo à linha. O exemplo é ilustrado com cristais de sulfato de cobre pentahidratado.

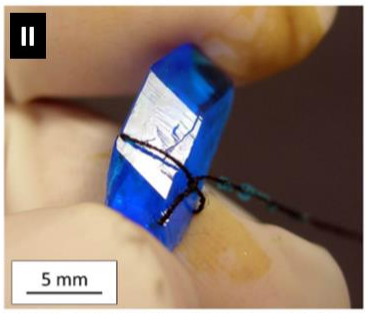


Figura 4. Cristais triclínicos idiomórficos de sulfato de cobre pentahidratado.



Figura 5. Cristais cúbicos de cloreto de sódio, obtidos a partir de sal grosso comercial.

Fonte: Costa e Andrade (2014)

O discurso científico manifesta-se tanto nas legendas quanto em elementos gráficos, como o indicativo de escala. Esses recursos visam conduzir com precisão a compreensão do leitor acerca da caracterização dos cristais. As legendas, por exemplo, além de associarem a imagem à nomenclatura química, também registram características extraídas do código da mineralogia — a exemplo da classificação do cristal de sulfato de cobre como triclínico.

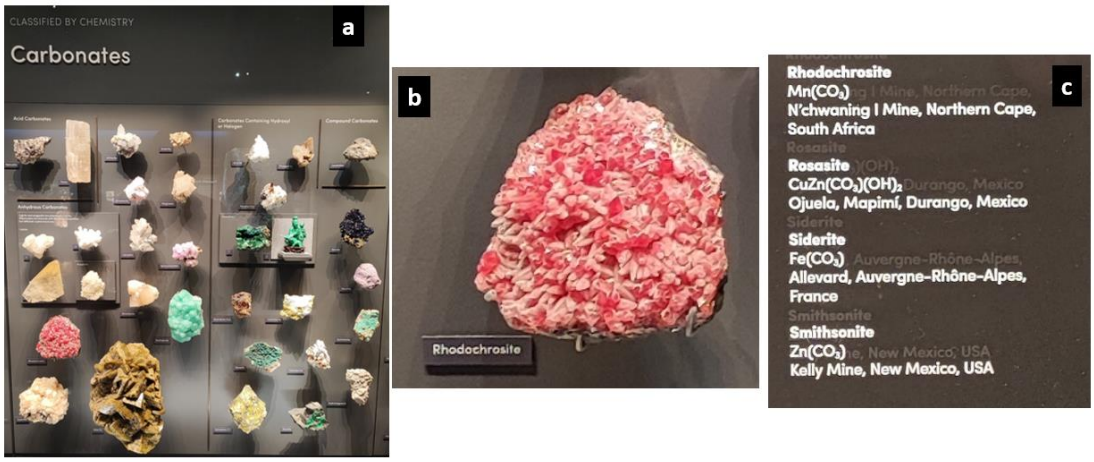
Além das imagens e de suas legendas, o texto em que se inserem apresenta detalhamentos sobre como esse sólido — formado pelos elementos Cu, S, O e H — deve ser compreendido no âmbito da química e da cristalografia.

> a) Sulfato de cobre pentahidratado: este composto permite abundante produção de sementes idiomórficas de dimensões milimétricas, após poucos dias de evaporação da solução. Entretanto, os cristais quando suspensos por linha e imersos em solução são sensíveis a oscilações em temperatura, que podem ser parcialmente dissolvidos. Este composto produz cristais azuis idiomórficos e com pinacóides bem definidos, do sistema triclínico (Figura 4). Apesar de sua baixa toxicidade, é recomendável para experimentos didáticos, contanto que manuseado com luvas de segurança. Este composto de coloração azul intensa também ocorre na natureza como o mineral calcantita, em ambientes evaporíticos, como por exemplo nos desertos de sal do norte do Chile (Costa, Andrade, 2014, p. 96-97).

Além disso, as imagens apresentam cristais específicos, mas o discurso científico leva a entendê-los como representantes de toda uma classe de objetos semelhantes. Assim, todo objeto que apresente características análogas (como cor e forma) deverá ser compreendido como um cristal triclínico de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ou um cristal cúbico de NaCl.

Fora das páginas dos periódicos científicos, também se observa esse modo de produção de entendimento sobre os objetos e suas imagens. A Figura 55, por exemplo, que exibe uma fotografia obtida na exposição de minerais cristalinos do Museu de História Natural de Nova York, ilustra essa continuidade.

Figura 55 - a) vitrine contendo amostras de minerais classificados quimicamente, como carbonatos. b) Detalhe de uma das amostras junto a sua identificação na mineralogia. c) Uma parte da placa de identificação que fica logo abaixo das amostras relacionando nome e composição química



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 55, nota-se como as imagens dos objetos — considerando que toda porção de mundo percebida pode ser entendida como imagem — são utilizadas para associá-las às classificações dos discursos científicos. Toda a estrutura expositiva direciona o fruidor a estabelecer relações muito específicas em sua construção de entendimento. Isto é, a pergunta

“o que é isso?”, decorrente da experiência estética, é prontamente respondida pelos códigos científicos nas placas de identificação, como se não houvesse espaço para o estabelecimento de outras interpretações.

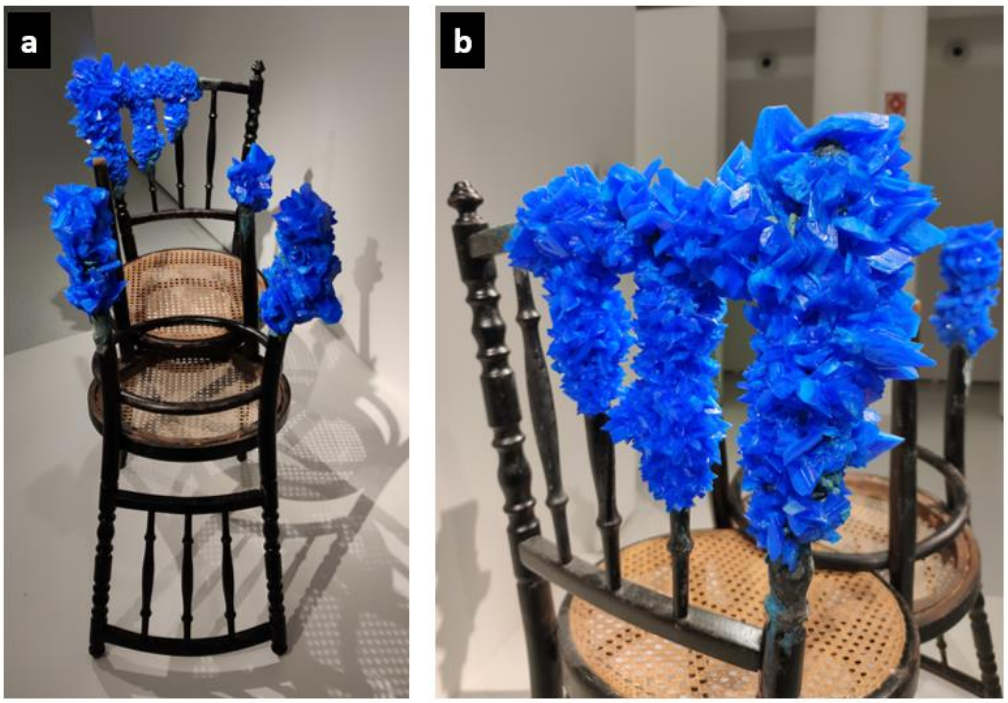
Dessa forma, as componentes estéticas das imagens — e, consequentemente, dos objetos de referência — apresentam, nesse contexto científico, referências restritas. O vínculo relacional entre os elementos estéticos e os enunciados químicos pode tornar-se tão estreito que a associação entre imagem e código científico se converte em uma quase amálgama mutualística, na qual a possibilidade interpretativa se torna praticamente unívoca. Noutras palavras: “Esta coisa azul, com este formato, só pode ser sulfato de cobre hidratado – e vice versa”. Com isso, os elementos visuais parecem perder espaço em seus campos expressivos.

Vale esclarecer que não concebo o discurso científico das imagens como um tirano impiedoso que poda as fruições imagéticas. Afinal, é esse *modus operandi* da comunicação científica que possibilita inúmeros avanços na compreensão, apreensão e transformação do mundo, visando à melhoria da qualidade de vida em escala global.

O que defendo, portanto, é a existência de outros caminhos para experienciar o mundo e toda a estética que dele emana. Percorrer essas outras trilhas expande nossa própria percepção enquanto sujeitos viventes e sensíveis. Reconhecer que há mais possibilidades de interpretar e narrar experiências aguça os sentidos, a curiosidade e a criatividade. Esse é, precisamente, um dos papéis da arte: convidar-nos a compreender e partilhar nossa existência em uma rica rede de possibilidades.

Para ilustrar o que digo apresento a obra “*It was just an accident N.2”* da artista Francesca Romana Pinari que, em 2021, estava exposta no Museu de Arte Contemporânea de São Paulo (Figura 56).

Figura 56 - Obra *It was just an accident* N.2 d Francesca Pinzari



Fonte: Pinzari (2021) (Fotografias elaboradas pelo autor)

Ao experienciar a obra de Francesca, o observador depara-se com uma massa de azul intenso e brilhante, formada por diversos fragmentos pontiagudos que recobrem partes de dois objetos semelhantes de cores terrosas, compostos por hastes polidas e um espaço circular vazado. Inicialmente, há um contraste visual tanto nas cores e tons quanto nas formas. Esse contraste faz com que a obra seja percebida em duas grandes partes e suscita a sensação de que tais objetos não deveriam estar juntos. No entanto, apresentam um envolvimento fluido que confere unidade à composição, quase como se a massa azul florescesse das hastes marrons.

A partir da experiência estética, inicia-se a semiose — a busca por estabelecer relações sígnicas —, pela qual se identificam facilmente os objetos terrosos como duas cadeiras. Mas e a massa azul pontiaguda? Uma pessoa com conhecimentos químicos pode associá-la (apenas pela visualidade) ao sal sulfato de cobre, enquanto alguém alheio a esse código poderá criar inúmeras hipóteses referenciais ou simplesmente deleitar-se com a estética desse objeto não identificado que se funde a um ordinário objeto de repouso.

De qualquer modo, mesmo sem saber inicialmente do que se trata a massa azul, é possível recorrer à placa de identificação, que a descreve como uma escultura formada por “cristais de sulfato de cobre sobre cadeiras vintage”. Essa informação pode conduzir o fruidor a um campo interpretativo mais delimitado, que ainda assim permanece repleto de possibilidades. Afinal, o que fazem cristais de sulfato de cobre sobre cadeiras vintage? Dessa pergunta, podem emergir diversas sensações, sentimentos e narrativas, particulares a cada pessoa que se coloque diante da obra.

A descrição técnica da obra segue as convenções museológicas de expografia. No entanto, diferentemente do Museu de História Natural e do artigo científico, trata-se aqui de uma descrição simplificada, que indica apenas os materiais — sem qualquer menção à fórmula do sulfato de cobre. Esta não é uma imagem com o intento de ensinar ou divulgar um código científico. Pelo contrário, a obra retira objetos de seus contextos usuais e os combina, explorando o encontro de suas visualidades (já que não se pode tocá-la) para provocar os sentidos e os sistemas de referência do espectador, instigando-o a criar novos significados para os elementos presentes.

Para alguém familiarizado com os códigos da química — os quais fornecem referências específicas sobre o sulfato de cobre —, a obra torna-se ainda mais provocativa, uma vez que cadeiras não se caracterizam como suportes usuais para o crescimento de cristais em práticas laboratoriais.

Além da descrição técnica, a placa referente à obra de Francesca também continha o seguinte texto:

> O primeiro lockdown me caiu literalmente na cabeça, não estava preparada para encará-lo, me vi em uma situação de extrema solidão e imobilidade.
> Aproveitei para iniciar um percurso de crescimento pessoal e olhar dentro de mim profundamente. Como sempre na minha vida, me limitei a transmutar a matéria, o meu percurso de artista e de alquimista estava se deslocando para um plano superior e mais sútil (Pinzari, 2021).

Embora a mensagem artística caracterize-se por sua abertura interpretativa, ela também pode conter elementos direcionadores, como ilustra o relato de Pinzari. Este confere ao espectador o contexto histórico do isolamento durante a pandemia de Covid-19, além de sugerir associações entre os objetos da obra e sentimentos de solidão e imobilidade. Essa oferta contextual não restringe a subjetividade do receptor; pelo contrário, convida-o a imprimir suas próprias vivências e sentimentos do período, para que, juntos — artista e espectador —, construam a narrativa da obra.

Outro aspecto que destaco no texto é o relato da artista sobre seu crescimento pessoal e a reflexão interior. Enquanto químico, munido de saberes sobre crescimento de cristais, pude ressignificar essa noção, entendendo a presença do sulfato de cobre como representante desse florescimento íntimo, surgido da solidão e da imobilidade — expressas simbolicamente pelas cadeiras.

Observe como a obra permite que os objetos utilizados tenham seus significados convencionais transpostos para outros planos. Por meio dela, pude associar a cadeira ao sentimento de imobilidade e o sulfato de cobre ao desenvolvimento pessoal. Evidentemente, outros indivíduos terão percepções distintas: o azul do sulfato pode ser associado à tristeza do isolamento; a cadeira, à inércia e a sentimentos de impotência daquele período, entre tantas outras possibilidades. Não importa quais referências sejam estabelecidas nas semioses individuais; o essencial é, justamente, a dissociação das convenções sígnicas dos objetos e a expansão de suas perspectivas conotativas.

Em seu relato, Francesca assume o papel de artista e alquimista, revelando aos receptores suas intenções como agente de transmutação da matéria. Isto é, ela explicita seu propósito de manipular e modificar o convencional, recriando o mundo ao produzir novos objetos, dotados de novas qualidades, expressões e significados. Portanto, em sua obra, os elementos são metamorfoseados: a cadeira deixa de ser um objeto para sentar, e o sulfato de cobre — que já não se reduz aos elementos Cu, S e O — transforma-se em sensação, emoção, sentimento.

Assim, tal como a matéria, segundo os postulados da química, pode ter sua natureza alterada, os processos de referenciação dos elementos visuais também se modificam, transmutando-a do discurso científico para o artístico

9.2 A parte da arte

Grande parte de nossa relação com o mundo origina-se da estética, e a própria ciência utiliza a experiência sensorial para estruturar seus códigos. Um exemplo é o objeto representado na Figura 55(b), um sólido rosado cujo nome científico, "rodocrosita", significa literalmente "cor de rosa". Entretanto, se o discurso científico recorre a componentes estéticas para assegurar sua objetividade, o discurso artístico as converte em meios de multiplicação de referências sígnicas — e foi essa a motivação para a produção das imagens aqui apresentadas. Meu propósito foi despojar a matéria de todo o discurso lógico, racional e normativo da ciência, a fim de evidenciar seus elementos puramente visuais.

Assim, tendo os cristais já cultivados, iniciei uma investigação visual, examinando cada um a olho nu e com lupa estereoscópica. Analisei cores, formas, linhas, texturas e tonalidades, explorando seus elementos visuais como base para a criação das obras.

Uma vez identificados os elementos de interesse — e com base nos princípios de composição visual apresentados no Quadro 4 —, organizei-os de diferentes maneiras para a criação das imagens. A Figura 57 reúne uma compilação dessas 24 produções, cujas versões integrais constam no Apêndice 1[47].

[47] Ressalto que nenhuma imagem passou por tratamento digital

Figura 57 - Compilado das fotografias artísticas de cristais sob a lupa estereoscópica



Fonte: Elaborado pelo autor

Meu intento é que, ao experienciar minhas imagens, o fruidor não estabeleça de imediato relações com nomenclaturas ou simbologias científicas. Não é necessário identificar o “azul do sulfato de cobre” ou as “interferências da luz na fina camada de óxido de bismuto”. Antes, espero que ele possa ver cores, sentir texturas, perceber contrastes, deixar-se levar pelos equilíbrios e desequilíbrios compositivos, reconhecer formas a partir de sua memória afetiva e vivenciar sentimentos como espanto, admiração, inquietação ou incômodo. Que possa, ainda, acessar lembranças e criar conexões improváveis.

Mesmo que o espectador detenha os códigos que permitam associar a imagem a elementos químicos específicos, espero que as obras lhe ofereçam novas perspectivas sobre essas substâncias. Inclusive, o uso da lupa de aumento na produção das imagens permitiu acessar visualidades inacessíveis a olho nu, revelando um novo universo de percepções mesmo para mim, que já estava habituado a trabalhar com os materiais fotografados.

Por meio dessas imagens, convido os fruidores a um contínuo interpretar e reinterpretar, em um jogo dinâmico cujas principais pistas emergem da experiência sensível.

Aproveito, então, para questionar: ao saborear as imagens, quais códigos são acionados? Quais se mantêm, quais se frustram e quais se criam? O que as imagens revelam sobre seu mundo e suas experiências? O que elas expressam e que sentidos você as confere?

Diferentemente de uma imagem científica, as obras da Figura 57 não buscam, a priori, identificar ou exemplificar compostos; não pretendem ser associadas a nomes ou elementos químicos específicos, mas sim a qualidades perceptivas. Trata-se de um processo de abstração em que o cloreto de sódio, por exemplo, deixa de ser apenas cloreto de sódio para tornar-se referência do intangível. Os elementos percebidos já não são mais Cu, S, O ou Ni, mas sim o verde, o azul, a superfície lisa ou rugosa, o brilho, o quadrado, o pontiagudo, o poroso, a linha, a transparência, os pontos, o opaco, a bolha, o claro e o escuro. Assim, o código científico torna-se uma experiência expressiva.

Ou seja, os elementos da imagem alteram a natureza de sua referência, expandindo suas possibilidades discursivas e comunicacionais. É nisso que consiste o processo de transmutação da imagem.

10 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ciência e a arte são atividades sistemáticas de produção de conhecimento que conferem à espécie humana a capacidade de questionar, compreender, apreender, manipular e criar o mundo ao seu redor, além de permitir que os indivíduos organizem o pensamento, expressem ideias e estabeleçam relações entre si.

Se, em meados do século XX, essas atividades eram vistas como campos bastante distintos, a ponto de se desenvolverem em paralelo e sem cruzamentos, hoje diversas pesquisas evidenciam que as conexões entre ciência e arte são não apenas possíveis e viáveis, mas também necessárias.

Essas pesquisas revelam uma pluralidade de percursos metodológicos, o que demonstra a profusão desse campo de estudos. Como exemplo dessa variabilidade, encontram-se trabalhos que discutem questões históricas, filosóficas, culturais e educacionais sobre ciência e arte, a inserção de tecnologias científicas na produção artística e conexões entre áreas e linguagens mais específicas – como física e artes cênicas ou química e artes visuais.

Além da diversidade de estratégias de investigação, a área de estudos sobre "ciência e arte" também está imersa em uma variedade de termos, cada um com sua especificidade. A expressão “Ciência e Arte” tem aplicação mais ampla, referindo-se tanto a conexões quanto à mera justaposição ou coexistência das áreas. "Da Ciência para a Arte" e vice-versa destacam fluxos de influência específicos. O termo inglês *ArtScience* propõe uma integração epistemológica profunda, gerando as traduções "CiênciArte" ou "Arteciência" em português, ainda sem consenso terminológico. Já *SciArt* refere-se especificamente a produções artísticas visuais com inspiração científica, e *STEAM* representa uma abordagem pedagógica que integra cinco áreas do conhecimento, demonstrando diferentes níveis de abrangência conceitual nessas intersecções.

Para contribuir com o desenvolvimento dessa área de estudos, esta pesquisa voltou sua atenção para a imagem, uma ferramenta indispensável tanto para o fazer artístico quanto para o científico. Assim, a pergunta geradora desta investigação foi: "Como diferenciar uma imagem artística de uma científica?". Na busca por uma resposta, optou-se por uma trajetória que perpassa os caminhos da comunicação, uma vez que toda imagem pode comunicar algo.

Antes de tratar especificamente das questões comunicacionais, foi necessário buscar um conceito de imagem, a qual foi considerada um sistema autônomo de elementos plásticos ou constitutivos — como ponto, linha, cor e texturas — que, ao se conectarem e organizarem, conferem contornos, estrutura e forma a uma porção de mundo que se apresentou a um sujeito ou sensor. A imagem constitui-se como uma entidade independente, que posteriormente estabelece relações referenciais com as porções de mundo. Ademais, as imagens podem estabelecer relações com diferentes sentidos, não sendo um construto exclusivamente visual.

Em seguida, foi necessário entender que toda imagem, independentemente de ser artística ou científica, possui componentes formais, sensoriais, expressivos e cognoscitivos (ou

representacionais). Isto é, toda imagem possui características estéticas — ligadas a aspectos sensoriais, expressivos e emocionais — e epistêmicas — relativas à informação e à produção de sentidos, o que dependerá do contexto em que ela se encontra. Além disso, toda imagem pode portar-se como signo ao fazer referência a um objeto externo a si.

Uma vez entendido que os caracteres estético e epistêmico não poderiam ser utilizados como ponto de demarcação, recorreu-se à comunicação, definida como um processo de partilha de ideias, expressões e sentidos entre uma instância emissora, que produz um enunciado, e uma receptora, que o interpreta. Esse enunciado – a mensagem – pode ser estruturado de diversas maneiras, sendo a imagem uma delas.

Dentre as diversas teorias da comunicação, optou-se por trabalhar com a "comunicação tentativa", de José Luís Braga, a qual entende a comunicação como um processo interacional em que tanto o emissor quanto o receptor são ativos na produção de sentidos da mensagem – além de ambos possuírem suas bagagens, vivências, visões de mundo e estarem inseridos em determinados contextos sócio-históricos-culturais. Nesse processo, ocorrem tentativas de aproximação entre a intenção do emissor e as interpretações/inferências do receptor. Desse modo, a intersecção entre intenção e interpretação ocorre dentro de um espectro de possibilidades. Esse espectro, por sua vez, pode ter sua amplitude trabalhada por meio de diferentes estratégias por parte do enunciador, e, por mais estreito que seja, sempre haverá algum grau de incerteza no processo.

Embora em muitos momentos se busque uma maior comunhão entre intenção e interpretação, é necessário lembrar que diferentes contextos operam com diferentes graus de expressividade. Em certas situações, o objetivo é, na verdade, expandir as possibilidades interpretativas.

Enquanto a ciência busca reduzir a subjetividade por meio de códigos rígidos e da objetividade, a arte explora a abertura interpretativa, a multivocidade e a expressividade. Dessa forma, a ciência estrutura sua comunicação com base em dispositivos interacionais que visam ao consenso, à clareza e à universalidade. Já a arte valoriza a abertura, a flexibilidade, a ambiguidade e a subjetividade em sua interpretação.

Portanto, as imagens científicas e artísticas diferenciar-se-ão por sua abertura significativa. As imagens científicas são elaboradas por meio de dispositivos, estratégias e códigos que procuram delimitar seu repertório interpretativo, priorizando a objetividade e a universalidade do discurso. As imagens artísticas, por sua vez, mesmo possuindo elementos diretivos de leitura, partem do princípio de que sua compreensão sempre dependerá das individualidades dos sujeitos, permitindo tantas interpretações quantas forem as fruições.

Partindo dessa base teórica, foi possível, então, relacionar meus saberes das duas áreas em um processo de produção de imagens artísticas a partir de conhecimentos, materiais e técnicas típicos da química. Por meio desse processo criativo, propus a ideia de transmutação da imagem. Afinal, uma mesma imagem poderá ser considerada da ciência ou da arte; a mudança das estratégias compositivas, contextuais e referenciais é que permitirá alterar seus

significados, ampliando as possibilidades de sentido e fruição ao deslocá-la da ciência para a arte em um processo de transmutação imagética.

Por meio desse processo, foram produzidas imagens que transitaram do figurativo ao abstrato. Elas deixaram de fazer referências delimitadas a conceitos e símbolos químicos e passaram a ganhar maior expressividade, de modo que os elementos visuais sobressaem aos elementos químicos dos compostos fotografados. Por meio delas, convidam-se os fruidores a questionarem seus códigos e suas vivências e a criarem suas próprias percepções e narrativas, expandindo o repertório de significados e conhecimentos para além daqueles por mim intencionados. Dessa forma, a criação de sentidos para as imagens ocorre dinamicamente em um contínuo processo dialógico entre autor, obra e fruidores.

Destaco que uma mesma imagem pode sempre exercer tanto a função de discurso científico quanto artístico, transitando livremente entre esses campos. Essa dualidade dependerá fundamentalmente das intenções, dos contextos e dos demais recursos que acompanham a imagem. Por exemplo, as imagens que produzi podem perfeitamente ilustrar a capa de um livro de química ou ser utilizadas para representar substâncias ou fenômenos químicos específicos, como a corrosão.

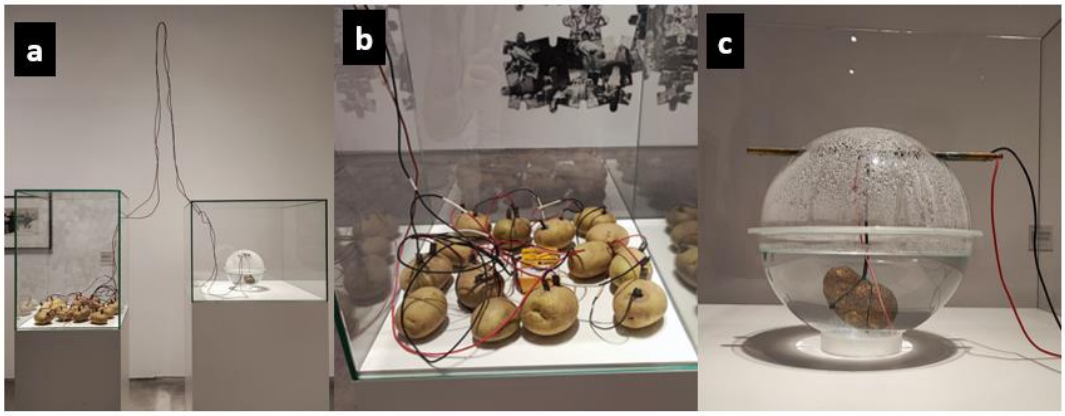
Paralelamente, essas mesmas imagens podem transformar-se em veículos de divulgação científica e artística. Uma exposição dessas obras, acompanhada de textos explicativos, poderia divulgar conceitos tanto da arte quanto da ciência que se relacionem com as imagens apresentadas.

Por fim, gostaria de apresentar algumas considerações sobre o papel do código no processo de construção de sentido das imagens. Como foi discutido, os códigos são sistemas de referência e princípios reguladores que guiam os processos de interpretação de signos e, consequentemente, a comunicação.

Cada campo do conhecimento possui seu próprio conjunto de códigos. Por isso, um mesmo signo poderá apresentar diferentes significados dependendo do seu contexto, uma vez que diferentes referências podem ser estabelecidas conforme a situação. Com isso, a ciência tende a estabelecer códigos mais rígidos – mas, ainda assim, um mesmo símbolo poderá ter sentidos diferentes em disciplinas diversas. Já a arte trabalha com códigos mais flexíveis e, principalmente, com a subversão e a frustração de códigos já estabelecidos, o que não significa que ela também não possua seus cânones e certas relações sígnicas consensuais.

Todavia, ainda que esta pesquisa tenha priorizado entender as especificidades comunicacionais da ciência e da arte, é importante frisar que as duas áreas têm se interrelacionado cada vez mais, inclusive no cruzamento de seus códigos. Ilustro tal situação com a obra conceitual "*La papa dora la papa, la conciencia ilumina la conciencia*", de Victor Grippo (1978).

Figura 58 - a) Obra "La papa dora la papa, la conciencia ilumina la conciencia" de Víctor Grippo, 1978. b) detalhe da parte esquerda da obra. c) detalhe a parte direita da obra



Fonte: Grippo, (1978)

(Foto produzida pelo autor)

A obra consiste em duas partes principais. Uma delas (Figura 58a) é um conjunto de quatorze batatas conectadas a um voltímetro, e a outra (Figura 58b) é uma batata alojada em uma esfera transparente de resina acrílica e imersa em uma solução de um sal de ouro. As duas partes encontram-se conectadas por fios inseridos nas batatas por meio de eletrodos de cobre e zinco, formando um circuito elétrico. O circuito está conectado a um voltímetro, instrumento que mede o potencial elétrico, e o deslocamento de sua agulha indica que o sistema está gerando eletricidade.

Toda essa organização consiste, *a priori*, em uma pilha eletroquímica. Desse modo, a primeira parte do título, "a batata doura a batata", faz menção ao processo físico-químico no qual uma batata, por meio de uma reação eletroquímica, é capaz de, literalmente, dourar outra, cobrindo-a com uma fina camada de ouro por um processo conhecido como "eletrólise". Trata-se de uma transformação material impulsionada pela energia interna do próprio sistema. Ou seja, temos, em um primeiro momento, uma obra que suscita um código científico.

No entanto, a segunda parte do título traz que "a consciência ilumina a consciência". Com isso, Grippo insere um paralelismo poético ao discurso científico, expandindo o repertório de significados do sistema eletroquímico. Desse paralelismo, tem-se que, assim como uma batata libera energia elétrica para iluminar ou transformar outra batata, a consciência humana individual, quando ativada e conectada com outras, é capaz de iluminar (isto é, aumentar a consciência de) outras consciências (Jorquera, 2020).

Para complementar a interpretação da obra, é possível buscar mais informações sobre o artista e os contextos em que ela foi produzida. Sobre Victor:

> Um dos principais nomes da arte conceitual na Argentina, Victor Grippo dedicou boa parte da sua produção a investigar oposições tradicionais como arte-ciência, natureza-cultura e real-artificial, como forma de ampliar a consciência sobre o mundo e sobre como podemos modificá-lo. Suas instalações reúnem objetos do cotidiano deslocados de suas funções habituais e dispostos de modo a gerar sistemas com uma lógica própria (Instituto Inhotim, [20--]).

A obra em questão foi produzida na Argentina da década de 1970, um período marcado por um governo totalitário, lutas políticas e desigualdades sociais. Nesse contexto, a obra expande seu significado, fazendo menção ao poder da coletividade e da solidariedade do povo — representado pelas batatas — por meio de um despertar de consciência coletiva e transformadora.

Victor Grippo graduou-se em Farmácia e aproveitou sua formação científica para desenvolver seu estilo artístico. Por isso, muitas de suas obras — como *La papa dora la papa*, *Abstracción simbólica de una destilería* e *Analogía I* — são construídas com materiais típicos de um laboratório químico. Junto aos aparatos químicos, a batata surge como uma constante em suas esculturas, por ser um alimento básico popular. Como um alquimista que mistura substâncias, Grippo combina estruturas científicas com objetos cotidianos, que se recombinam, reagem e formam um novo sistema único, no qual a matéria-prima se transmuta em ideias e analogias sobre os ciclos da vida, a consciência e o espiritual (Álvarez, 2018).

Há, porém, algo de fundamental nessa transmutação: os códigos básicos da ciência e da base alimentar não perdem sua identidade. Eles são necessários para a construção da analogia; sem sua compreensão, não é possível alcançar a expansão conceitual proposta pelo artista. Assim, nessas obras, a matéria até pode se transmutar, mas os códigos de base mantêm sua natureza, formando uma amálgama onde há criação de novos sentidos que permanecem intimamente ligados às suas origens.

Partindo dessa discussão da obra de Grippo faço último ponto nesta trama com uma ideia de Susanne Langer. A autora, em sua obra *Sentimento e Forma*, define a arte como "a criação de formas simbólicas do sentimento humano" (Langer, 1980, p. 42). Mas não faria a ciência o mesmo? Acredito que sim: ambas criam estratégias e técnicas para dar forma a experiências, pensamentos, ideias e expressões sendo tanto o laboratório quanto o ateliê espaços de investigação e criação. A diferença reside nos tipos de símbolos que empregam, em seus processos de criação e de decodificação.

Embora esta pesquisa tenha enfatizado as distinções entre os discursos imagéticos artístico e científico, nem sempre seus símbolos, códigos e sentidos precisam permanecer separados — eles podem ser trabalhados em conjunto. Afinal – e aqui caminho para o arremate do texto - ciência e arte são caminhos de produção de conhecimento e, embora constituam identidades distintas, suas intersecções permitem expandir nossas percepções, produzir novos saberes e ampliar nossas relações cognitivas e compreensões do mundo.

REFERÊNCIAS

A EVOLUÇÃO da pintura segundo a física. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, ed. 271, set. 2018. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/a-evolucao-da-pintura-segundo-a-fisica/. Acesso em: 16 set. 2026.

AGUSTÍN, Carlos; ROMÁN, León. Enfermería ciencia y arte del cuidado. **Revista Cubana de Enfermería**, v. 22, n. 4, p. 0-0, 2006.

ALBERTIN, Petronella J. Arte e ciência no Brasil holandês Theatri Rerum Naturalium Brasiliae: um estudo dos desenhos. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 3, p. 249-326, 1986.

ALCANTARA-RODRIGUEZ, Mireira; VAN ANDEL, Tinde; FRANÇOZO, Mariana. Nature portrayed in images in Dutch Brazil: Tracing the sources of the plant woodcuts in the *Historia Naturalis Brasiliae* (1648). **PLoS ONE,** *[S. l.]*, n. 19, v. 7, p. 0276242, 2024. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276242. Disponível em: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0276242. Acesso em 18 mar. 2025.

ÁLVAREZ, Juan Alberto Vich. Democratizar la ciencia desde el arte. **Fonseca, Journal of Communication**, *[S. l.]*, n. 24, p. 33–51, 2022. DOI: https://doi.org/10.14201/fjc.28275. Acesso em: 24 jan. 2025.

ÁLVAREZ, Santiago. Tres artistas y su material de laboratorio: George Brecht, Víctor Grippo y Hermann Nitsch. **Anales de Química de la RSEQ**, v. 114, n. 1, p. 19-19, 2018.

AMARAL, Priscila Do; CAMEL, Tânia; GUERRA, Andreia. Cultura Visual e História Cultural da Ciência: Possibilidades Para o Estudo do Corpo Humano Através do Uso de Imagens no Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, n. 25, p. 1-24, 2025.

AMAURO, Nicéa Quintino; DA SILVA, Gustavo Henrique Costa. Química ancestral africana. **Debates em Educação**, v. 13, p. 171-185, 2021.

ANG, Tomas. **Fotografia** – O guia visual definitivo do século XIX á era digital. São Paulo: Publifolha, 2015.

ANTUNES, Anderson Pereira. Saberes locais e a formação de coleções de História Natural nas expedições científicas do Oitocentos. **Anais do Museu Histórico Nacional**, v. 55, p. 1-18, 2021.

ARAÚJO-JORGE, Tania C. De; SAWASA, Anunciata; ROCHA, Rita C. M; AZEVEDO, Sandra M. G; RIBEIRO, Josina M.; MATRACA, Marcus V. C.; BORGES, ASSIS, Sheila S.; FORTUNA, Danielle B.; BARROS, Marcelo D.; MENDES, Marcelo O.; GARZONI, Luciana R.; ROCQUE, Luciana de la; MEIRELLES, Rosane m. s.; TRAJANO, Valeria S.; VASCONCELLOS-SILVA, Paulo R. CienciArte© no Instituto Oswaldo Cruz: 30 anos de experiências na construção de um conceito interdisciplinar. **Ciência e Cultura**, *[S. l.]*, v. 70, n. 2, p. 25–34, 2018. DOI: https://doi.org/10.21800/2317-66602018000200010. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252018000200010&script=sci_arttext&tlng=es. Acesso em: 10 jan 2025

ARTE RUPESTRE: Toca da Entrada do Baixão da Vaca. Parque Nacional da Serra da Capivara, Coronel José Dias, PI, [entre 12.000 e 6.000 a.C.]. Pintura rupestre sobre rocha. Disponível em: https://artebrasileirautfpr.wordpress.com/2012/06/01/arte-rupestre-no-brasil/. Acesso em 13 mar. 2025.

ASLAN, Mert. **Hyperrandom images.** 2025. 2 artes digitais (arte gerada por computador). In: ANOMALOUS Mathematical Patterns Sci-Art Contest. [S. l.]: Isaac Newton Institute, 2025. Disponível em: https://sites.google.com/view/anomalousmathematicalpatterns/letter-m. Acesso em: 20 out. 2025.

ATKINS, Peter; JONES, Loreta. **Pirincípios de química:** Questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3 ed. Porto Alegre: Bookman.

BAKANOVA, Lilian. **[Sem título]**. 1 escultura, seda e algodão, [s. d.]. 2025. Disponível em: https://sites.google.com/view/anomalousmathematicalpatterns/lilia-bakanova?authuser=0. Acesso em 20 out. 2025.

BARBOSA, A. M. **A imagem no ensino de arte**. São Paulo: Perspectiva, 2014

BARROSO, Paulo. **Arte e sociedade: comunicação como processo**, 2004. Disponível em: https://aps.pt/wp-content/uploads/2017/08/DPR460e84135cce8_1.pdf. Acesso em 11 ago. 2025.

BELTRAN, Maria Helena Roxo. Destilação: a arte de "extrair virtudes". **Química nova na escola**, v. 4, p. 24-27, 1996.

BENEDETTI FILHO, Edemar; FIORUCCI, Antonio Rogério; DE OLIVEIRA, Noé; BENEDETTI, Luzia Pires dos Santos; FERNANDES, Ronaldo Júnior. O EMPREGO DO TEATRO COMO FORMA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM QUÍMICA. **Cidadania em Ação: Revista de Extensão e Cultura**, Florianópolis, v. 7, n. 1, 2013. Disponível em: https://www.revistas.udesc.br/index.php/cidadaniaemacao/article/view/3161. Acesso em: 13 mar. 2025.

BENEDICTO, E. C. P. **Humor em ensino de Química**. 2013. 114 p. Dissertação (Mestrado Química Analítica e Inorgânica) - Instituto de Química de São Carlos, São Carlos, 2013. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75135/tde-24022014-114947/pt-br.php Acesso em 8 nov. 2025.

BENEDICTO, Erik Ceschini Panighel **Ciência e Arte:** discutindo conceitos e tecendo relações. Curitiba: Appris, 2021.

BENEDICTO, Erik Ceschini Panighel. **A química na literatura**: Estudo de "A hora da estrela" e "Libertinagem". 67f. Monografia (Bacharelado em Química Fundamental) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

BENEDICTO, Erik Ceschini Panighel. **Ciência e Arte**: entre conceitos, relações e implicações educacionais. 2018. 292 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2018.

BENEDICTO, Erik Ceschini Panighel. **Manuel Bandeira entre a química e libertinagem**: uma proposta interdisciplinar. 2015. . Trabalho de Conclusão de Curso (licenciatura - Química) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2015.

BENEDICTO, Erik Ceschini Panighel. **MEU MUNDO ATÔMICO: ANÁLISE DE PRODUÇÕES DISCENTES DE UMA ATIVIDADE SOBRE CIÊNCIA E ARTE**.. *In*: XXII Encontro Nacional de Ensino de Química, 2024, Belém. **Anais eletrônicos**... Belém: UFPA, 2024. Disponível em: https//www.even3.com.br/anais/xxii-encontro-nacional-de-ensino-de-quimica-397660/820113-MEU-MUNDO-ATOMICO--ANALISE-DE-PRODUCOES-DISCENTES-DE-UMA-ATIVIDADE-SOBRE-CIENCIA-E-ARTE. Acesso em: 21/02/2025

BERGAMO, Marília Lyra. **Knobby Clubrush: Neurobiologia e Arte Robótica Knobby Clubrush: Neurobiology and Robotic Art, 2020**. [s.l: s.n.]. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/59185/2/Knobby%20Clubrush.pdf. Acesso em: 24 fev. 2025.

BIRK, James P. **Confirmatory Tests.** Disponível em: https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Analytical_Chemistry/Supplemental_Modules_(Analytical_Chemistry)/Qualitative_Analysis/Confirmatory_Tests. Acesso em 20 out. 2025.
BOONE, Silvana; DA COSTA, Cláudio. O ENSINO DA HISTÓRIA DA ARTE A PARTIR DE GOMBRICH E A INVISIBILIDADE FEMININA DEIXADA SOB ESSE LEGADO. **MÉTIS: HISTÓRIA & CULTURA**, *[S. l.]*, v. 22, n. 44, 2025. Disponível em: https://sou.ucs.br/etc/revistas/index.php/metis/article/view/11331. Acesso em: 10 out. 2025.

BRAGA, José Luiz. Nem rara, nem ausente-tentativa. **Matrizes**, v. 4, n. 1, p. 65-81, 2010.

BRASIL, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Cnpq). **XIV PRÊMIO DE FOTOGRAFIA - CIÊNCIA & ARTE - EDIÇÃO 2024**. Disponível em: https://www.gov.br/cnpq/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/premios/pfoto/regulamento?_authenticator=e92498d07ac24d93a996436baa9157deb79965f7. Acesso em 08 out. 2025.

BRUNSCHWIG, Hieronymus. **Liber de arte Distillandi de Compositis**: das buch der waren kunst an distillieren die beyd samet salig... Strasburg: [s.n.], 1512. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Hieronymus_Brunschwig_Liber_de_arte_Distillandi_CHF_AQ13x3.jpg. Acesso em 15 mar. 2025.

BURKE, Peter. **Testemunha ocular:** história e imagens. Bauru, SP: DUSC, 2004.

BUSNARDO FILHO, Antonio. ARTE E REPRESENTAÇÃO SIMBÓLICA. **Revista Educação - UNG-Ser - ISSN 1980-6469**, *[S. l.]*, v. 2, n. 2, p. 23–30, 2007. Disponível em: https://revistas.ung.br/index.php/educacao/article/view/112. Acesso em: 11 ago. 2025.

CABRAL, João M. Peixoto. História breve dos pigmentos. **Química,** n. 62, p. 57-64, 2006.

CAMPANINI, Barbara Doukay; ROCHA, Marcelo Borges. Ciência e arte: contribuições do teatro cientifico para o ensino de ciências em atas do ENPEC. **Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências–XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC**, 2017.

CARVALHO, Paulo Roberto de; MANSANO, Sonia Regina Vargas. Da arte figurativa à arte abstrata: uma análise psicológica. **Revista Polis e Psique**, v. 10, n. 1, p. 30-46, 2020.

CARVALHO, Taina de Araújo; REIS, José Claudio. Diálogos entre Ciência e Arte: Uma leitura a partir da obra de Remedios Varo para um Ensino sobre as Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 173-196, 2020.

CHAPTALL, M. J. A. **Quimica palicada a las artes**. Barcelona: Imprenta de D. Antonio Brusi, 1821.

CITELLI, Adilson. Comunicação e linguagem: diálogos, trânsitos e interditos. **Matrizes**, v. 2, n. 1, p. 13-30, 2008.

CLAESZ, Pieter. **Vanitas-Stillleben**. 1656. 1 pintura (óleo sobre painel de carvalho), 40,8 × 61,4 cm. Disponível em: https://www.khm.at/en/artworks/vanitas-stillleben-478. Acesso em 8 out. de 2025.

COELHO, André Leite. Antotipia: processo de impressão fotográfica. 2013. 85 f. Dissertação (mestrado em artes) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Artes, 2013.

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Prêmio Fotografia-Ciência&Arte**, 2024. Disponível em https://www.gov.br/cnpq/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/premios/pfoto/premio-fotografia-ciencia-arte. Acesso em 24 mar. 2025.

COSTA, Ideval Souza; ANDRADE, Fábio Ramos Dias de. Experimentos didáticos de cristalização. **Terrae didatica**, v. 10, n. 2, p. 91-104, 2014.

COSTA, Lorena Braga. Processos fotográficos históricos: antotipia e fitotipia. 2022. 148 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Campus Universitário de Marabá, Instituto de Linguística, Letras e Artes, Faculdade de Artes Visuais, Curso de Licenciatura em Artes Visuais, Marabá, 2022. Disponível em: http://repositorio.unifesspa.edu.br/jspui/handle/123456789/2119. Acesso em: 11 mar. 2025.

COUCHOT, Edmond. **A natureza da arte**: o que as ciências cognitivas revelam sobre o prazer estético. São Paulo: Editora UNESP, 2018.

COVALESKI, Rogério Luiz. Artes e comunicação: a construção de imagens e imaginários híbridos. **GALÁxIA. Revista Interdisciplinar de Comunicação e Cultura**, n. 24, p. 89-101, 2012.

CRUZ, António João. Para que serve à história da arte a identificação dos pigmentos utilizados numa pintura. **ARTIS–Revista do Instituto de História da Arte da Faculdade de Letras de Lisboa**, v. 5, p. 445-462, 2006.

CRUZ, Marília Thaís Navarro Olschowsky da. **Natureza-morta e outras reflexões sobre o tempo: experimentos sobre o gênero**. 2015. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado - Artes Visuais) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Artes, 2015.

CULTURA MARAJOARA, **Urna funerária Marajoara**, Ilha de Marajó, PA, [400–1400]. Cerâmica antropomorfa. Acervo do Museu do Encontro (Forte do Presépio), Belém, PA

DALL'OLIO, Rafael Luis dos Santos. O desenvolvimento da fotografia como um instrumento científico no século XIX. **Khronos**, n. 18, p. 1-28, 2025.

DEBRET, Jean-Baptiste. **Porteurs de lait et Vendeur de capim**. 1 litogravura colorida, 32,5 cm x 21,5 cm. Acervo da Biblioteca Histórica do Itamaraty, Rio de Janeiro. Disponível em: https://atom.itamaraty.gov.br/index.php/icon-b6-2-2-1835-15. Acesso em 18 mar. 2025.

DONAGE MACRAMÊ. **TUTORIAL - Painel em Macramê com nó DNA - Ep.04 da Série Painéis Pequenos**. 2025. 1 vídeo (45 min 24 s). Publicado pelo canal Donage Macramê. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=gPlAwUiwBSQ. Acesso em: 16 out. 2025.

DONDIS, Donis A. **Sintaxe da linguagem visual**. 2º ed. São Paulo: Martins fontes, 1997.

DRAGÕES DE GARAGEM. **Cientirinhas #410 por @quadrinhorama**. [Post em rede social]. X, @dragoesgaragem. 19 mar. 2024. Disponível em: https://x.com/dragoesgaragem/status/1770043018839495021. Acesso em 13 maio de 2024.

DRAGÕES DE GARAGEM. **Cientirinhas #412 por @quadrinhorama**. [Post em rede social]. X, @dragoesgaragem. 25 mar. 2024. Disponível em: https://x.com/dragoesgaragem/status/1772235361181204861. Acesso em 13 maio de 2024.

DUART, Hamilton Emídio. **Anatomia Humana**. 1 ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

DUCHAMP, Marcel. O ato criador. *In:* BATTCOCK, Gregory (Org.). **A nova arte**. São Paulo: Perspectiva, 2013, p. 71-74.

DUQUE, Thatiane Mendes; DUARTE, Izabela Soraia; FERRON, Vitória Ferreira. TÊXTEIS EMBRIONÁRIOS: EXPERIMENTAÇÕES EM ARTE E CIÊNCIA. 2022.

ECO, Umberto. **A definição da arte**. Rio de Janeiro: Record, 2016

ECO, Umberto. **Interpretação e superinterpretação**. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2018.

ECO, Umberto. ***Lector in fabula****: la cooperación interpretativa en el texto narrativo*. Barelona: Editoral Lumen, 1993.

ECO, Umberto. **Obra aberta:** formas e indeterminações nas poéticas contemporâneas. São Paulo: Perspectiva, 2015.

ECO, Umberto. **Tratado geral de semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 1997.

EICHLER, Marcelo Leandro; EICHLER, Tatiana Zarichta Nichele; DEL PINO, José Claudio. Estética e ensinagem na perspectiva da físico-química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 4, n. 2 (esp), p. 174-193, 2018.

ELEMENTO. *In:* **Michaelis On-line**. São Paulo, 2019. Disponível em: https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/elemento/. Acesso em: 23 out. 2025.

ELKINS, James. Art History and Images That Are Not Art. **The Art Bulletin**, *[S. l.]*, v. 77, n. 4, p. 553–571, 1995. DOI: https://doi.org/10.2307/3046136. Acesso em: 14 mar. 2025.

EMILIANO, Carmézia. **Wazaká–Árvore da vida**. 2022. 1 pintura, óleo sobre tela, 70 x 60 cm. Museu de Arte de São Paulo Assis Chateaubriand (MASP), São Paulo. Disponível em:) https://masp.org.br/acervo/obra/wazakaarvore-da-vida. Acesso em 08 out. 2025.

ESCRIBANO-BELMAR, Beatriz; CAEROLS-MATEO, Raquel; THOMPSON, Reynaldo. The Interrelation of Art, Science, and Technology from a Cognitive Dimension: Art as a Way of Knowledge and the STEAM Methodology as the Answer. **Rupkatha journal on interdisciplinary studies in humanities**, *[S. l.]*, v. 15, n. 3, p. 1-13, 2023. DOI: https://doi.org/10.21659/rupkatha.v15n3.11. Acesso em: 23 jan 2025.

ESTILIZAR. *In:* **Michaelis On-line**. São Paulo, 2019. Disponível em: https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/estilizar/. Acesso em: 08 out. 2025.

FAIAD, Caio Ricardo. Arte afro-brasileira e Química: caminhos interdisciplinares para a Educação das Relações Étnico-Raciais. **ReDiPE: Revista Diálogos e Perspectivas em Educação**, *[S. l.]*, v. 2, n. 2, p. 213–228, 2020. Disponível em: https://periodicos.unifesspa.edu.br/index.php/ReDiPE/article/view/1474. Acesso em: 11 mar. 2025.

FAIAD, Caio Ricardo; LIMA, Gabriela Aparecida de; MARINGOLO, Cátia Cristina Boaiuva. Conhecimento que Vale Ouro: Química e Cultura Negra para Educação Escolar Quilombola. **Revista Debates em Ensino de Química**, *[S. l.]*, v. 7, n. 2, p. 38–53, 2021. Disponível em: https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/4213. Acesso em: 11 mar. 2025.

FARTHING, S. **Tudo sobre arte**. Rio de Janeiro: Sextante, 2011.

FERDINAND; SAI, Hiroaki; WILLIAM; BEAUCAGE, Peter A.; SUSCA, Ethan M.; THEDFORD, R. Paxton; WIESNER, Ulrich B. Molecules to Masterpieces: Bridging Materials Science and the Arts. **Advanced Materials**, *[S. l.]*, 2024. DOI: https://doi.org/10.1002/adma.202413939. Acesso em: 25 fev. 2025.

FERNANDES JUNIOR, Marco Antonio João; CALUZI, João José. Concepções sobre Interdisciplinaridade entre Arte e Ciências: estudo a partir do relato de um professor e de alunos da Educação Básica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, p. e20045, 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/1516-731320200045. Acesso em: 6 mar. 2025.

FERNANDEZ MANZANO, Reynaldo; FERNANDEZ BARBOSA, Eva Luz. La Fragua. Ejemplo transversal de química, música y artes plásticas. **Educ. quím**, Ciudad de México, v.31, n.4, p.2-8, 2020. Disponível em <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2020000400002&lng=es&nrm=iso>. accedido en 11 marzo 2025. Epub 30-Jul-2021. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.4.75423.

FERREIRA, Miriam Ribeiro .; TEODORO, Paulo Vitor . A MÚSICA NA DIDÁTICA EM CIÊNCIAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA A PARTIR DOS ANAIS DO ENEQ. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC** , v. 15, n. 1, p. 7-22, 30 jan. 2025.

FIORIN, José Luiz. A linguagem humana: do mito a ciência. *In*: FIORIN, José Luiz (Org.). **Linguística? Que é isso?** São Paulo: Contexto, p.11-24, 2013.

FLEERACKERS, Alice; PAIGE BROWN JARREAU; KROLIK, Julia. Why create SciArt? An investigation into science artists' goals and professional journeys. **JCOM, journal of science communication**, *[S. l.]*, v. 21, n. 06, p. A05–A05, 2022. DOI: https://doi.org/10.22323/2.21060205.

FORTES JÚNIOR, Hugo Fernando Salinas. Interações entre natureza e ciência na arte contemporânea. **Art&Sensorium**, v. 1, n. 02, p. 79-96, 2014.

FORTES, Hugo. Problematizações acerca da imagem enquanto conhecimento da natureza. **Prometeica**, *[S. l.]*, n. 17, p. 7–15, 2018. DOI: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6522503.pdf. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6522503. Acesso em: 13 mar. 2025.

FREIRE, Cristina. **Arte Conceitual.** Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

FURLANETTO, Beatriz Helena. A Arte como Forma Simbólica. **Revista Científica/FAP**, v. 9, p. 36-50, 2012.

Galvão, Pedro. **Filosofia**: uma introdução por disciplinas. Lisboa: Edições 70, 2013.

GENERA. **Rosalind Franklin e a fotografia mais famosa da genética**. 2019. Disponível em: https://www.genera.com.br/blog/rosalind-franklin/. Acesso em 16 out. 2025.

GIRARDELLO, Gilka. Imaginação: arte e ciência na infância. **Pro-posições**, v. 22, p. 72-92, 2011.

GLAFKIDÈS, Pierre. **Química Fotográfica.** Barclona: Ediciones Omega, S. A., 1953.

GLAUBER, Johann Rudolf**. A description of new philosophical furnaces, or, a new art of distilling, divided into five parts**: whereunto is added a description of the tincture of gold, or the true aurum potabile: also the first part of the mineral work. London: Printed by Richard Coats, for Tho: Williams, 1651. Disponível em: https://wellcomecollection.org/works/xwra82aj/images?id=a798qnxd . Acesso em 16 mar. 2025.

GOMERTZ, Will. **Como os artistas veem o mundo**. Rio de Janeiro: Zahar, 2023

GOMERTZ, Will. **Isso é arte?**. Rio de Janeiro: Zahar, 2013.

GOMES, Denise M. C. "A Cerâmica Arqueológica da Amazônia e as Urnas Funerárias Marajoaras." **Revista de Arqueologia**, v. 20, n. 1, 2007, pp. 45-62.

GONÇALVES, Fernando. Comunicação, cultura e arte contemporânea. **Contemporânea**, v. 5, n. 1, p. 2-10, 2007.

GORRI, Ana Paula; SANTIN FILHO, Ourides. Representação de temas científicos em pintura do século XVIII: um estudo interdisciplinar entre química, história e arte. **Química nova na escola**, v. 31, n. 3, p. 184-189, 2009.

GRIPPO, Víctor. **La papa dora la papa, la conciencia ilumina la conciencia.** 1978. 1 assemblage, batatas, eletrodos de cobre e zinco, redoma de acrílico, fios elétricos, voltímetro, [s. d.].

GUERREIRO, Vítor. Valor estético, valor cognitivo e o conceito de 'forma' na arte. **Estética e filosofia da arte: coletânea de artigos e ensaios**, 2023. Disponível em: https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/155702. Acesso em 23 mar. 2025.

GUIMARÃES, Luciana Mamus; SILVA, Camila Silveira da. A contribuição da Arte para a formação inicial de professores de Química. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p. 226-239, 2016.

GUZMÁN, Hulda. **Wednesday morning**. 2019. 1 pintura (guache acrílico sobre tela), tríptico, 122 × 225 cm. Coleção John Berggruen.

HART, George. What Can We Say About “Math/Art”?. **Notices of the American Mathematical Society**, *[S. l.]*, v. 71, n. 04, p. 520–525, 2024. DOI: https://doi.org/10.1090/noti2920. Acesso em: 25 fev. 2025.

HEADE, Martin Johnson. **Orchid and hummingbird near a mountain waterfall**. 1902. 1 pintura, óleo sobre tela, 33 × 45,7 cm. Museo Nacional Thyssen-Bornemisza, Madri. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Martin_Johnson_Heade#/media/Ficheiro:Martin_Johnson_Heade_-_Orchid_and_Hummingbird_near_a_Mountain_Waterfall.jpg. Acesso em 08 out. 2025.

HESSEL, Katy. **A história da arte sem homens**. Rio de Janeiro: Rosa dos tempos, 2024.

HEYLIGHEN, Francis; PETROVIĆ, Katarina. Foundations of ArtScience: Formulating the Problem. **Foundations of Science**, *[S. l.]*, v. 26, p. 225–244, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/s10699-020-09660-6.

HOPPER, Edward. **Office at Night**. 1940. 1 pintura, óleo sobre tela, 56,4 × 63,8 cm. Walker Art Center, Minneapolis. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Office_at_Night. Acesso em 25 out. 2025.

IANNI, Octavio. Variações sobre arte e ciência. **Tempo Social**, v. 16, p. 7-23, 2004.

INSTITUTO INHOTIM. **Victor Grippo**, [20--]. Disponível em https://www.inhotim.org.br/item-do-acervo/victor-grippo/. Acesso em 5 nov. 2025.
JABUR, Julia; SCHMIDT, Sarah. Pesquisadores usam inteligência artificial em tarefas acadêmicas. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, ed. 352, p. 28-31, jun. 2025. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/pesquisadores-usam-inteligencia-artificial-em-tarefas-academicas/. Acesso em: 4 nov. 2025

JAFFÉ, Aniela. O simbolismo nas artes plásticas. **O homem e seus símbolos**, v. 2, p. 312-367, 1964.

JOLY, Martine. **Introdução a análise da imagem.** 14 ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

JORQUERA, Carolina Castro. **El caminho de la conciencia**: Mira Schendel, Victor Grippo, Cecilia Vicuña. Chile: Salesianos Impresores S.A., 2020.

KALANTARI, Bahman. Art and Math via Cubic Polynomials, Polynomiography and Modulus Visualization. **LASER Journal**, v. 2, n. 1, p. 1, 2024.

KIRCHOF, Edgar Roberto. Umberto Eco e a estética semiótica**. Revista Prâksis**, v. 1, p. 41-48, 2007.

KLEIN, Cornelis; DUTROW, Barbara. **Manual de ciências dos minerais**. Porto Alegra: Bookman, 2012.

KLINT, Hilma af. **Altarpiece, No. 2 (Grupo X, Retábulos)**. 1915. Óleo e folha de ouro sobre tela, 238 x 179,5 cm. Fundação Hilma af Klint, Estocolmo. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Hilma_af_Klint. Acesso em 15 out. 2025.

KLINT, Hilma af. **Primordial Chaos, No. 16 (Grupo I, Caos Primordial)**. 1906. Óleo sobre tela, 53,5 x 37 cm. Fundação Hilma af Klint, Estocolmo. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Hilma_af_Klint. Acesso em 15 out. 2025.

KLINT, Hilma af. ***The Large Figure Paintings, No. 5, Group III, The Key to All Works to Date***. 1907. Óleo sobre tela, 53,5 x 37 cm. Fundação Hilma af Klint, Estocolmo. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Hilma_af_Klint. Acesso em 15 out. 2025.

KOCH, Ingedore Villaça. **Ler e Escrever:** estratégias de produção textual. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2023.

KOSTER, Chris. **Obra da série *Infinite***. 2019. 1 arte digital. Disponível em: https://www.coax.org.uk/artists-2019/#jp-carousel-2901. Acesso em 20 out. 2025.

KUNDLATSCH, Aline; CORTELA, Beatriz Salemme Corrêa. Uma revisão de base cienciométrica sobre as Histórias em Quadrinhos no Ensino de Química: uma análise do ENPEC, ENEQ e RASBQ. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, *[S. l.]*, v. 2, n. 2, 2019. DOI: 10.30691/relus.v2i2.1480. Disponível em: https://revistas.unila.edu.br/relus/article/view/1480. Acesso em: 13 mar. 2025.

KURY, Lorelai. As expedições naturalistas no Brasil no século XIX: o período da Independência foi uma época áurea para as viagens científicas de europeus ao Brasil. 200 anos depois, devemos refletir sobre o tipo de conhecimento que produzimos e sobre o que queremos para o século XXI. **Ciência e Cultura**, v. 74, n. 3, p. 1-6, 2022.

KURY, Lorelai. Plantas sem fronteiras: jardins, livros e viagens, séculos XVIII-XIX *In:* Lorelai Kury (ed.) **Usos e circulação das plantas no Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, 2013.

LAGE, M. C. S. M. Análise química de pigmentos de arte rupestre do sudeste do Piauí. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, v. 2, p. 89-101, 1997.

LANGER, Susanne K. **Sentimento e Forma**. São Paulo: Perspectiva, 1980.

LEICESTER, Henry M. **The Historical Background of Chemestry**. New York: Dover Publications, 1971.

LEITE, Monica Regina Vieira. **Arte e Ciência**: contribuições de um ensino para a criatividade na formação de professores de Química e Artes Visuais. 2024. Orientadora: Sandra Regina Teodoro Gatti. 357 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2024.

LEITE, Mônica Regina Vieira; GATTI, Sandra Regina Teodoro. Arte e Ciência na formação de professores: um levantamento em revistas e eventos da área de ensino de Ciências (2001-2021). **Educação: Teoria e Prática**, *[S. l.]*, v. 33, n. 66, 2023. DOI: https://doi.org/10.18675/1981-8106.v33.n.66.s17377. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1981-81062023000100134&script=sci_arttext. Acesso em: 6 mar. 2025.

LEITE, Mônica Regina Vieira; TEODORO GATTI, Sandra Regina. A importância de aspectos artísticos presentes na Alquimia no desenvolvimento da criatividade no ensino de Química. **Educação Química en Punto de Vista**, *[S. l.]*, 2023. Disponível em: https://revistas.unila.edu.br/eqpv/article/view/3260. Acesso em: 10 mar. 2025.

LEOPARDI, Maria Tereza. Ciência e arte: um diálogo possível. **Texto & contexto enferm**, p. 11-7, 1996.

LIMA, Ana Luiza Lorenzen. **Modelos Atômicos**. Brasil Escola, 2026. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/fisica/modelos-atomicos.htm. Acesso em 02 mar. 2026

LOPES, Bárbara Martins; DOS SANTOS FENNER, Roniere; TEIXEIRA, Maria do Rocio Fontoura. Estudos botânicos no Brasil nassoviano: o herbário de Marcgrave e suas contribuições para a difusão do conhecimento. **# Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, 2020.

LOPES, Silva. A POÉTICA DO MOVIMENTO E OS OBJETOS EXCITÁVEIS DE SÉRVULO ESMERALDO. **Revista Poiésis**, *[S. l.]*, v. 24, n. 42, p. 35–47, 2023. DOI: https://doi.org/10.22409/poiesis.v24i42.61279. Acesso em: 25 fev. 2025.

LOPES, Valter Frank de Mesquita. **A QUESTÃO DO ESTILO NOS ESTUDOS DE OBRAS DE ARTE THE QUESTION OF STYLE IN STUDIES OF ARTWORKS**, 2018.Disponível em: https://anpap.org.br/anais/2018/content/PDF/27encontro_____LOPES_Valter_Frank_de_Mesquita.pdf. Acesso em: 10 set. 2025.

MACHADO, Karlos Alves. Uma perspectiva da bioarte como meio de comunicação da ciência. 2021. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas - Bacharelado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

MADRIGAL, Liliana García; GUADARRAMA, Axayacatl Morales. Neuroestética. **Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería**, n. 137, p. 98-103, 2024.

MAGNIFIC. **Distillation sistem**, ([20--]). Disponível em: https://br.freepik.com/vetores-gratis/diagrama-do-processo-de-destilacao-para-educacao_18429008.htm#from_element=cross_selling__vector. Acesso em 20 nov. 2025

MAGRITTE, René. **L'Empire des lumières**. 1954. 1 pintura, óleo sobre tela, 146 × 114 cm. Musées Royaux des Beaux-Arts de Belgique, Bruxelas. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/The_Empire_of_Light#/media/File:The_Empire_of_Light_Belgium.jpg Acesso em 14 out. 2025.

MAIA, Dennys Leite; CARVALHO, Rodolfo Araújo De; APPELT, Veridiana Kelin. Abordagem STEAM na educação básica brasileira: uma revisão de literatura. **Revista Tecnologia e Sociedade**, *[S. l.]*, v. 17, n. 49, p. 68, 2021. DOI: 10.3895/rts.v17n49.13536. Disponível em: http://dx.doi.org/10.3895/rts.v17n49.13536. Acesso em 11 jan 2025.

MARÍN-MARÍN, José-Antonio; MORENO-GUERRERO, Antonio-José; DÚO-TERRÓN, Pablo; LÓPEZ-BELMONTE, Jesús. STEAM in education: a bibliometric analysis of performance and co-words in Web of Science. **International Journal of STEM Education**, *[S. l.]*, v. 8, n. 1, 2021. DOI: https://doi.org/10.1186/s40594-021-00296-x.

MARR, ALEXANDER. Knowing Images. **Renaissance Quarterly**, *[S. l.]*, v. 69, n. 3, p. 1000–1013, 2016. DOI: https://doi.org/10.2307/26559925. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/26559925.

MARTÍN-FERNÁNDEZ DE LA TORRE, Néstor. **Sátiros**. 1930. 1 série de pinturas, óleo sobre tela/técnica mista Museo Néstor, Las Palmas de Gran Canaria. Disponível em: https://www.bonart.cat/en/n/45325/39nestor-rediscovered39-recovers-the-figure-of-the-artist-nestor-martin-fernandez. Acesso em 16 out. 2025.

MARTINHAK, Simone. **Subjetividade no fotodocumentalismo artístico de Sebastião Salgado**. 2017. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Artes Híbridas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

MARTUL, Carmen. **Enciclopédia Ilustrada dos minerais, rochas e fósseis.** São Paulo: Queen Book, 2024.

MAYER, Ralph. **Manual do artista.** São Paulo: Martins Fontes, 2016.

MIRANDA, Fabrício; HUECK, Karin; GIANORDOLI, Gabriel. Todas as cores da arte. **Superinteressante**, São Paulo, dez. 2016. Seção Infográfico. Disponível em: https://super.abril.com.br/wp-content/uploads/2016/12/info5.jpg?quality=70&strip=all. Acesso em: 16 set. 2026.

MIRANDA, Paulo Emílio V. de. A Arte da Matéria e a Matéria da Arte. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 20, p. I-II, 2015.

MLÉNDEZ, Andrés Trancoso. Estilo, arte rupestre y sociedade em la zona central del chile**. Complutum**, vol. 13, p. 135-153, 2002. Disponível em: https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/122003. Acesso em 10 set. 2025

MLODINOW, L. **De primatas a astronautas**: a jornada do homem em busca do conhecimento. Rio de Janeiro: Zahar, 2015.
MORAES, Julia Nolasco Leitão De. **Museu, informação artística e "poesia das coisas": a divulgação artística em museus de arte**. 2014. Tese (Doutorado em Ciências da Informação) - Insitituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 2014

MYCZKOWSKI, Rafael Schultz; LIMA, Ismael De; CARVALHO, Claudia Wollmann; DE, Wemerson; GELLER, Ana Maria. A Experimentação Fotográfica como Vértice do Estudo de Química, Física e Arte. **Revista Debates em Ensino de Química**, *[S. l.]*, v. 8, n. 3, p. 82–96, 2022. DOI: https://doi.org/10.53003/redequim.v8i3.5433

NACCA, Giovana. **Quais os significados sociais e poéticos das obras de Carmézia Emiliano?** 2023. Disponível em: https://artequeacontece.com.br/quais-os-significados-sociais-e-poeticos-das-obras-de-carmezia-emiliano/. Acesso em 08 out. 2025.

NASA. **Actively Forming Star System Lynds 483 (NIRCam Image)**, 2024. Disponível em: https://webbtelescope.org/contents/media/images/2025/111/01JM03BFKHQ4TXFENM7XQHY405 (Acesso em 24 mar. 2025).

NASCIMENTO, Abdias. **Okê Oxóssi**. 1970. 1 pintura, acrílica sobre tela, 90 x 60 cm. Museu de Arte de São Paulo Assis Chateaubriand (MASP). Disponível em: https://masp.org.br/index.php/acervo/obra/oke-oxossi. Acesso em 02 set 2025.

OCVIRK, Otto G.; STINSON, Robert E.; WIGG, Philip R.; BONE, ROBERT O.; CAYTON, David L. **Fundamentos de arte:** Teoria e Prática. 12 ed. Porto Aegre: AMGH, 2014.

OKI, Maria da Conceição Marinho. O conceito de elemento da antiguidade à modernidade. **Química Nova na Escola**, v. 16, n. 1, p. 21-25, 2002.

OLIVA, Alberto. **Teoria do conhecimento**. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

OSTROWER, Fayga. **Universos da arte**. Campinas, São Paulo: editora Unicamp, 2013.

PANOFSKY, Erwin. **Significado nas artes visuais.** São Paulo: Perspectiva, 2014.

PEITGEN, Heinz-Otto; RICHTER, Peter H.; FRANKE, Herbert W. Refractions of Science into Art. **The beauty of fractals: images of complex dynamical systems**, p. 181-188, 1986.

PETTER, Margarida. Linguagem, Língua, Linguística. *In*: FIORIN, José Luiz (Org.). **Introdução a linguística**. São Paulo: Contexto, 2012.

PICASSO, Pablo. **Le Taureau** (O Touro). 1945. 1 litografia, pb, 28,9 x 41 cm. Museu Picasso, Paris. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Le_Taureau. Acesso em 20 out. 2025.

PINHEIRO, Bárbara Carine Soares. O período das artes práticas: A química ancestral africana. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 1, p. 4-15, 2020.

PINHEIRO, Bruna Duailibe Ferreira,; BEZERRA, Cícero Wellington Brito. A Química na arte: composição, reações e o desenvolvimento de materiais artísticos. **Mens Agitat**, *[S. l.]*, v. 17, p. 66–81, 2022. Disponível em: https://mensagitat.org/data/documents/17-2022-66-81.pdf.

PINTO NETO, Pedro da Cunha. Química e literatura na formação de professores. **Educ. Teoria Prática**, Rio Claro , v. 22, n. 40, p. 114-127, ago. 2012 . Disponível em <http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-81062012000200008&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 11 mar. 2025.

Pinto, Luís; Zagalo, Nelson. A imagem epistémica entre o saber e o fazer crer. *In*: Pinto-Coelho, Zara; Fidalgo, Joaquim. **Comunicação e Cultura: II Jornada de Doutorandos em Ciências da Comunicação e Estudos Culturais**. Universidade do minho, p. 184-199, 2025. Disponível em:

http://www.lasics.uminho.pt/ojs/index.php/cecs_ebooks/issue/view/130/showToc. Acesso em: 14 mar. 2025.

PINZARI, Francesca Romana. **It was just na accident n. 2**. 2021. 1 escultura, Cristais de sulfato de cobre sobre cadeira vintage, [s. d].

PINZARI, Francesca Romana. **It was just na accident N.2.** 2021. Cristais de Sulfato de cobre sobre cadeira vintage.

PISO, Guilherme; MARCGRAF, George. **Historia Naturalis Brasiliae**. Amsterdã: Ludovicum Elzevirium; Leida: Franciscus Hackium, 1648. Disponível em: https://www.brasilianaiconografica.art.br/obras/18275/ilustracoes-botanicas. Acesso em 20 nov. 2025.

POMBO, Olga. Introdução. *In*: POMBO, Olga; Di Marco, Silvia. (org.). **As imagens com que a ciência se faz.** Lisboa: Fim do século, 2010.

POMBO, Olga. Quatro notas sobre ciência, filosofia e filosofia da ciência. In BARBOSA, A.; VALE, F. M.; COSTA, P. (eds.) **Gravitações Bioéticas.** Lisboa: Centro de Bioética, p. 241-256, 2012.

PORTILLO-BLANCO, Ane; DEPREZ, Hanne; DE COCK, Mieke; GUISASOLA, Jenaro; ZUZA, Kristina. A Systematic Literature Review of Integrated STEM Education: Uncovering Consensus and Diversity in Principles and Characteristics. **Education Sciences**, *[S. l.]*, v. 14, n. 9, p. 1028, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/educsci14091028. Disponível em: https://www.mdpi.com/2227-7102/14/9/1028. Acesso em: 11 fev 205.

PORTO, Paulo Alves. Augusto do Anjos: ciência e poesia. **Química nova na escola**, n. 11, p. 30-34, 2000.

POVO EDO (Reino do Benim, Nigéria). **Placa do Reino do Benim** [Placa de latão figurando cortesãos]. [Séc. XVI–XVII]. 1 placa esculpida em metal, fundição por cera perdida, 48 cm × 38 cm × 8 cm. British Museum, Londres. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Bronzes_do_Benim. Acesso em 18 mar. 2025

POVO TUPINAMBÁ. **Vasilha cerâmica (Prato / Igaciaba)**. S.d. [c. séc. XV-XVII]. Cerâmica modelada e pintada com pigmentos naturais, dimensões variáveis. Acervo Museu de Arte de São Paulo Assis Chateaubriand (MASP), São Paulo. Disponível em: https://acervodigital.unesp.br/bitstream/unesp/337793/8/ehm_ito%20%288%29.jpg. Acesso em 15 out. 2025.

PRETA, Alma. **Abdias Nascimento questionou arte da Europa e reivindicou modernismo negro,** 2021. Disponível em https://almapreta.com.br/sessao/cultura/abdias-nascimento-questionou-arte-da-europa-e-reivindicou-modernismo-negro/. Acesso em 02 out. 2025

PUPPIES PUPPIES. **A sculoture for Trans Women A sculoture for the Non-Binary Femmes A sculpture for Two-Spirit People . I am a woman. I don't care what you think . (Transphobia is everywhere and evervone is susceptible to enactina it at any moment) (Unlearn the transphobia brewing within) I am a Trans Women. I am a Two-Spirit Person. I am a Woman. This is for my sisters and siblings everywhere. History erased many of us but we are still here. I will fight for our rights until the day I die. Exile me and**

I'll keep fighting., 2022. 1 escultura em bronze, 190 x 60 x 60 cm. Museu de Arte de São Paulo Assis Chateaubriand (MASP).

R/TWITTER_BRASIL. **Fascinante.** [Post em fórum online]. Reddit, r/askacademico, 02 mar. 2024. Disponível em: https://www.reddit.com/r/Twitter_Brasil/comments/1b519am/fascinante/?rdt=35530. Acesso em 29 mar. 2025.

RAZZOLINI RAMIRES, Júlia; DENISE MISKINIS SALGADO, Tania. TRAZENDO O CORPO PARA A CENA: UMA ATIVIDADE INTERDISCIPLINAR ENVOLVENDO QUÍMICA E DANÇA. **Revista Diálogos Interdisciplinares**, *[S. l.]*, v. 3, n. 15, p. 205–225, 2024. DOI: https://doi.org/10.55028/gepfip.v3i15.21356. Acesso em: 13 mar. 2025.

REIS, José Claudio; GUERRA, Andreia; BRAGA, Marco. Ciência e arte: relações improváveis? **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13 (suplemento), p. 71-87, 2006.

RENOWDEN, Christina; BEER, Tanja; MATA, Luis. Exploring integrated ArtScience experiences to foster nature connectedness through head, heart and hand. **People and Nature**, *[S. l.]*, v. 4, n. 2, p. 293–587, 2022. DOI: https://doi.org/10.1002/pan3.10301.

REVISTA FAPESP. **A evolução da pintura segundo a física**. 2018. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/a-evolucao-da-pintura-segundo-a-fisica/. Acesso em: 25 fev. 2025.

REVISTA RESTAURO. **Questões químicas no restauro e na conseração**. 2017. Disponível em https://revistarestauro.com.br/questoes-de-quimica-no-restauro-e-na-conservacao/. Acsso em 11 mar. 2025.

RIBEIRA, Henrique Lima; CAIXETA, Fábio Viegas; VENÂNCIO, Patrícia Espindola Mota; MONTEIRO, Luis Carlos Pereira; RAMOS, Isabela Almeida. Neuroestética da dança: uma análise neurobiológica do dançarino ao espectador. **Pensar a Prática**, v. 27, p. e. 76031, 2024.

RIBEIRO, J. **As imagens da Ciência, 1993.** Disponível em: <http://bocc.ubi.pt/pag/ribeiro-jose-as-imagens-da-ciencia.html>. Acesso em: 14 nov ~~de~~ 2017.
RIBEIRO, Thiago Fernandes; =. **Representação da morte na arte contemporânea: um olhar para os retratos como vanitas**. 2018. Dissertação (Mestrado em Artes Visuais) – Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018

RODRIGUES, Felipe de Oliveira; BARROS, José Márcio. Considerações sobre as divergências e convergências entre arte e comunicação. **Vozes e Diálogo**, v. 22, n. 1, p. 27-38, 2023.

RODRIGUES-SILVA, Jefferson; ALSINA, Ángel. Conceptualising and framing STEAM education: what is (and what is not) this educational approach? **Texto Livre: Linguagem e Tecnologia**, *[S. l.]*, v. 16, p. 1-13, 2023. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-3652.2023.44946.

ROOB, Alexander. **Alchemy & mysticism.** Colônia, Alemanha: Taschen, 2011**.**

ROOT-BERNSTEIN, B.; SILER, Todd; BROWN, Adam; SNELSON, Kenneth. ArtScience: Integrative collaboration to create a sustainable future. **Leonardo**, v. 44, n. 3, p. 192–192, 2011

ROOT-BERNSTEIN, Robert Scott. On paradigms and revolutions in science and art: The challenge of interpretation. **Art Journal**, v. 44, n. 2, p. 109-118, 1984.

ROSA, Vanessa da Costa. A Primeira Missa no Brasil sob o olhar do presente. São Paulo: XXXVI Colóquio do Comitê Brasileiro de História da Arte – Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP, 2016. p. 754-765. Disponível em: . Acesso em: 10 out. 2025.

SÁEZ, María del Carmen Moreno. Aplicaciones didácticas de la cianotipia en la educación artística. Un proceso compatible con el medio ambiente = Educational appliations with cyanotype in art education. A photographic process compatible with environment. **Ardin. Arte, Diseño e Ingeniería**, *[S. l.]*, n. 5, p. 31–46, 2016. DOI: https://doi.org/10.20868/ardin.2016.5.3290. Acesso em: 11 mar. 2025.

SAINT-DIDIER, Alexandre-Toussaint Limojon De. **The Hermetical Triumph: or, The Victorious Philosophical Stone**: a treatise more compleat and more intelligible than any has been yet, concerning the Hermetical magistery. London: P. Hanet, 1723. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/The_Hermetical_Triumph. Acesso em 13 mar. 2025.

SALGADO, Sebastião. **Gênesis**. Colônia: Taschen, 2013. 520 p. Disponível em: https://www.flickr.com/photos/jampa/10909935673/. Acesso em 24. Mar 2025.

SANTAELLA, Lúcia. **A assinatura das coisas:** Peirce e a literatura. Rio de Janeiro: Imago, 1992.

SANTAELLA, Lucia. **Leitura de imagens**. São Paulo: Editora Moderna, 2012.

SANTAELLA, Lúcia. **O que é semiótica?** São Paulo: Editora Brasiliense, 1983.

SANTOS, Antônio José dos; CONCEIÇÃO, Maria Inês Gandolfo. Espiral psicodramático: ciência e arte do aquecimento. **Revista brasileira de psicodrama**, v. 22, n. 1, p. 54-64, 2014.

SANTOS, Gerson Tenório. O leitor-modelo de Umberto Eco e o debate sobre os limites da interpretação. **Kalíope. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Literatura e Crítica Literária**, v. 3, n. 6, 2007.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. **DNA**. Brasil Escola, 2026. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/biologia/dna.htm. Acesso em 02 mar. 2026

SAWADA, Anunciata Cristina Marins Braz; FERREIRA, Francisco Romão; ARAÚJO-JORGE, Tania Cremonine De. Cienciarte ou ciência e arte? Refletindo sobre uma conexão essencial. **Revista Educação Artes e Inclusão**, v. 13, n. 3, p. 158–177, 2017.

SCHMITZ, Pedro Ignácio**. A Cerâmica Funerária da Fase Marajoara: Estudo Tecnológico e Simbólico**. São Paulo: Edusp, 1999.

SHOU, Hua. ***十四經發揮* (*Expression of the Fourteen Meridians*)**. Disponível em: https://www.nlm.nih.gov/hmd/topics/chinese-traditional/foundation-text_8105422-page-sm.html?imgid=3. Acesso em 12 mar. 2025.

SILVA, Fernando Rodrigues da *et al*. **Análises ecológicas no R**. Recife: Nupeea; Bauru, SP: Canal 6, 2022. Disponível em: https://canal6.com.br/livreacesso/livro/analises-ecologicas-no-r/. Acesso em: 24 mar. 2025.

SILVA, Jo. A. P. O renascimento da relação entre arte e a ciência: discussão e possibilidades a partir do Codex entre Galileo e Cigoli no século XVII. **Visualidades**, v. 14, n. 2, p. 213-215, 2016.

SILVA, Matheus de Castro E; SILVA, Penha Souza E. A arte e a criatividade em uma atividade de formação continuada de professores de química. **Scientia Naturalis**, *[S. l.]*, v. 3, n. 2, p. 840–851, 2021. DOI: https://doi.org/10.29327/269504.3.2-34. Acesso em: 21 set. 2024.

SILVA, Matheus de Castro e; SILVA, Penha Souza. Panorama da integração entre Arte e ensino de Ciências: análises quantitativa e qualitativa. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, *[S. l.]*, v. 38, n. 1, p. 346–375, 2021. DOI: https://doi.org/10.5007/2175-7941.2021.e73277.

SILVA, Roberto Ribeiro; BOCCHI, Nerilso; ROCHA-FILHO, Romeu; MACHADO, Patrícia Fernandes L. **Introdução à química experimntal**. 3º ed. São Carlos, SP: EDUFSCar, 2019.

SILVEIRA, João Ricardo Aguiar Da; MALINA, Roger F.; LANNES, Denise. Arteciência: um retrato acadêmico brasileiro. **Ciência e cultura**, *[S. l.],* v. 70, n. 2, p. 46–55, 2018.

SILVEIRA, João. **Artscience, STEAM, SciArt, SEAD and much more: multiple names for a complex and transdisciplinary research field**, 2021. Disponível em: https://www.academia.edu/78183677/Artscience_STEAM_SciArt_SEAD_and_Much_More_Multiple_Names_for_a_Complex_and_Transdisciplinary_Research_Field. Acesso em 07 jan. 2025.

SILVÉRIO, Florença Freitas; MOTOKANE, Marcelo Tadeu. O corpo humano e o negro em livros didáticos de biologia. **Revista Contexto & Educação**, v. 34, n. 108, p. 26-41, 2019.

SMITH, Ray. **Manual Prático do Artista:** equipamentos, materiais, procedimentos, técnicas. Londres: Dorling Kindersley, 2006.

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

SOUSA, Jorge Pedro. **Elementos de teoria e pesquisa da comunicação e da mídia**. Porto: Editora letras contemporâneas, 2006.

SOUSA, Livia dos Santos; PINHEIRO, José Milton Lopes; ALVES, Giovana. AS ETNOGEOMETRIAS PRESENTES NAS OBRAS ARQUITETÔNICAS: UM OLHAR AOS FRACTAIS. **ARACÊ**, *[S. l.]*, v. 6, n. 4, p. 14284–14310, 2024. DOI: https://doi.org/10.56238/arev6n4-191. Acesso em: 25 fev. 2025.

SOUSA, Lorrayne Evangelista de; VILAS-BOAS, Adlane. Arte, Ciência e Educação: Um Encontro Necessário. **Revista Educação Pública**, v. 1, n. 2, 2022.

SOUSA, Lorrayne Evangelista de; VILAS-BOAS, Adlane. Arte, Ciência e Educação: Um Encontro Necessário. **Revista Educação Pública**, *[S. l.]*, v. 1, n. 2, 2022. DOI: https://doi.org/10.18264/repdcec.v1i2.61. Disponível em: https://educacaopublica.cecierj.edu.br/divulgacao-cientifica/index.php/educacaopublica/article/view/61/29. Acesso em: 6 mar. 2025.

SOUZA, Kauany Andressa de Oliveira; RIBEIRO, Júlia Caroline Alves; XAVIER, Miguel Gustavo. A alquimia. Scientia Naturalis, v. 1, n. 1, 2019.

TEIXEIRA, Clementina, ANDRÉ, Vânia; CHAVS, Sílvia; DIOGO, Hermínio; LOURENÇO, Nuno; MENESES, Felipe. Água Quase Tudo e Cloreto de Sódio: Purificação do Cloreto de Sódio. **Química, Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**, v. 106, p. 18-29, 2007a.

TEIXEIRA, Clementina, ANDRÉ, Vânia; LOURENÇO, Nuno; RODRIGUES, Maria José. Crescimento de Cristais por Nucleação Heterogénea: On the Rocks Revisited. **Ciência e Tecnologia dos Materiais**, v. 19, n. 12, 2007b.

TEIXEIRA, Clementina. Mandei Vir os Ácidos, as Bases e os Sais: Aplicações da Microscopia Química. **Química, Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**, v. 107, p. 41-45, 2007.

TRANSMUTAR. *In:* **Michaelis On-line**. São Paulo, 2019. Disponível em: https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/transmutar/. Acesso em: 23 out. 2025.
TREVISAN, Anderson Ricardo. Debret e a Missão Artística Francesa de 1816: aspectos da constituição da arte acadêmica no Brasil. **Plural**, v. 14, p. 9-32, 2007.

TSUTSUI, Thiago Takaji; TOLEDO, Thaiane De; MARTINS, Milene Rodrigues. "CÉU: DA ARTE E DA CIÊNCIA", UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR À LUZ DA BNCC. **Revista Ensino em Debate**, *[S. l.]*, v. 3, p. e2024019, 2024. DOI: https://doi.org/10.21439/2965-6753.v3.e2024019. Disponível em: https://revistarede.ifce.edu.br/ojs/index.php/rede/article/view/53. Acesso em: 6 mar. 2025.

TURKKA, Jaakko; HAATAINEN, Outi; AKSELA, Maija. Integrating art into science education: a survey of science teachers' practices. **International Journal of Science Education**, *[S. l.]*, v. 39, n. 10, p. 1403–1419, 2017. DOI: https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1333656.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Faculdade de Medicina. Central de Apoio Didático e Tecnológico. **Atlas de Anatomia**. Belo Horizonte: CADTEC, [20--?]. Disponível em: https://cadtec.medicina.ufmg.br/acervo/collections/show/1. Acesso em 08 out. 2025.

VASCONCELOS, Monica. 'O que a cegueira oferece à arte': a experiência de conhecer obras com sentidos além da visão. **BBC News Brasil**, Londres, 12 maio 2024. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/articles/c1597e4194no. Acesso em: 15 mar. 2025

VASCONCELOS, Monica. **O que a cegueira oferece à arte: a experiência de conhecer obras com sentidos além da visão**. BBC News Brasil, 2025. Disponível em https://www.bbc.com/portuguese/articles/c1597e4194no. Acesso em 16 mar. 2025

Vázquez, Adolfo Sánchez. **Convite a estética.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1999.

VILARTA, Marcelo Rodrigues. **Forrageamento em vida livre**, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/cnpq/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/premios/pfoto/agraciados/2023/2o-lugar-cat-i-card.png/view Acesso em 8 out. 2025.

VILARTA, Marcelo Rodrigues; De MOAES Thaís Tamamoto; GONDIM, Maria Fernanda Naegeli; LOBATO, Crisomar; Da COSTA, Mônica Nazaré Rodrigues Furtado; OLIVIRA, Rubens de Aquin; SILVIRA, Luís Fábioç. Feeding Ecology of Reintroduced Golden Parakeets (Guaruba guarouba, Psittacidae) in a Protected Area in the Amazon

Forest. **Diversity**, *[S. l.]*, v. 16, n. 3, p. 188–188, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/d16030188. Acesso em: 8 out. 2025.

VITALIS, Jan-Baptiste. **Química aplicada a la tintura y blanqueo de la lana, seda, lino, cáñamo y algodón y al arte de imprimir ó pintar las telas.** 5º ed**.** Barcelona: Imprenta de Jose Rubió, 1830.

WIKIMEDIA COMMONS. **Copper(II)-sulfate-pentahydrate-unit-cell-1985-3D-bs-17.png.** 2022. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Copper%28II%29-sulfate-pentahydrate-unit-cell-1985-3D-bs-17.png. Acesso em 20 out. 2025.

WIKIPÉDIA. **Grafico 3d x2+xy+y2.png**. 2008.. Disponível em: https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Grafico_3d_x2%2Bxy%2By2.png. Acesso em 20 out. 2025.

WIKIPÉDIA. **Phase Diagram.** [20--]. Disponível em: https://em.wikipedia.org/wiki/Phase_diagram. Acesso em 20 out. 2025.

WIKIPÉDIA. **Van der pols equation phase Portrait.** 2010. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Van_der_pols_equation_phase_portrait.svg. Acesso em 15 out. 2025.

WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre**. Tradução (genética).** 2026. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Tradu%C3%A7%C3%A3o_%28gen%C3%A9tica%29. Acesso em: 17 set. 2025.

ZILLES, Urbano. **Teoria do conhecimento e teoria da ciência**. São Paulo: Paulus, 2005.

APÊNDICE A – Relação das imagens artísticas produzidas









