

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ANTROPOLOGIA SOCIAL

Maurilio de Jesus Silva Filho

CONHECENDO O NANOMUNDO, PRODUZINDO NANOARTES –
Uma etnografia das formas e associações emergentes em um laboratório de
Nanotecnologia

São Carlos
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ANTROPOLOGIA SOCIAL

CONHECENDO O NANOMUNDO, PRODUZINDO NANOARTES –
Uma etnografia das formas e associações emergentes em um laboratório de
Nanotecnologia

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós-Graduação em
Antropologia Social da Universidade
Federal de São Carlos, como parte dos
requisitos necessários para a obtenção
do título de Mestre em Antropologia
Social.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Pazzanese
Duarte Lanna.

São Carlos

2018

Silva Filho, Maurilio de Jesus

CONHECENDO O NANOMUNDO, PRODUZINDO
NANOARTES: uma etnografia das formas e associações
emergentes em um laboratório de nanotecnologia /
Maurilio de Jesus Silva Filho -- 2018.
83f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São
Carlos, campus São Carlos, São Carlos

Orientador (a): Marcos Pazzanese Duarte Lanna

Banca Examinadora: Marcos Pazzanese Duarte Lanna,
Felipe F. Vander Velden, Marcos Castro Carvalho

Bibliografia

1. Antropologia Social. 2. Etnografia de Laboratório. 3.
Estudos Sociais de CT&I. I. Silva Filho, Maurilio de
Jesus. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Arildo Martins - CRB/8 7180



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Maurilio de Jesus Silva Filho, realizada em 09/08/2018:

Prof. Dr. Marcos Pazzanese Duarte Lanna
UFSCar

Prof. Dr. Felipe Ferreira Vander Velden
UFSCar

Prof. Dr. Marcos Castro Carvalho
UFPB

Certifico que a defesa realizou-se com a participação à distância do(s) membro(s) Marcos Castro Carvalho e, depois das arguições e deliberações realizadas, o(s) participante(s) à distância está(ão) de acordo com o conteúdo do parecer da banca examinadora redigido neste relatório de defesa.

Prof. Dr. Marcos Pazzanese Duarte Lanna

À minha mãe, que continua
a me ensinar
cotidianamente o
significado da palavra
sacrifício.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus amigos que me acompanharam nesta trajetória: Lucas, Paula, Amanda, Túlio, Ruan, Ana Elisa. Não tenho palavras para definir o impacto que vocês tiveram em minha vida. Obrigado por terem me ajudado nesta trajetória do mestrado e da vida.

Aos colegas da “Casa Verde”, Leonardo, Alberto e Diogo, obrigado por me ouvirem e compartilharem suas ideias comigo. Ao Leonardo, obrigado pela leitura atenciosa de parte deste manuscrito. Ao Alberto, obrigado por me ensinar tanto e em tão pouco tempo. Ao Diogo, obrigado pelas aventuras. Conviver com vocês tem sido uma divertida alegria.

Ao Erick, que a convivência de tantos anos, após nossa chegada ao mundo universitário, nos tornou mais que amigos, irmãos, agradeço pela constante disposição em travar conversas sobre qualquer que fosse o assunto. Agradeço também ao Rodolfo, pelo apoio e amizade sempre muito carinhosas.

Agradeço também a Bia, minha querida amiga de longa data e leitora atenta na época de escrita do projeto para o mestrado.

Agradeço a professora Catarina, pelas contribuições e inspiração e por ter me acolhido em seu Laboratório de Experimentações Etnográficas – LEE, com reuniões, sempre regadas de ricas discussões sobre os atuais desdobramentos da antropologia, que nos ensinava a como nos apropriar de tais discussões de modo a enriquecer nossas etnografias.

Agradeço ao professor Piero Leiner pelos comentários e dicas durante o exame de qualificação.

Agradeço ao professor Felipe, que desde o início desta trajetória de pesquisa esteve presente e sempre disposto a contribuir e me ajudar. Agradeço em especial por sua atenciosa leitura durante o exame de qualificação e por suas contribuições e críticas ao texto, bem como suas contribuições de como melhorá-las.

Agradeço a Capes, pela Bolsa de pesquisa que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço ao meu orientador, professor Marcos Lanna, pela paciência com que lidou com minhas limitações e angústias durante o desenvolvimento do campo e da escrita. Suas contribuições e apoio, bem como a liberdade que me dera, foram de grande importância para meu desenvolvimento na prática da pesquisa antropológica.

Agradeço ao Fabio, secretário do programa de pós-graduação, pela constante disposição em me ajudar a navegar nas burocracias da vida acadêmica. Agradeço também, aos professores Jorge Vilella e Geraldo Andrelo pelas leituras de escritos anteriores e críticas aos mesmos.

Agradeço também ao parecerista anônimo ao meu projeto enviado à FAPESP pela leitura atenciosa e cuidadosa à época anterior ao meu retorno a campo. Suas contribuições foram muito valiosas para o desenvolvimento posterior da pesquisa.

Agradeço ao pessoal do LIEC por ter me recebido de forma tão afetuosa e me ajudado nesta minha pesquisa. Agradeço em especial ao professor Elson Longo, por ter me permitido desenvolver esta pesquisa me concedendo acesso aos espaços do laboratório. Deixo de antemão minhas desculpas por algum erro ou imprecisão que possa ter causado neste trabalho.

Agradeço aos técnicos, Ricardo e Rorivaldo pela disposição em me ensinar e me deixar acompanhá-los em suas atividades cotidianas.

Agradeço de antemão aos membros da banca de defesa, professor Felipe Vander Velden e o professor Marcos Castro Carvalho por terem aceitado o convite em participar de minha banca de defesa de mestrado.

Agradeço também à minha família, que sempre me apoiou e compreendeu minha ausência.

Um agradecimento mais que especial vai para minha mãe. Obrigado por tudo! Não tenho palavras suficientes para agradecer-lá pelos sacrifícios e apoio. Obrigado.

RESUMO

Esta etnografia versa sobre a produção de imagens e sentidos no mundo em escalas nanométricas. Tais imagens ganham vida e sentidos também na forma de artefatos artísticos. As Nanoartes são criações artísticas que possuem sua origem nas imagens de microscopia eletrônica e são não apenas objeto de análise deste trabalho, mas também guias etnográficos que ajudaram no processo de adentrar e conhecer o que se passa no LIEC (Laboratório Interdisciplinar de Eletroquímica e Cerâmica), especializado em nanociência e nanotecnologia. O nanomundo, existente nas profundezas da matéria, é habitado por átomos, vibrações e partículas subatômicas que no cotidiano de pesquisa são explorados, no duplo sentido desta palavra, por meio dos processos de síntese e caracterização. Moléculas e átomos estão inseridos na busca contínua de controle das formas e associações de compostos químicos manipulados pelo desejo de seus “mestres”, os pesquisadores. As imagens, geradas pelos microscópios eletrônicos de varredura, circulam como prova visível de uma dada característica do material produzido no meio científico. As artes geradas posteriormente são uma pequena fração destas imagens científicas escolhidas para transformarem-se em artefatos artísticos. Elas são, então, colocadas em circulação e inseridas no contexto de divulgação científica e passam a circular no meio social, interno e externo ao mundo laboratorial e acadêmico, agindo como elementos de captura da percepção para a existência de mundo na escala nanométrica.

Palavras Chaves: Etnografia da Ciência; Nanoarte; Nanomundo; Arte e Ciência; Microscópio

ABSTRACT

This ethnography is about the produce of images and senses in the world on nanometric scales in a scientific and technological laboratory. Images that come to life and senses and transformed in artistic artifacts. The Nanoart, imaginative creations that have their root in the images of electronic microscopes, are not merely the matter of study of this work, they also help me as ethnographic guides into my immersing and learning what is going on in a nanotechnology laboratory, named LIEC. The nanoworld, the world occurring in the depths of matter and inhabited by vibrations and atomic particles are explored there, in the dual meaning of this word. Molecules and atoms are embedded by researches in a repeated search for management of the forms and associations of chemical compounds manipulated by the wish of their “masters. Scientific images that are generated by microscopes and spread as visible evidence of a characteristic of the material produced. The later generated arts are a small fraction of these scientific images chosen to become artistic artifacts. They are inserted internal and external to the scientific world into circulation, included into contexts of scientific popularization and disperse in the social environment, acting as elements of perception capture in favor of the worlds on nanoscale, this world that is in a daily interaction with researchers and laboratory technicians.

Keywords: Ethnography of Science; Nanoart; Art&Science; Microscope

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Imagem 1 - Nascimento do Mundo (Polífera Espículas)	20
Imagem 2 - Apple - Ricardo Tranquilin	22
Imagem 3 - Bees – Daniela Caceta	23
Imagem 4 - Blowing Pollen - Ricardo Tranquilin	23
Imagem 5 - Snake - Rorivaldo Camargo	24
Imagem 6 - Art and Science	66
Imagem 7 - Galatéia das Esferas (1952) Salvador Dali	73

LISTA DE ABREVIATURAS

CDMF - Centro de Desenvolvimento de Materiais Funcionais

CEPID - Centro de Pesquisa, Inovação e Difusão

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

LEE - Laboratório de Experimentações Etnográficas

LIEC - Laboratório Interdisciplinar de Eletroquímica e Cerâmica

LNS – Laboratório Nacional de Luz Síncrotron

MAB FAAP - Museu de Arte Brasileira da Fundação Armando Álvares Penteado

MASP - Museu de Arte de São Paulo Assis Chateaubriand

MC2 - Department of Microtechnology and Nanoscience

MEV - Microscópio Eletrônico de Varredura

STM - Scanning tunneling microscope

UCLA - University of California, Los Angeles

UFSCar - Universidade Federal de São Carlos

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 1 – ACESSANDO O CAMPO	17
O campo	17
Apresentando as Nanoartes	20
O Laboratório	26
Os desafios da proximidade ao campo	39
CAPÍTULO 2 – NANOTECNOLOGIA E NANOMUNDO, UMA NOVA FRONTEIRA DE EXPLORAÇÃO E CONTROLE SOCIAL	46
Nanotecnologia	46
A visão na ciência e seus instrumentos	49
As convenções de medidas	52
O Microscópio Eletrônico e os processos de caracterização das partículas nanométricas	54
CAPÍTULO 3 – ARTE, CIÊNCIA E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	65
CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

INTRODUÇÃO

A antropologia se interessa cada vez mais por lançar seus olhares sobre e “a partir” das instituições modernas, como é o caso da ciência (FONSECA/ROHDEN&MACHADO, 2012). Como pontua Eduardo Viveiros de Castro, é preciso e estamos no caminho de

(...) antropologizar o ‘centro’ e não apenas a ‘periferia’ da nossa cultura. O centro da nossa cultura é o estado constitucional, é a ciência, é o cristianismo. Ser capaz de estudar estes objetos é uma conquista recente da antropologia. (VIVEIROS DE CASTRO, 1999[2008]: 46).

As instituições da sociedade moderna constituem uma nova fronteira analítica a antropologia tem se engajado, despertando um amplo interesse por parte dos antropólogos e com resultados dos mais diversos e criativos, produzindo novos debates no que concerne principalmente aos estudos da ciência, mas não apenas. Esta etnografia se insere nas constantes experiências de antropólogos em empreendimentos etnográficos os engajarem-se nas práticas e saberes dos ambientes e agentes do fazer científico, principalmente em seus redutos de trabalho, o laboratório (LATOURET&WOOLGAR, 1979(1997); TRAWEEK, 1988(1992); MARRAS, 2009; SÁ, 2006; JOHANSSON, 2008; MYERS, 2015).

A prática científica vem expandindo sua presença no mundo social e no cotidiano de pessoas das mais variadas origens sociais e culturais, desde suas origens. Fenômeno social que oficialmente tem seu nascimento associado ao período da renascença na cultura europeia, entre os séculos XV e XVI, a ciência aos poucos foi ganhando espaço político e social de destaque entre as elites das sociedades europeias e posteriormente mesmo em suas colônias espalhadas pelo mundo. Sua expansão associase a uma ideologia do progresso humano e seus saberes contribuíram e mesmo fomentaram as transformações sociais das sociedades industriais e urbanas que surgiram nos últimos séculos. A este longo processo de transformações sociais deu-se o nome de *modernidade*.

Nos dias atuais, faz-se presente nos meios intelectuais uma discussão sobre uma possível superação da modernidade e de seus valores defendendo um novo paradigma, o da pós-modernidade. Latour (1994) adentra nesta discussão de forma provocante, argumentando que nem mesmo moderno o ocidente chegou a ser. A antropologia engajada em etnografar os saberes modernos muito se sensibilizou por este argumento. Contudo, é na ida a campo e no trabalho etnográfico que podemos melhor compreender estas particularidades sociotécnicas e socioculturais nas quais as ciências estão imersas. O campo nestes ambientes tem se mostrado revelador de práticas e cosmologias em torno dos praticantes das ciências ou nas quais estes estão inseridos que enriquecem e nutrem o debate a respeito das particularidades do fenômeno científico e moderno.

Levando em conta tal contexto antropológico, o recente fenômeno social que esta etnografia intenciona analisar remete às muitas dimensões e imbricações que se fazem presentes no cotidiano laboral de pesquisa e manipulação de elementos materiais em um renomado laboratório de química, localizado em uma universidade do interior do estado de São Paulo. Qual fenômeno seria este e qual importância ele teria para uma investigação antropológica é o que nestas páginas procurarei apresentar. Este laboratório se insere em um novo paradigma de pesquisas que tem ganhado cada vez mais destaque e relevância no mundo científico e tecnológico, a saber a nanotecnologia.

No nosso cotidiano, é difícil excluir a presença de tantos artefatos tecnológicos que nos cercam e com os quais entrelaçamos nossas existências, o smartphone é talvez o mais visível exemplo desta situação contemporânea, mas longe de ser o único. Contudo, os *avanços* sociais que a tecnologia nos proporciona nem sempre trazem acoplados a si os saberes necessários para que o usuário comum possa compreender tais artefatos em seu íntimo processo de criação e funcionamento. O que vemos e verificamos é o alastramento cada vez maior da presença de *caixas pretas* (SERRES, 1996), que são artefatos simbólicos portadores de uma complexidade de saberes integrados a eles e que apenas os especialistas têm acesso privilegiado aos seus modos de existência e agenciamentos no mundo. Como encarar então uma situação etnográfica em que ao mesmo tempo em que *caixas pretas* são produzidas, produz-se também uma explícita política voltada a expandir e explicar as dimensões sociais que nelas estão acopladas? Tal *caixa preta* é a nanotecnologia, uma revolução silenciosa para a sociedade mas que vem mobilizando e seduzindo laboratórios dos mais variados pelo mundo afora e também aqui no Brasil. Esta temática possui centralidade em minha

pesquisa de campo e demandou um grande esforço de inserção por diferentes contextos sociais e de aprendizagens para que um mínimo e primeiro esforço de compreensão etnográfica seja produzido sobre tal contexto e mesmo sobre as implicações analíticas que o mesmo possui.

A metáfora da *caixa preta* é muito frutífera para refletirmos também sobre a circulação de informações dentro mesmo de uma instituição universitária. Algo que está sendo produzido em um laboratório pode muito bem, e certamente é, desconhecido de um outro laboratório localizado ao lado e tal dificuldade de circulação de informações é uma das motivações dos meus interlocutores no campo em produzirem e disseminarem suas imagens poéticas, as Nanoartes, verdadeiras armadilhas de sedução, no sentido de Gell (1992), as quais até mesmo a mim seduziu. As Nanoartes então, tornam-se valiosas para compreender os avanços da nanotecnologia e principalmente o processo de produção simbólica do mundo nas dimensões nanométricas¹ e além delas, promovido por manifestações poéticas que dão vida e sentido a tais imagens, além de utopias e anseios frente aos possíveis futuros a elas associados.

O que vem sendo denominado, pelos que o conhecem e o produzem, de Nanoarte (NanoArt, na versão internacional) consiste, nas palavras de Cris Orfescu, renomado cientista da área de nanotecnologia na UCLA, como sendo uma nova disciplina artística:

NanoArt is a new art discipline at the art-science-technology intersections. It features nanolandscapes (molecular and atomic landscapes which are natural structures of matter at molecular and atomic scales) and nanosculptures (structures created by scientists and artists by manipulating matter at molecular and atomic scales using chemical and physical processes). These structures are visualized with powerful research tools like scanning electron microscopes and atomic force microscopes and their scientific images are captured and further processed by using different artistic techniques to convert them into artworks showcased for large audiences. (Cris Orfescu, <http://nanoart21.org/>)²

¹ “O termo nano é um prefixo grego que significa ano. A nanoescala é atribuída a tudo que apresente como tamanho característico de 0,1 a 100 nanômetros (nm), sendo este limite referente à escala atômica e molecular”. Retirado do site online do laboratório: <http://www.liec.ufscar.br/ceramica/pesquisa/nanotecnologia/> Consultado em 10/07/18.

² “A NanoArte é uma nova disciplina artística situada na interseção entre arte, ciência e tecnologia. Essa forma de expressão destaca nanopaisagens (paisagens moleculares e atômicas, que são estruturas naturais da matéria em escalas moleculares e atômicas) e nano-esculturas (estruturas criadas por cientistas e artistas através da manipulação da matéria em escalas moleculares e atômicas, utilizando processos químicos e físicos). Essas estruturas são visualizadas por meio de ferramentas avançadas de pesquisa, como microscópios eletrônicos de varredura e microscópios de força atômica. As imagens científicas geradas são capturadas e posteriormente processadas

Apesar de posteriormente minha pesquisa me levar para esta definição das Nanoartes, meu primeiro contato, o qual desencadeou o interesse antropológico de minha parte, e também de alguns de meus pares na antropologia, foi com as imagens produzidas em um laboratório brasileiro de pesquisas em nanotecnologia que tive acesso, ainda na época da graduação. Sendo assim, minha etnografia parte das problemáticas trazidas do campo neste mesmo laboratório, mas não se restringindo a ele, tentando expandir o escopo analítico em direção às conexões contextuais, escalares, conceituais, e multidisciplinares que as Nanoartes me levaram no decorrer de meus estudos. Para tanto, é preciso antes de falar e descrever as Nanoartes e o laboratório, introduzir algumas questões que permeiam o trabalho antropológico e também o contexto mais amplo em que elas se inserem.

Levando em conta as multiplicidades de dimensões analíticas que as Nanoartes nos apresentam, este trabalho fará um esforço de articulação de três grandes eixos temáticos que atravessam este objeto etnográfico, a saber: a) a apresentação do campo; b) as questões envolvidas nas pesquisas e análises desta nova dimensão tecnológica e científica denominada nanotecnologia e as dimensões de mundo por ela articulada, privilegiando questões sobre *escala e controle e inovação tecnológica*; c) algumas articulações de relações entre arte e ciência, suas particularidades, variações de composição e principalmente como esta relação se articula na criação e disseminação das Nanoartes, bem como, uma experimentação de reflexão sobre a prática de divulgação científica, buscando desenvolver um olhar antropológico sobre o tema. As dificuldades que tal empreendimento apresenta muito se devem à escassa presença de uma literatura analítica antropológica que previamente articule essas dimensões, sejam elas isoladas, sejam elas em conjunto, na composição de conexões que encontramos na prática artística das nanoartes e de sua divulgação.

Sendo assim, o trabalho se dividirá nestes três eixos analíticos, sempre buscando articular, na medida do possível e das capacidades deste antropólogo, o campo e a teoria, antropológica ou não. Esta dissertação dedica cada parte a um dos eixos temáticos, com capítulos voltados à diversidade que cada um deles possui. O capítulo final articula os três na tentativa, sempre insuficiente, de concluir uma análise.

utilizando diversas técnicas artísticas, transformando-as em obras de arte exibidas para um amplo público.” (Cris Orfescu, <http://nanoart21.org/>. Tradução nossa)

CAPÍTULO 1 – ACESSANDO O CAMPO

O campo

A etnografia aqui apresentada constitui-se de uma pesquisa que se iniciara na busca por uma compreensão antropológica no tocante a uma específica manifestação artística proveniente de um ambiente pouco usual. O Laboratório Interdisciplinar de Eletroquímica e Cerâmica (LIEC) é um renomado laboratório interdisciplinar que desenvolve pesquisas acadêmica e tecnológica nas áreas correlatas à química e a física. A manifestação artística presente neste local, por sua vez, constitui-se pela reciclagem artística de imagens científicas geradas por um importante equipamento ali cotidianamente utilizado, o Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).

O procedimento artístico que ali nascera, as Nanoartes, constitui-se na adição de cores às imagens originalmente produzidas em tons de cinza, somando-se a associação de formas e adição de nomes a tais imagens, que em sua conclusão recebem o nome de Nanoartes. Tal manifestação cativara a mim, aos colegas e ao professor Felipe Vander Velden na primeira vez em que as apresentei, na ocasião de um trabalho final em uma disciplina sobre pesquisa de campo. As imagens constituíam à época apenas uma “curiosidade”, um artefato decorativo que trouxera do campo, após uma pequena visita ao laboratório, e que acrescentei ao trabalho final. Para minha surpresa, elas cativaram também os demais naquela ocasião, ganhando destaque sobre as demais questões de interesse naquele momento. Três anos depois, tais imagens tornaram-se então o foco etnográfico desta pesquisa de mestrado, levando-me novamente ao laboratório, naquele segundo momento com o olhar direcionado às Nanoartes.

Meu trabalho de campo constituía-se por idas ao laboratório que duraram por volta de quatro meses. Diariamente, me deslocava entre minha residência, localizada nos arredores da universidade e o laboratório, localizado na região norte do campus. Minhas atividades diárias não variavam muito: cumprimentar os pesquisadores que passavam nos corredores ou que estavam nas salas ao lado da mesa que me fora designada. Aos poucos fui ganhando proximidade com os técnicos e alguns pesquisadores, me possibilitando conhecer sobre as práticas e pesquisas que ali eram desenvolvidas.

A rotina se desenvolveu no rumo de uma maior interação com os técnicos responsáveis pelas análises microscópicas, bem como com as diversas pessoas que passavam pela sala onde localiza-se o principal microscópio do laboratório, o microscópio eletrônico de varredura – MEV. Nessas ocasiões, conversava com os pesquisadores sobre os trabalhos que estavam desenvolvendo, ao menos quando havia disposição por parte deles em dispender sua atenção e ensinar-me um pouco sobre a ciência, os procedimentos e os objetivos da pesquisa por eles desenvolvida.

Em contraste a estes momentos de maior interação na sala do microscópio, que cresceram com o tempo, quando era por eles ignorado permanecia em minha escrivaninha escrevendo meu diário de campo e observando os equipamentos e distribuições espaciais, aprendendo assim a reconhecer as dimensões físicas e disposições espaciais do local. Aos poucos eles me informavam sobre o tipo de pesquisas que por ali desenvolviam e solicitavam de minha parte uma explicação sobre quem eu era e o que estava fazendo ali. Respondia-lhes que era da área de antropologia, estando ali para realizar uma pesquisa sobre as Nanoartes, estas imagens produzidas no cotidiano de análises de microscopia eletrônica e que posteriormente poderiam ser transformadas em peças artísticas, bem como sobre o porquê da utilização delas em exposições artísticas das mais diversas. Muitos, então, devolviam-me uma reação de surpresa e revelavam não saber que a antropologia possuía tais interesses de pesquisa, mas concordavam que tais imagens eram mesmo muito bonitas e artísticas.

Gradualmente minha presença fora tornando-se mais palatável no cotidiano das pessoas ali inseridas. Em alguns casos isolados, em contraste, pude perceber uma certa indisposição por parte de alguns pesquisadores em dar-me atenção ou em ensinar-me a respeito de algum procedimento de análise ou sobre as particularidades de suas respectivas pesquisas. Meu campo então foi ganhando contornos e a maior parcela de interações e diálogos e estendeu-se aos técnicos que operavam o microscópio eletrônico, sendo as conversas com os pesquisadores mais restritas aos momentos em que estes se

deslocavam de suas salas ou outros laboratórios na universidade para realizarem as análises nos microscópios. Esta característica me possibilitou observar uma grande quantidade de pesquisadores (desde alunos de graduação a pós-doutorados) e conhecer as rotinas de produção das imagens científicas, bem como as interações que estabelecem com as imagens, primeiro momento em um processo que pode ou não vir a produzir imagens artísticas, as Nanoartes.

Muitas vezes a etnografia nos apresenta questões que capturam nossa atenção, mas que são questões já muito comuns na análise antropológica e que mesmo estando ali presentes não são as problemáticas que realmente orientam as relações no cotidiano investigado. Digo isso, pois, tendo o foco nas Nanoartes, outras dimensões do laboratório se mostraram interessantes para serem abordadas e problematizadas, mas desviavam a atenção do objetivo preestabelecido. A experiência de etnografar as Nanoartes e seu ambiente de produção, aos poucos, foi me mostrando as conexões mais valiosas e mais ricas que o laboratório poderia oferecer. Entretanto, a bagagem que levamos ao campo e o projeto que pretendemos realizar por lá devem sim estar sujeitos a mudanças, pois é da natureza da própria pesquisa etnográfica estar aberta a tais deslocamentos, como foi o caso da própria Nanoarte que em minha primeira visita ao laboratório, em 2012, se impôs como elemento central da etnografia que viria a ser desenvolvida futuramente. Um novo deslocamento, então, não estaria descartado, mas as Nanoartes continuaram a se impor enquanto elemento central a ser entendido, trazendo desta vez consigo uma outra questão presente no laboratório, a saber, a questão da divulgação científica, suas estratégias, valores e meios, bem como seu entrelaçamento com as Nanoartes.

As dinâmicas sociais de interações e conflitos que existiam no cotidiano do laboratório não foram objeto privilegiado desta etnografia, e se aqui aparecerem é devido à direta relação que estabelecem com a produção, circulação ou exposição de tais imagens. Tal escolha se explica pelo conjunto de questões que emergiram do campo e a necessidade de manter o foco da análise etnográfica, bem como ao já considerável repertório sobre antropologia da ciência, em que as dimensões sociais do fazer científico são colocadas em evidência, principalmente aquelas inspiradas pela abordagem da Actor-Network-Theory, consagrada por Bruno Latour, ou pelo construtivismo social.

Este trabalho explora as dimensões menos usuais do cotidiano científico, inspirado pela inovação que constitui a manifestação artística neste laboratório científico e tecnológico, mas não se limitando a elas. As Nanoartes, entendidas aqui como artefatos simbólicos e materiais, não são apenas objetos de análises, mas também o fio condutor

deste trabalho, e para entendê-las precisaremos conhecer melhor o mundo em que elas se inserem. Neste mundo, alguns elementos se destacam: escalas, microscópios, imagens técnicas, softwares, visão, visível e invisível, utopias e distopias, nanomundo, nanotecnologia e nanociência, matéria, interdisciplinaridade, difusão de saberes, física quântica, entre outros.

Apresentando as Nanoartes

*“To see a World in a Grain of Sand
And a Heaven in a Wild Flower,
Hold Infinity in the palm of your hand
And Eternity in an hour...”*
Auguries of Innocence
William Blake

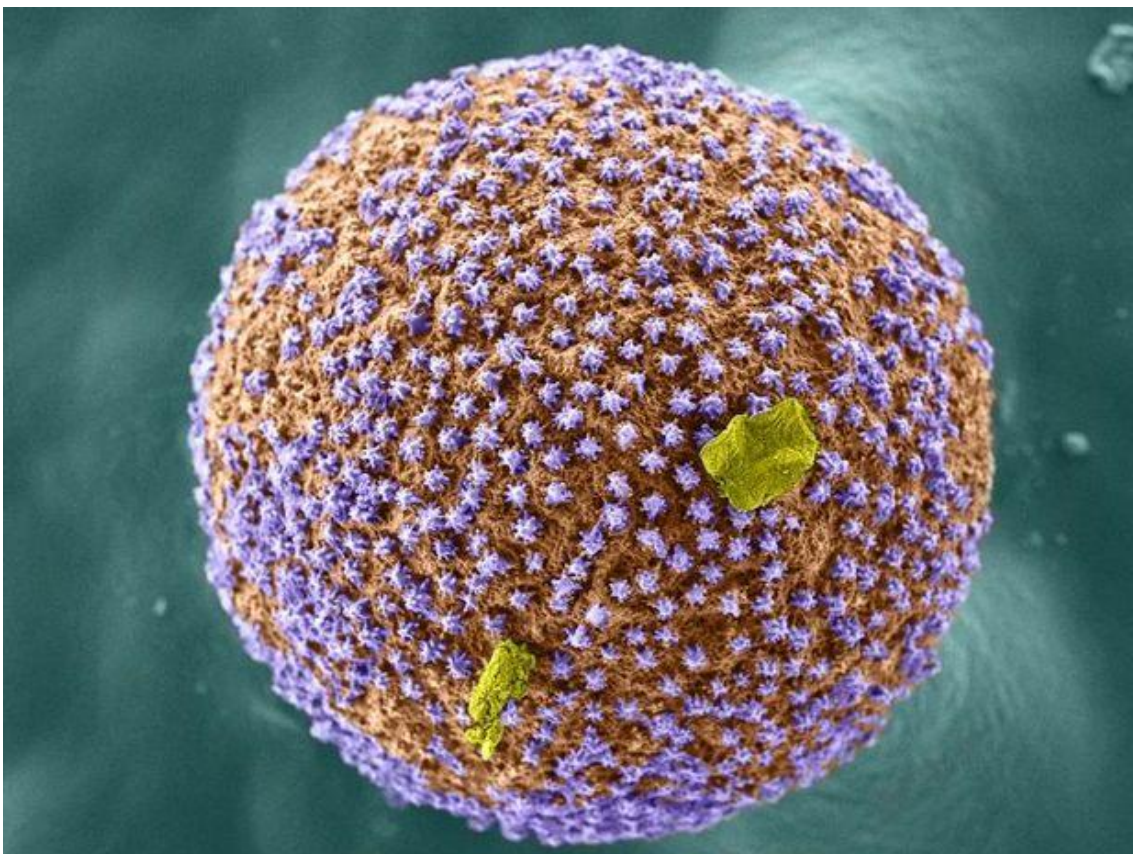


Imagem 1 - Nascimento do Mundo (Polífera Espículas)³

³ Fonte: Nanoarte – A Arte de Fazer Arte. 2013, (livro de divulgação Artística e científica do CDMF)

Inicialmente, as dimensões artísticas incitadas pelas Nanoartes haviam me proporcionado um desafio, devido ao meu pouco conhecimento sobre arte, sua história e a diversidade de suas manifestações. Adentrar nas temáticas que as envolvem, me levava pela primeira vez a um museu de arte, o MASP, em São Paulo, antes de minha ida a campo. Meu contato com a arte até então era de uma inteira superficialidade.

A expressão artística das Nanoartes tem por foco a produção de sentidos para a dimensão do nanomundo, seja para os pesquisadores em diálogo com a matéria, seja em sua posterior exposição para o público externo, em sua maioria leigos sobre o que ocorre nos ambientes laboratoriais, seja para fora das universidades, ou mesmo dentro delas. Podemos perceber em sua prática um contraste inquietante: a arte como suporte para o saber científico e suas “descobertas”, e ao mesmo tempo, em uma diferente perspectiva, a ciência vira suporte para a arte, a expressão artística dos sujeitos em relação com o mundo por eles engajado.

Trecho do relato de campo sobre uma conversa com Ricardo sobre as motivações iniciais que levaram ao surgimento das Nanoartes:

Conversei agora a pouco com o Ricardo e ele [me] relatou algumas coisas sobre as Nanoartes. Ele falou que ele e o Rorivaldo começaram a fazer isso [as nanoartes] por uma brincadeira. Ele disse também que a maioria da nanoartes são feitas por ele e o Rorivaldo no período fora do laboratório, pois aqui a rotina deles é pautada na correria e atribuições do cotidiano da pesquisa. [...] Uma outra coisa interessante que ele contou é que certa vez, em uma exposição em Brasília ele se deparou com uma senhora que estava visitando a mesma e que possuía apenas a 4ª série do ensino fundamental e ele explicou e mostrou todas os quadros e elementos químicos para ela. Ela, disse ele, saiu da exposição maravilhada com tudo que viu e aprendeu, dizendo que agora entendia o que era ciência, e ele ressaltou para ela que ele só mostrou e ensinou uma pequena parte do que é a ciência. (caderno de campo, 12/09/2016)

As Nanoartes surgem quando há algum interesse estético por algumas dessas imagens científicas, geradas pelos microscópios e em tons de cinza, que são trabalhadas digitalmente no processo de coloração, transformando-as em artefatos artísticos e científicos simultaneamente. O que distingue as *nanoartes* das “imagens científicas” é o

fato de seu caráter artístico não ser encoberto em favor da objetividade, pelo contrário, ele é valorizado e difundido pelos pesquisadores. A produção destes artefatos não enuncia, então, apenas questões e interesses da ciência, mas também questões da arte e de estética.

A seguir, trago algumas dessas Nanoartes, nas imagens 1, 2, 3, 4 e 5, para realçar suas características e particularidades, lembrando que são imagens de átomos e moléculas, aglomeradas ou não, que receberam coloração a partir da sensibilidade estética de cada pesquisador ou técnico do laboratório. Como apontou Robinson (2024):

“Many nanoscale images are colorless, visually bland versions of ordered atoms or simple surface topologies, exhibiting the ability to order or control our environment, others take extensive license in making an image that is often more visually interesting than scientifically informative – see the website, ‘Nano Picture of the Day’ for some of the most interesting.” (ROBINSON, 2004)⁴



Imagem 2 - Apple - Ricardo Tranquilin⁵

⁴ “Muitas imagens em nanoescala são versões incolores e visualmente sem graça de átomos ordenados ou de topologias de superfície simples, exibindo a capacidade de ordenar ou controlar nosso ambiente; outras utilizam amplamente a licença criativa para produzir imagens que frequentemente são mais visualmente interessantes do que cientificamente informativas – veja o site ‘Nano Picture of the Day’ (www.nanopicoftheday.org/) para algumas das mais interessantes.” (ROBINSON, 2004, tradução nossa)

⁵ Fonte: Nanoarte – A Arte de Fazer Arte. 2013, CDMF

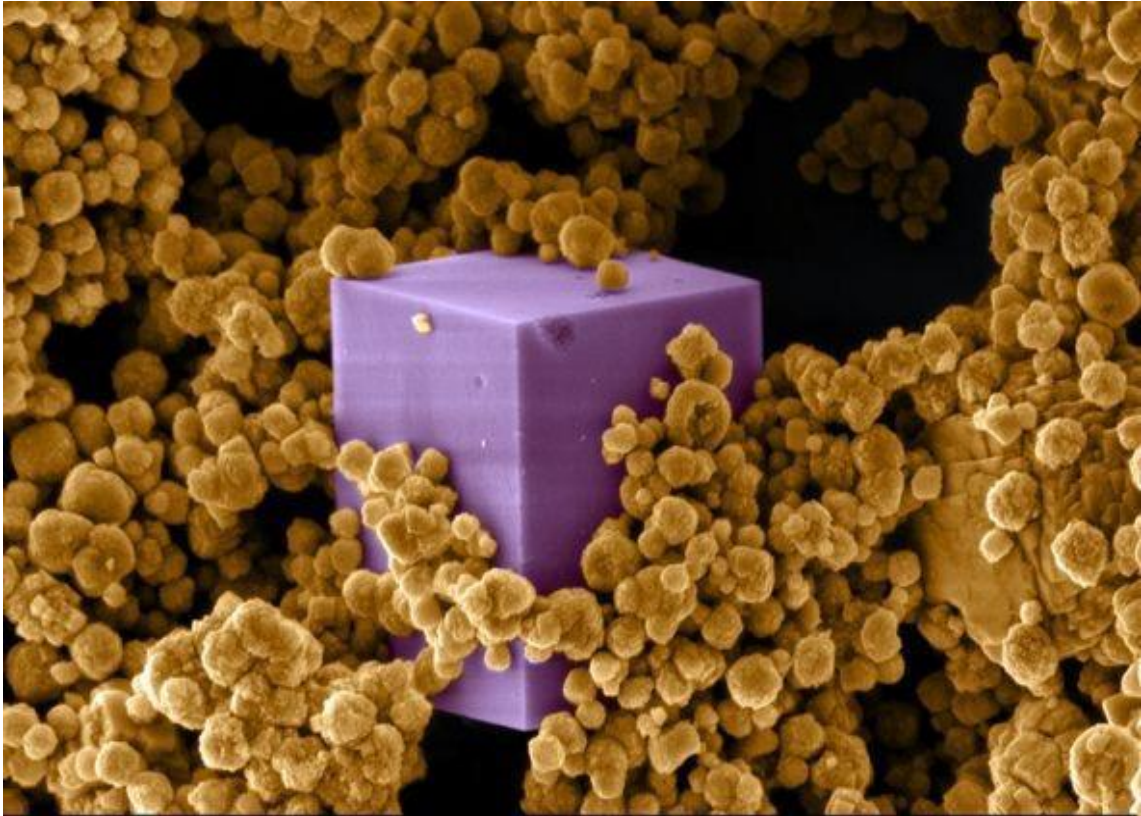


Imagem 3 - Bees – Daniela Caceta⁶

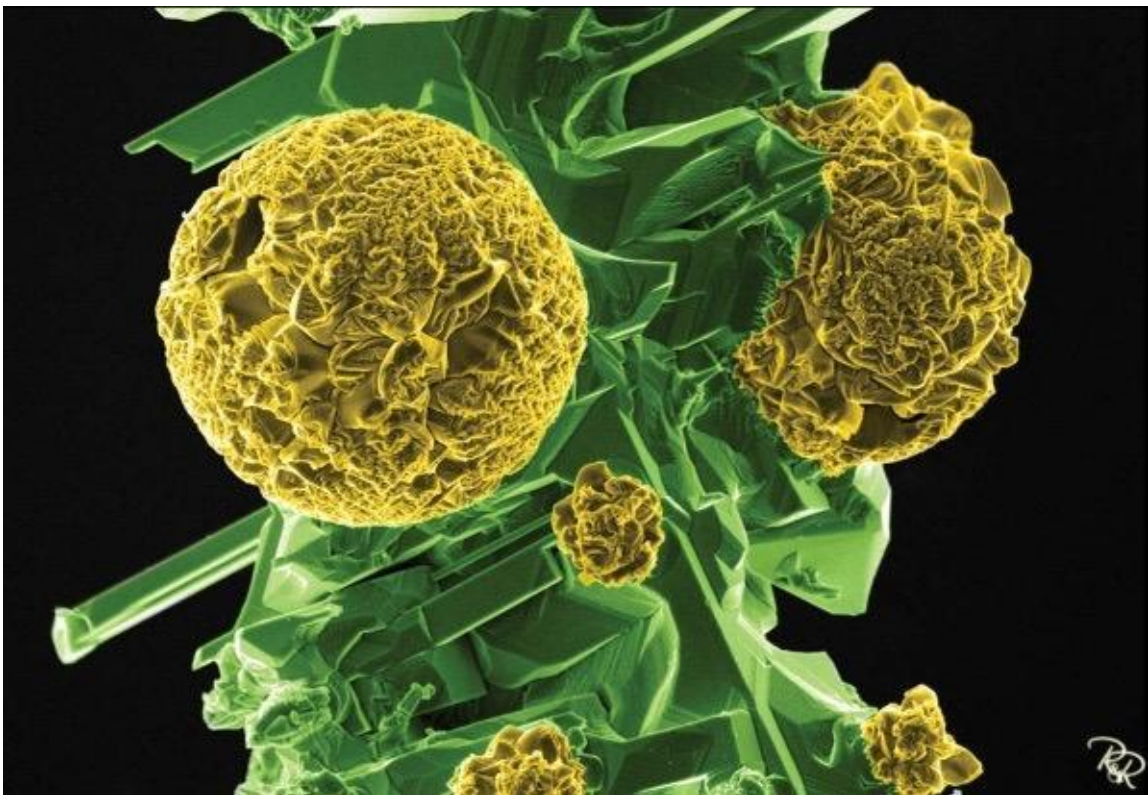


Imagem 4 - Blowing Pollen - Ricardo Tranquilin⁷

⁶ Fonte: Nanoarte – A Arte de Fazer Arte. 2013, CDMF

⁷ Fonte: Nanoarte – A Arte de Fazer Arte. 2013, CDMF

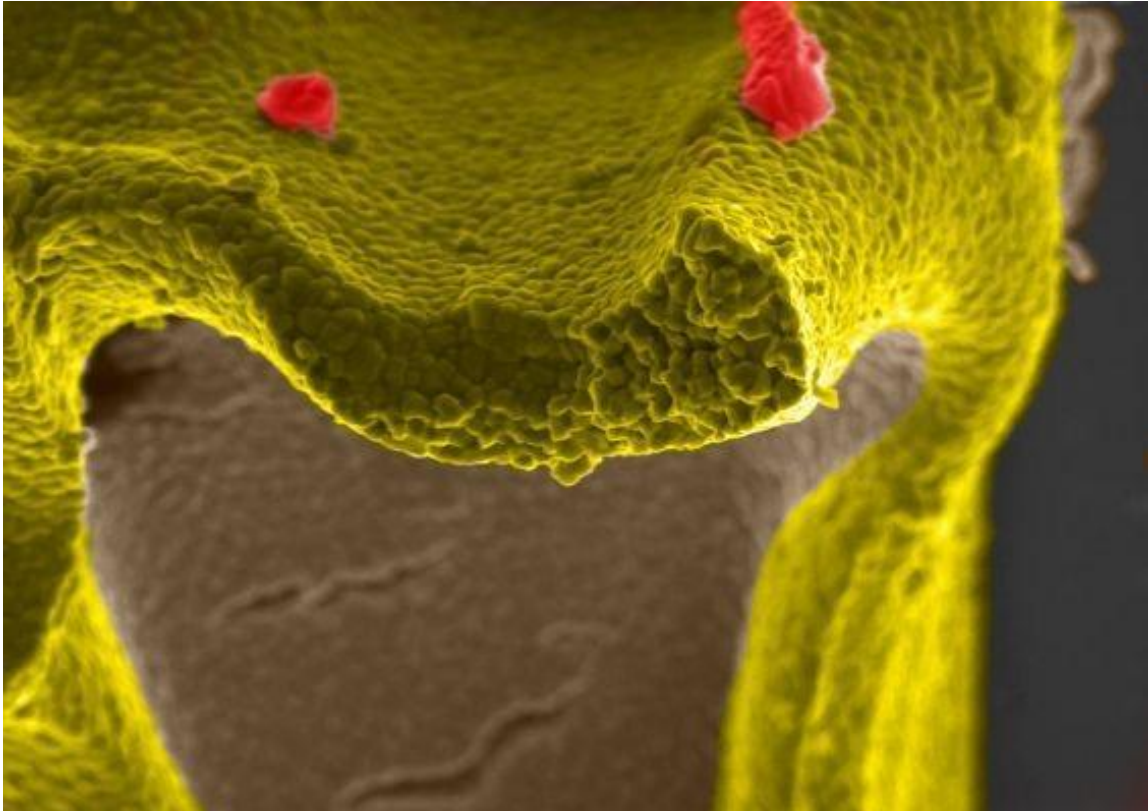


Imagem 5 - Snake - Rorivaldo Camargo⁸

Estes artefatos⁹ são compostos por um fundo de origem das “imagens científicas” com a adição de cores formas e sentidos, manipulando as formas das imagens “apenas” com a coloração carregada de sentidos, tais como associações a animais, plantas e paisagens, como podemos ver tanto nas imagens quanto em seus nomes, transformando-as em artefatos não apenas científicos, mas também artísticos, que consistem em uma verdadeira bricolagem simbólica, no sentido de Lévi-Strauss (1969).

Lévi-Strauss (1969[1962]) realça as diferenças de abordagens entre o pensamento sensível (“selvagem”) e o pensamento inteligível (científico), defendendo uma reaproximação destas duas dimensões. Tal distinção, argumenta ele, reflete uma ruptura que ocorreu quando se desenvolvia o pensamento científico, que se caracteriza por certo distanciamento de uma “lógica das qualidades sensíveis”, esta que ele dá o nome de “pensamento selvagem”. Para ele, em entrevista à Didier Eribon, esta obra

era uma tentativa de superar a oposição já clássica na filosofia ocidental entre a ordem do sensível e a do inteligível. Se a ciência moderna

⁸ Fonte: Nanoarte – A Arte de Fazer Arte. 2013, CDMF

⁹ Estas e outras tantas “Nanoartes” foram criadas pelos técnicos associados a este laboratório. É possível ter acesso a uma variedade dessas Nanoartes, que são objeto de exposições e competições, entre cientistas e artista espalhados pelo mundo, no sitio online <http://www.nanoart21.org/>.

conseguiu constituir-se, foi ao preço de uma ruptura entre as duas ordens, entre o que no século XVII chamavam-se qualidades secundárias – ou seja, os dados da sensibilidade: cores, odores, sabores, ruídos, texturas – e as qualidades primárias, não tributárias dos sentidos, que constituem a verdadeira realidade. (ERIBON, 2005[1988], 159)

As Nanoartes se inserem em um circuito de exposições em eventos acadêmicos da área, e em espaços públicos destinados a exposições artísticas fora do país, como em Israel (2012)¹⁰ e Espanha (2013)¹¹, e em cidades do estado de São Paulo, como Araraquara (2014)¹² e Santos (2015)¹³. Estas imagens podem nos sensibilizar para uma dimensão do cotidiano da prática científica que não é dominada pelo pensamento racional, possuindo uma dimensão estética ainda pouco explorada.

As Nanoartes se reproduzem nos meios digitais, principalmente por via das redes de concursos aos quais estas imagens participam ou páginas de internet que discutem a temática do uso da arte pela ciência, o que denota mais uma característica do mundo moderno cada vez mais permeado pela dimensão virtual.

Estas Nanoartes povoam os corredores do laboratório. Em comentário expresso pelo técnico Rorivaldo¹⁴, um dos criadores destes artefatos, certa vez as Nanoartes deixaram as paredes do laboratório para serem encaminhadas a uma exposição no exterior, na qual representaram o laboratório. Como consequência, os pesquisadores sentiram falta dessas imagens em seus corredores, o que levou os mesmos à criação de novas Nanoartes para serem mantidas expostas permanentemente naqueles corredores.

¹⁰Fonte: http://agencia.fapesp.br/pesquisadores_participam_de_mostra_de_nanoarte_em_israel/15369/. Acesso em: 01/05/2015.

¹¹Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=RsFJTc70rbM>. Acesso em: 01/05/2015.

¹²Fonte: <http://www.portalk3.com.br/Artigo/cultura/nanoarte-abre-exposicoes-de-2014-no-espaco-cultural-da-camara>. Acesso em: 01/05/2015

¹³Fonte: <http://www.unesp.br/portal#!/noticia/17320/unifesp-campus-baixada-santista-recebe-exposicao-nanoarte/>. Acesso em: 01/05/2015.

¹⁴ Os nomes dos pesquisadores aos quais tive contato durante minha pesquisa foi mantido no original, tendo em vista o caráter público e artístico do objeto etnográfico aqui abordado.

O Laboratório

O que produz o LIEC? Neste ambiente produz-se pessoas, amostras, conhecimento, documentos, artigos, imagens, e mesmo um mundo específico, o nanomundo. Eles buscam criar e difundir uma imagem para o laboratório, tendo em vista que as Nanoartes, durante as exposições públicas e externas, carregam sempre os “logos” do laboratório e do CDMF (Centro de Desenvolvimento de Materiais Funcionais). Lá também são produzidos elementos imateriais, como conflitos, afetos, amizades, relacionamentos amorosos, controle, espaço e espacialidades, hierarquias, arte, sensibilidades, técnicas, estéticas, modos de ver e de ser visto.

Em um corredor extenso que dá acesso a diversas salas, na parte mais interna do laboratório e cujo acesso é restrito, cada sala é composta por uma particular composição de instrumentos, encontram-se expostas em uma das paredes uma coleção de mais de 20 quadros em que encontramos as Nanoartes. Diversas formas, cores e substâncias estão ali dispostas e disponíveis para saciar os olhares dos recém-chegados e dos que por ali cotidianamente transitam. Outras salas também possuem quadros de Nanoartes expostas. As salas ladeadas onde encontramos os dois microscópios também possuem diversos destes artefatos, quatro em cada uma. Tais imagens são elementos do cotidiano de quem por ali transita e trabalha.

O LIEC localiza-se na cidade de São Carlos, dentro da UFSCar – Universidade Federal de São Carlos. Os pesquisadores que nele atuam ou transitam integram uma rede mais ampla de cientistas vinculados ao Centro de Desenvolvimento de Materiais Funcionais (CDMF). De acordo com um dos meus interlocutores, doutorando em Física e pesquisador no laboratório, essa é a maior rede de pesquisadores do Brasil. Os principais professores responsáveis por este laboratório são também os gestores e líderes desse centro de pesquisa. Uma outra informação importante a ser trazida é a de que esta rede de pesquisadores possui financiamento especial da FAPESP, sendo um Centro de Pesquisa, Inovação e Difusão (CEPIDs)¹⁵.

¹⁵ Na página inicial do site do CEPID encontramos: “Ciência na Fronteira do Conhecimento - Os Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepids), apoiados pela FAPESP por um período de até 11 anos, têm como missão desenvolver investigação fundamental ou aplicada, com impacto comercial e social relevante,

Os processos de crescimento e financiamento das necessidades do laboratório estão intimamente conectados à produção de artigos e de difusão científica (no caso dos que possuem CEPID). Saem artigos, entram recursos que garantem a manutenção dos equipamentos¹⁶. Ou seja, é esta estrutura de recursos humanos, financeiros e tecnológicos que sustenta a produção de imagens neste ambiente tecnocientífico, e as imagens são elementos imprescindíveis para a produção de dados, que por sua vez são a principal *commodity* que circula entre laboratórios e o elemento central dos artigos. Forma-se então um ciclo contínuo que se retroalimenta.

É importante trazer aqui um relato de meu caderno de campo em que descrevo o primeiro contato com o Laboratório em meu segundo período no campo e com o recorte de pesquisa delimitado às nanoartes:

Hoje fui ao LIEC, finalmente, para conversar com o professor Elson Longo¹⁷.

Ao adentrar no Laboratório fui falar com a Daniela, que é a secretária particular do professor Longo. Ela me pediu para aguardar um pouco pois o professor estava em reunião e a mesma havia atrasado. Aguardei sentado ao lado da sala, onde se reuniam alguns pesquisadores para tomar café, papear e comer pipoca. Logo do meu lado ficava a cozinha.

O Rorivaldo [o principal produtor de nanoartes e técnico microscopista do laboratório] apareceu e tenho uma rápida conversa com ele intermediada pela Daniela. Me apresentei e falei rapidamente sobre minhas intenções ali e o elogiei pelas premiações que suas imagens (as nanoartes) receberam, ele me pediu para falar primeiramente com o professor Longo e depois retornaríamos a conversa. Aguardo por mais uns instantes.

Poucos minutos depois, enquanto tomava um café oferecido pelo pessoal, apareceu o professor Longo que me cumprimentou e tomou um cafezinho antes de me convidar a ir a sua sala para conversarmos sobre minha pesquisa. Em sua Sala eu comecei a tentar explicar um pouco sobre a abordagem da antropologia e o porquê que as imagens artísticas/científicas seriam interessantes para uma análise antropológica. Ele resolveu me presentear com um exemplar do livro “Nanoarte: A Arte de fazer Arte” [livro de divulgação científica produzido pelo laboratório e distribuído

contribuir para a inovação por meio de transferência de tecnologia e oferecer atividades de extensão para professores e alunos do ensino fundamental e médio e para o público em geral”. Fonte: <http://cepid.fapesp.br/home/> último acesso: 10/07/18

¹⁶ O microscópio eletrônico gasta cerca de 100.000,00 reais em manutenção anualmente.

¹⁷ Por uma impossibilidade de falar sobre as Nanoartes sem creditar o trabalho artístico, ou mesmo pelo fato de os envolvidos serem figuras públicas, optou-se por manter os nomes dos principais envolvidos e preservar as identidades dos demais pesquisadores e técnicos que trabalham neste laboratório.

gratuitamente para os interessados] *eu o agradeço e antes disso eu tinha dito já possuir um exemplar.*

Com o livro em mãos, o professor passa a me mostrar as imagens e falou que o que acontece em sua produção é que eles identificam nas imagens de uso científico certos traços e semelhanças com elementos já conhecidos do mundo “real” (escala humana visível), como corais, um lago, caixas de presentes, entre outros tantos. O professor em certo momento diz haver dois mundos: o mundo real, o que vivenciamos cotidianamente, e o mundo imaginário, este último é de onde provêm as nanoartes, diz o professor.

(...) Ficou decidido que eu ficaria na sala ao lado da do Rorivaldo em uma mesa que estava reservada à minha pessoa. A sala do Rorivaldo é a sala onde fica o microscópio eletrônico. (Caderno de Campo, 25/08/2016)

O laboratório é um ambiente muito particular. Logo na entrada encontrei um mural onde eram expostos os resumos de artigos publicados pelos alunos e professores. Eram três murais, cada um próximo à sala de cada professor. Todos os artigos tinham sido publicados em revistas internacionais e eram escritos em inglês¹⁸. O inglês é muito presente no cotidiano do laboratório, seja nos artigos ou mesmo nos manuais e linguagens dos equipamentos espalhados pelas várias salas. Ainda no saguão de entrada encontram-se duas vitrines em que ficam expostas alguns pratos de cerâmica estampados com nanoartes, alguns frascos com substâncias em nanopartículas e suas respectivas legendas explicativas ao lado.

Avançando em direção aos locais de pesquisa propriamente ditos, encontramos um longo corredor que dá acesso aos muitos equipamentos e salas de estudo onde ficam os alunos que trabalham e desenvolvem pesquisas no laboratório. O laboratório é composto por aproximadamente 60 pessoas, entre alunos de graduação, mestrado, doutorado, pós-doutorado, técnicos e professores. Esta configuração está sempre em oscilação, pois alunos novos chegam e aqueles que terminam suas pesquisas saem, mas mantendo o contato e o vínculo de pesquisa com o professor orientador e com o laboratório, principalmente devido às necessidades de acesso aos equipamentos.

O laboratório possui diversos tipos de equipamentos necessários à produção (“síntese” no linguajar deles) de novas substâncias químicas, bem como equipamentos

¹⁸ Para maiores informações sobre o avanço e consolidação da língua inglesa como língua franca da ciência, conferir o livro “Do Science Need a Global Language?” de Scott L. Montgomery (2013)

para avaliar as propriedades dessas substâncias (eles dão o nome de “caracterização” a este processo). Sendo assim, a rotina do laboratório se baseia em sintetizar e caracterizar as amostras de substâncias por eles criadas, bem como pelo contínuo esforço de leituras e produção de relatórios e artigos científicos. Minha inserção em campo se concentrou no particular momento em que estes pesquisadores iam na sala do microscópio realizar a caracterização de suas amostras e observar se elas satisfizeram ou não suas expectativas, bem como conseguir boas imagens para usarem em seus artigos.

A cultura moderna de produção material e simbólica se desenvolve a partir do acúmulo de inovações que se disseminam no cotidiano das práticas sociais das mais diversas. O desejo e aspiração pelo domínio, controle e manipulação dos fenômenos físicos e sociais, com seus protocolos de práticas prescritas para o bom desempenho de certas atividades, como as do laboratório em que convivi para a realização da pesquisa de campo, é uma característica muito marcante nas sociedades modernas. A economia da atenção dos agentes sociais, e mesmo do antropólogo *at home*, muitas vezes deixa passar certos elementos do cotidiano que costumeiramente são relegados à invisibilidade, seja no caderno de campo, na análise teórica ou mesmo no texto etnográfico. O ponto a ressaltar aqui está relacionado a um momento etnográfico muito marcante durante minha estadia em campo. Transcrevo uma reflexão que fiz dias depois do evento:

(...) Aqui no Laboratório, a eletricidade ganha muita atenção quando ela atravessa o fio de tungstênio do microscópio [o coração do microscópio eletrônico de varredura] e pouca quando atravessa as diversas fiações espalhadas pelo laboratório, casas e ruas. Contudo, quando acabou a energia em dia de forte chuva que houve interrupção no fornecimento da eletricidade no laboratório, todos saíram e pararam seus afazeres. O que pretendo dizer é que a maior parte da cultura material moderna é composta por objetos, ideias e tecnologias que se tornam banais e ao mesmo tempo mais presentes e importante na vida das pessoas. Sua presença paradoxalmente só é sentida plenamente na ausência [da mesma]. A eletricidade não compõe no cotidiano uma preocupação para os pesquisadores aqui, exceto quando vem a faltar ou quando ela faz parte das problemáticas e caracterizações de seus experimentos, sempre na busca por inovadoras propriedades e materiais [estruturas moleculares]. (Caderno de Campo, 09/11/2016)

A cadeia de eventos que podemos analisar aqui remete à agência da tempestade, seja na rotina dos pesquisadores, seja nos objetos técnicos presentes no laboratório. As discussões mais recentes a respeito das agências dos não-humanos nos ensinam refletir sobre este acontecimento de forma produtiva.

Essa reflexão foi realizada durante o campo. Naquela época, demorei para perceber que aquele evento poderia ser um acontecimento digno de reflexão mais profunda e análise etnográfica mais detalhada. Tentarei aqui reconstituir alguns elementos deste evento ocorrido à época do campo.

Em mais um dia de observações, minhas e dos pesquisadores do laboratório, desenvolvia minhas anotações em uma escrivadinha. O dia estava chuvoso, mas não ao ponto de causar grandes impactos no cotidiano do laboratório, quando na parte da tarde, por volta das 16 horas, a tempestade se intensifica, relâmpagos tornam-se frequentes e a movimentação no lugar ganha novas preocupações. A princípio nem tinha percebido que a tempestade tinha se intensificado, pois a sala em que estava e a do microscópio não possuíam janelas. Minutos depois as luzes se apagam, sinal da interrupção no fornecimento de energia elétrica, e o corredor do laboratório, antes vazio, se enche de pessoas em direção à área externa do laboratório, onde rapidamente amontoam-se alunos e professores. Permanecem em suas salas, a princípio, os dois técnicos, na sala do microscópio, para garantir que o equipamento não sofresse danos devido à queda de energia, e o professor Elson acompanhado de algum aluno com quem conversava. Logo em seguida à queda de energia, surgem, correndo no meio da chuva, dois outros pesquisadores da área de física, um deles veio para conferir as condições do microscópio e ajudar em algum possível problema com ele.

A tempestade pôs fim à energia no laboratório, e a falta desta pôs fim às atividades de pesquisa dos pesquisadores naquele dia, além de causar instabilidades e desregular o microscópio eletrônico e seu feixe de elétrons, que nos dias seguintes apresentou falhas, levando à necessidade de assistência técnica especializada naquele mesmo mês e a troca do filamento de tungstênio, que possibilita a produção dos feixes de elétrons na máquina.

Realizar um empreendimento etnográfico tão perto fisicamente e socialmente dos redutos dos antropólogos representa um desafio, mas também traz grandes contribuições para a antropologia. No texto de Gilberto Velho (2003), “Desafios da Proximidade” o autor analisa o panorama do deslocamento da atenção dos antropólogos em direção às cidades. A cidade torna-se um objeto de análise da antropologia, contudo, as temáticas que eram investigadas ainda possuíam uma nítida demarcação de distância das vivências dos antropólogos e de seus “nativos”. A periferia foi privilegiada nas construções de objetivos de análise.

A universidade, reduto dos antropólogos e da antropologia, é vista e criticada socialmente por ser “fechada demais”, um espaço que possui particularidades muitas vezes ausentes do mundo externo a ela. O motivo que orienta as nanoartes é justamente atravessar essas barreiras, muito mais simbólicas do que físicas. Durante minhas idas a campo costumeiramente refletia sobre esta particularidade de compartilhar espacialmente minha vivência enquanto antropólogo em meu ambiente de conforto e meu ofício de etnógrafo, sempre demarcado pelo desconforto de estar em um ambiente social que não é o seu por excelência. Existe na UFSCar uma divisão espacial muito demarcada, e cultivada institucionalmente nos últimos anos, no intuito de separação entre Área Sul, espaço das humanidades, e Área Norte, espaço das ciências exatas e biológicas. Esta construção espacial é cotidianamente desafiada pelas vivências e afetos de alunos que circulam pelo campus, sendo indiferentes a tais recortes. Contudo, esta resistência social não é o suficiente para frear o desenvolvimento de estereótipos mútuos para cada lado da universidade, criando imagens perversas ou jocosas para ambos.

É importante trazer aqui algumas dessas discussões pois nos ajuda a entender a diversidade interna nesta universidade em que se localiza o laboratório. C. P. Snow (1959), apresentou uma discussão a respeito das transformações ocorridas na ciência na primeira metade do século XX. Em seu artigo seminal “The Two Cultures”, ele argumenta que haveria ocorrido uma separação muito flagrante interna ao mundo intelectual, mais precisamente britânico, mas que se encontra também em outros contextos intelectuais e científicos, surgindo dois nichos sociais distintos, a área das humanidades (os artistas) e a de exatas e biológicas (a dos cientistas e especialistas). Esta tendência de distinção espacial é presente, mas as complexidades do cotidiano e as relações sociais me mostraram que as organizações institucionais não necessariamente representam da melhor maneira as dinâmicas sociais ao qual este laboratório e seus membros estão inseridos.

Como relatado a mim por um dos pesquisadores, em minha primeira visita ao campo, em 2012, a configuração das relações pessoais no laboratório se organiza em torno de três polos. Estes polos de atração são, na verdade, os três professores que compõem o laboratório e o seus grupos, que Latour (2012) chamaria de rede de associações, as quais possuem um baixo índice de interação entre si. Circular entre elas se mostrou um desafio a mais, pois conflitos internos, que parecem sutis a princípio, causam grande impacto nas distribuições espaciais, usos de equipamentos e recursos financeiros, como pude perceber em meu retorno ao campo, três anos depois. No segundo período, minhas relações e atenções se concentraram no pessoal que trabalhava sob a supervisão do professor Longo.

No trecho a seguir de um relato no caderno de campo, podemos observar como se dá no cotidiano dos pesquisadores e técnicos do laboratório, o processo de associações e analogias entre as formas emergentes na tela do microscópio e outras imagens mentais que eles possuem previamente, bem como a importância desses acontecimentos para a produção das nanoartes:

“Para ele, trata-se apenas na adição de cores as formas previamente adquiridas pelos pesquisadores e eles mesmos. Uma vez ele olhou para um aglomerado [de partículas no microscópio] e visualizou uma flor, argumenta ele, e esta flor já veio com as cores!”

Relatos como estes, quando contrastamos com outros relatos oficiais ou informais sobre o fato de o nanomundo ser “invisível ao olho nu”, ou seja, não-visível sem o aparato tecnológico do microscópio, nos possibilita questionar se este olho está realmente nu. A nudez tecnológica pode até ser uma explicação para tal formulação tão comum neste universo das nanociências, entretanto, argumento aqui que outras roupagens estão em ação no processo de conhecimento e produção deste nanomundo. Lévi-Strauss argumentou que

o cientista dialoga não com a natureza pura mas com um determinado estado da relação entre a natureza e a cultura definível pelo período da história no qual ele vive, pela civilização que é a sua e pelos meios materiais de que dispõe. (LÉVI-STRAUSS, 1969, p. 35)

O processo associado ao ato de ver o mundo é indicativo de um diálogo entre o sujeito conhecedor com o mundo o qual ele está se relacionando. Ver não é um ato natural e espontâneo, pelo contrário, é uma habilidade socialmente desenvolvida e que

revela os elementos e modos de significação da cultura e do meio social ao qual a pessoa pertence. Ilya Prigogine (1996) também fala em um diálogo entre o cientista e a natureza (*“Nosso diálogo com a Natureza”*), em *“O Fim das Certezas”*, onde ele diz:

A ciência é um diálogo com a natureza. As peripécias desse diálogo foram imprevisíveis. Quem teria imaginado no início deste século a existência das partículas instáveis, de um universo em expansão, de fenômenos associados à auto-organização e às estruturas dissipativas? Mas como é possível um tal diálogo? Um mundo simétrico em relação ao tempo seria um mundo incognoscível. Toda medição, prévia à criação dos conhecimentos, pressupõe a possibilidade de ser afetado pelo mundo, quer sejamos nós os afetados, quer sejam os nossos instrumentos. (PRIGOGINE, 1996, p. 157)

Levando em consideração os argumentos destes dois últimos autores, podemos inferir que essas Nanoartes indicam que este olhar não está em todo “nu”, como propaga-se internamente ou externamente às discussões em nanotecnologia.

O trabalho de campo me apresentou um cotidiano permeado por muitas dimensões da vida social, seja a presença da exposição permanente das nanoartes nos corredores e salas do laboratório, sejam elementos culturais banais em muitas outras circunstâncias da vida das pessoas fora do laboratório.

O professor chefe do laboratório, durante uma conversa sobre o porquê de ele não ter escrito algo para sair no livro sobre as Nanoartes me respondera que não o fez pois já “não sabe” mais escrever em português, uma vez que em seu cotidiano de pesquisa e escrita, só escreve em inglês, perdeu a habilidade de escrever em português, sua língua materna. Aqui o ponto a ser ressaltado não é que ele perdeu a capacidade de escrever em português, até porque em sua juventude iniciou sua vida profissional como jornalista. O que quero destacar, e o que percebi ser o ponto de seu argumento, é que ele privilegiou o desenvolvimento de suas habilidades de escrita no idioma estrangeiro, o inglês.

Uma de minhas dificuldades no início da etnografia se deu exatamente pelo meu nível de iniciante nesta segunda língua, o que me limitou em alguns momentos. Por exemplo, em uma ocasião acompanhei uma análise no microscópio na presença de um renomado cientista da área da nanotecnologia, de origem alemã, que estava visitando o laboratório. Ele participou do procedimento de análise microscópica e eu não pude entender plenamente a conversa entre o técnico Rorivaldo, uma professora do Laboratório e um doutorando, pois todos conversaram em inglês.

A somatória destes dois eventos, dispersos durante o campo, deram-me a certeza de que o inglês não era apenas uma habilidade técnica que me era exigida pela

antropologia, ela tornou-se uma questão do próprio campo e foi este ponto que me forçou a aprender de forma mais ampla e reflexiva sobre os avanços desta língua franca cada vez mais dominante nos meios de compartilhamento de dados, amostras, artigos, protocolos teses e hipóteses entre pesquisadores espalhados pelo mundo.

O laboratório busca tornar mais visível as pesquisas que realizam ali, mas a escrita em inglês torna-se uma barreira a mais quando pensamos no acesso do público leigo aos achados e produtos das práticas científicas, adicionando mais uma camada de dificuldades nas tentativas de acessar as *caixas pretas* ali produzidas.

Um diálogo se faz interessante, ao contrastarmos uma outra etnografia sobre nanocientistas realizada entre 2003-2004 por Mikael Johansson (2008), que apresenta um laboratório sueco, de característica internacional MC2 (*The Department of Microtechnology and Nanoscience*), cuja língua oficial é o inglês, que é a segunda língua da maioria dos pesquisadores que ali trabalham. O autor relata que existiria no MC2 um conjunto de regras sociais internas em que as pessoas deveriam *deixar seus elementos culturais nativos de fora das relações no laboratório*, ou em suas próprias palavras:

“Among nanoscientists there is a common conceptualization of an essentialist and non-cultural science ‘a culture of no culture’ (Traweek, 1988). From the perspective of nanoscientists, culture is something that principally exists outside of science, and consequently, it is largely absent inside of science. Cultured conceptions, being phenomena that are subjective, have for researchers nothing to do with the ideal objective science)” (JOHANSSON, 2009, p. 4).¹⁹

Podemos perceber, a partir dessa etnografia a importância crescente destas dimensões da linguagem no cotidiano dos laboratórios. Em campo, não identifiquei contrastes tão rígidos e presença tão impositiva na dimensão oral da comunicação e no uso da língua inglesa, bem como na presença de pesquisadores internacionais, pois essas foram situações não tão frequentes. Percebi apenas traços regionalistas fruto da diversidade de estados de origem dos pesquisadores. A dimensão da linguagem possui grande importância para as possibilidades de comunicação, e a crescente orientação das ciências para o uso de uma língua comum que possibilite a trocas de dados e ideias, bem

¹⁹ “Entre os nanocientistas, há uma concepção comum de uma ciência essencialista e não cultural, ‘uma cultura de não cultura’ (Traweek, 1988). Do ponto de vista dos nanocientistas, a cultura é algo que existe principalmente fora da ciência e, conseqüentemente, está amplamente ausente dentro dela. Concepções culturais, por serem fenômenos subjetivos, nada têm a ver, segundo os pesquisadores, com a ciência idealmente objetiva.” (JOHANSSON, 2009, p. 4, tradução nossa)

como a confecção de relações profissionais entre praticantes das ciências espalhados pelo mundo, constitui um importante fator da rápida disseminação de novas abordagens e paradigmas. Em comparação com a época da renascença, a invenção da imprensa de Gutenberg possibilitou a disseminação de novas ideias por toda a Europa, mas foi também auxiliada pelo processo de traduções dos saberes para línguas locais que antes estavam restritos aos leitores do Latim, principal língua franca da época.

O inglês atualmente vem se consolidado como a língua franca, e a ciência torna-se cada vez mais imersa nesta língua.

Today, close to 2 billion people in over 120 nations speak English at some level of proficiency. This extraordinary number includes a broad spectrum of ability, without any doubt. Yet it testifies to the global draw this language now commands. For the natural sciences, medicine, and large areas of engineering, English utterly dominates in international communication. (MONTGOMERY, 2013, p. 3)²⁰

A importância que trago aqui para a língua inglesa orienta-se no interesse de ressaltar as dimensões de comunicação em que o laboratório está inserido, bem como associar tal característica das ciências em geral, com minha experiência de campo onde por muitas vezes me inquietei e observei os murais que existem no laboratório em que ficam expostos os artigos científicos publicados pelos meus interlocutores. Além, é claro, do fato de as nanoartes serem difundidas por redes de pesquisadores e laboratórios e em concursos na internet, muitos dos quais meus principais interlocutores participaram e mesmo ganharam prêmios em primeiro lugar por suas composições artísticas.

Essa etnografia nos possibilita observar as particularidades do avanço gradual do domínio da língua inglesa nos interiores dos laboratórios de pesquisa científica, e no caso do laboratório sueco, o processo de invisibilização das diferenças existente naquele ambiente. O Laboratório que pesquisei não possui tais características, ao menos não de forma tão rígida. Contudo, crescente importância do inglês é perceptível: “*English becomes for the scientists a marker of being global and at the same time it distances the foreign researchers from the local Swedish speaking community.*” (JOHANSSON, 2009, p. 51)²¹

²⁰ “Hoje, cerca de 2 bilhões de pessoas em mais de 120 países falam inglês em algum nível de proficiência. Esse número extraordinário abrange um amplo espectro de habilidades, sem dúvida. No entanto, ele atesta o apelo global que essa língua agora exige. Para as ciências naturais, a medicina e grandes áreas da engenharia, o inglês domina completamente a comunicação internacional”. (MONTGOMERY, 2013, p. 3, tradução nossa)

²¹ “O inglês torna-se para os cientistas um marcador de globalidade e, ao mesmo tempo, distancia os pesquisadores estrangeiros da comunidade local de língua sueca.” (JOHANSSON, 2009, p. 51, tradução nossa)

Falando sobre as diferenças entre os saberes dos especialistas em nanociência e os leigos, Johansson argumenta que existe uma grande disparidade na percepção sobre as pesquisas em nanotecnologia. Segundo o autor, haveria aqueles com uma visão externa do fenômeno que possuiriam uma abordagem utópica ou distópica a respeito da nanotecnologia. Já os pesquisadores, que lidam com a pesquisa na área, possuiriam um engajamento mais voltado à curiosidade, à beleza e à domesticação da natureza, ou para ser mais preciso, da matéria. O autor argumenta que

there is a divide between two nonscientific spheres; intramural nanoscience experienced by nanoscientists and extramural nanoscience perceived by the public. This divide is also seen when looking at the motivations for conducting nanoscience. Extramural visions of nanoscience are motivated mostly by utopic and dystopic visions while intramural nanoscience is motivated by scientists' curiosity, the domestication of nature and beauty. (JOHANSSON, 2008, p. 19-20).²²

Minha presença no laboratório se deu por um constante processo de deslocamento de interesses e atenção. Conforme fui adentrando mais e mais no cotidiano dos meus interlocutores, mas eles foram me deslocando e me guiando naquele denso ambiente de relações, artefatos e principalmente saberes, estes em sua maioria invisíveis à minha percepção.

Para mim foi bem difícil a convivência no laboratório no que concerne a elementos de distinção social. Minha origem de classe operária fez com que muitos dos valores simbólicos que possuo não fossem compatíveis com elementos do cotidiano de muitos dos meus interlocutores. Contudo, esta origem também foi um dos elementos que me possibilitou aproximar-me de algumas pessoas ali inseridas. Mais uma vez, trago uma comparação com o caso sueco:

In general, social class is rarely discussed in ethnographies on scientists. A reason for this may be that researchers belong to the middle class, a class whose values have become the norm for society at large making

²² Há uma divisão entre duas esferas da nanociência: a nanociência intramuros, vivenciada pelos nanocientistas, e a nanociência extramuros, percebida pelo público. Essa divisão também se manifesta ao se analisar as motivações para a realização da nanociência. As visões extramuros da nanociência são principalmente motivadas por visões utópicas e distópicas, enquanto a nanociência intramuros é motivada pela curiosidade dos cientistas, pela domesticação da natureza e pela busca pela beleza. (JOHANSSON, 2008, p. 19-20, tradução nossa).

it “naturalized” and “invisible”. The middle class is also the social strata that most of the ethnographers seemingly come from which may make social class in scientific communities “invisible” even to them. (JOHANSSON, 2008, p. 54-55)²³

O interessante ao contrastar alguns elementos à etnografia do laboratório sueco, que traz discussões muito importantes, é mostrar as diferenças existentes entre culturas e práticas científicas, mesmo que os interlocutores do autor defendam uma não diferenciação entre os laboratórios pelo mundo, o que a própria descrição etnográfica nos mostra que não é bem assim. O trabalho deste ator se mostra relevante pois nos apresenta um panorama bem amplo das práticas cotidianas dos pesquisadores, elencando dimensões comumente invisibilizadas nas pesquisas de antropologia da ciência, e tal particularidade desta etnografia se deve ao fato de o laboratório estudado ter uma configuração internacional, colocando múltiplas diversidades em convívio, o que certamente marca o cotidiano daqueles que ali trabalham. E mais importante ainda, tal comparação me permite realçar a presença de elementos culturais no cotidiano de meus interlocutores, aqui no Brasil.

O discurso associado com a beleza também é presente no trabalho de Johansson, contudo como elemento periférico e não tão central como o caso brasileiro.

When asked about cultural differences between researchers I got answers such as “there are no cultural differences,” “people are used to the international environment when they come here,” “we do not have time for that,” “it is hard to know what is cultural and what is individual,” “I am probably too stupid to notice any cultural differences.” All these comments stress the notion that culture is something considered unnecessary inside the community, a view that is accentuated by the understanding that laboratory environments are almost identical around the world and in which global likenesses among the researchers are emphasized over cultural differences. (JOHANSSON, 2008, p. 63).²⁴

²³ “De maneira geral, a classe social raramente é discutida nas etnografias sobre cientistas. Uma razão para isso pode ser o fato de os pesquisadores pertencerem à classe média, uma classe cujos valores se tornaram a norma para a sociedade em geral, tornando-se, assim, “naturalizados” e “invisíveis”. A classe média é também o estrato social de onde parece vir a maioria dos etnógrafos, o que pode tornar a classe social nas comunidades científicas “invisível”, até mesmo para eles”. (JOHANSSON, 2008, p. 54-55, tradução nossa)

²⁴ “Quando questionados sobre as diferenças culturais entre os pesquisadores, recebi respostas como: “não há diferenças culturais”, “as pessoas já estão acostumadas com o ambiente internacional quando chegam aqui”, “não temos tempo para isso”, “é difícil saber o que é cultural e o que é individual”, “provavelmente sou muito burro para perceber qualquer diferença cultural”. Todos esses comentários enfatizam a noção de que a cultura é algo considerado desnecessário dentro da comunidade, uma visão que é acentuada pela ideia de que os ambientes laboratoriais são quase

Mesmo com falas deste tipo, o que o próprio autor nos apresenta logo em seguida é algo que mostra justamente o oposto.

There is accordingly a process of acculturation in which researchers go from national stereotype to individual, from outsider to insider. For example, a Swedish researcher told me jokingly how he had helped a newly arrived foreign PhD student to eat with knife and fork instead of eating with his hands, which was the norm in his home country. For the Swedish researcher there was a “noncultured” norm of how to eat at MC2 and the foreign PhD student had to get rid of his “cultural way” of eating which was not proper behavior at the facility. The Swedish researcher also described how over time the foreign student also got rid of other cultural traits such as nodding his head sideways when complying. (JOHANSSON, 2008, p. 66)²⁵

Como podemos perceber, no caso acima demonstrado, o que ocorre é um processo de invisibilização das diferenças, a passagem de uma cultura visível, dos que vieram de fora do laboratório, para uma invisibilizada, de comer com as mãos para comer com garfo, como se o garfo não fosse também um elemento cultural.

O trabalho de Johansson é muito influenciado pela ideia de “a culture of no culture” da antropóloga da ciência Sharon Traweek (1988), e está inserido em um conjunto de outros relatos que posicionam esta dimensão supostamente não cultural das ciências, ou pelo menos a tentativa de se apartarem da dimensão cultural da sociedade, o que, após os trabalhos do Latour (1987; 1994) ficou muito difícil de serem sustentadas.

idênticos ao redor do mundo, nos quais as semelhanças globais entre os pesquisadores são mais destacadas do que as diferenças culturais”. (JOHANSSON, 2008, p. 63, tradução nossa)

²⁵ “Há, portanto, um processo de aculturação no qual os pesquisadores passam do estereótipo nacional para o indivíduo, de outsider para insider. Por exemplo, um pesquisador sueco me contou, brincando, como ajudou um recém-chegado doutorando estrangeiro a comer com faca e garfo, em vez de comer com as mãos, o que era a norma em seu país de origem. Para o pesquisador sueco, havia uma norma “não cultural” de como se comer no MC2, e o doutorando estrangeiro precisava abandonar seu “modo cultural” de comer, considerado comportamento inadequado na instituição. O pesquisador sueco também descreveu como, com o tempo, o estudante estrangeiro foi deixando de lado outros traços culturais, como balançar a cabeça de lado ao concordar”. (JOHANSSON, 2008, p. 66, tradução nossa)

Os desafios da proximidade ao campo

Para iniciar estas reflexões, é essencial apresentar algumas particularidades da minha trajetória pessoal, que posteriormente servirão de contraste para uma análise mais ampla sobre as dificuldades enfrentadas pelo laboratório na difusão dos saberes por ele produzidos. Além disso, minha experiência contribuirá para refletir sobre as diversidades e desigualdades sociais no acesso e no domínio dos conhecimentos gerados nos centros de produção de saberes. Esses centros não apenas sustentam, mas também difundem os modos de existência característicos da modernidade, tendo a ciência como instituição central nesse empreendimento.

A experiência de campo é certamente um divisor de águas na trajetória de qualquer antropólogo, e cada um vivencia o campo de forma única e particular. No meu caso, muitos foram deslocamentos em minha autopercepção após a vivência com este objeto etnográfico. Ser afetado pelos modos de existência dos sujeitos e artefatos com os quais travamos contato e trocas de saberes é uma temática já recorrente na literatura antropológica, destacando-se Fravaat Saada (2005) e Marcio Goldman (2003).

O mundo “moderno”, incluindo o Brasil, se caracteriza por vários recortes sociais, de gênero, raça, classe, de acesso a bens materiais e intelectuais, saberes e técnicas que muitas vezes ficam restritos às camadas mais abastadas da “sociedade”, produzindo assim assimetrias flagrantes em um mesmo universo de relações, mas com diversas posicionalidades socioculturais. No caso brasileiro, encontramos também esta característica histórica, pois *“é sabido que historicamente o nosso projeto de modernidade pressupôs elitização e designou desenvolvimento lastreado em políticas de exclusão”* (SÁ, 2015, p. 37).

Minha trajetória de vida perpassa diferentes contextos sociais e regionais, o que no Brasil não é algo tão incomum, mas para a boa antropologia ser alcançada é importante ter a si mesmo por objeto de reflexão, como defende Roy Wagner (2010), para assim demarcar as bagagens que por ventura possam ir ou não a campo, para então ter consciência dos impactos que tais bagagens possam vir a causar na sensibilidade etnográfica e no texto antropológico, assim como nas interações com os interlocutores

em campo. O importante é a tomada de consciência de meus pontos particulares de partida, enquanto um praticante da ciência antropológica, mas também enquanto um sujeito no mundo, ambas posições sempre imersas no circuito de trocas simbólicas e de transformações sociais e contextuais.

Transpondo as barreiras estruturais presentes na sociedade brasileira, por ser um nordestino pobre vivendo no interior de São Paulo e estigmatizado devido à origem regional, ascendi ao universo universitário, onde desde o início meu olhar já estranhava diversas dimensões e particularidades das pessoas e dos ambientes em que estava adentrando. Uma necessidade constante em aprender e me adaptar a uma nova gama de práticas culturais, estranhas ao meu repertório prévio, se tornou rotineira. A sensação de não pertencimento aos valores do ambiente universitário foi sempre presente nos anos de graduação, e muito se deve ao fato de ter sido o primeiro da família a conseguir acessar tal universo de relações sociais e trocas simbólicas. O acesso ao ensino superior tem se tornado cada vez mais possível para estratos sociais antes relegados às periferias do acesso aos saberes do estado e da ciência. Na universidade e no laboratório em que fiz campo pude perceber a presença diversa de origens regionais e sociais.

De todas as adversidades que me causaram aflição e que me impuseram refletir e buscar superar, a da diferença de origem social é a que se mostra mais recorrente. Se para um antropólogo que vai de encontro a uma outra cultura a alteridade se mostra muito mais explícita, para mim, que vivenciei o processo de imersão nos modos de vida universitário e acadêmico, a maior percepção da diferença consiste no fato de que meus interlocutores, e a própria instituição de pesquisa, tradicionalmente fazem parte de uma camada social a qual só tive acesso recentemente. Como argumenta Roy Wagner: "*o antropólogo torna suas experiências compreensíveis (para si mesmo e para outros em sua sociedade) ao percebê-las e entendê-las em termos de seu próprio modo de vida, de sua cultura.*" (ROY WAGNER, 2010, p. 75)

Kirin Narayan (1993), antropóloga indiana com formação na cultura ocidental nos apresenta uma reflexão em seu texto sobre os limites e as problemáticas em se utilizar o termo "antropólogo nativo". Em sua autodefesa, a autora argumenta que ela mesma não se sente tão nativa assim, devido ao seu histórico familiar que a coloca em um lugar relativamente diferente dos interlocutores com os quais realiza trabalho de campo.

Contudo, diferente do caso desta autora, que tem em sua trajetória um forte elo com as práticas ocidentais da antropologia e que tem como pesquisa os modos de vida indiana, a qual ela compartilha em certa medida, minha posição em relação ao meu campo

é duplamente diferente. Primeiro, não pertencço a uma rede familiar abastada socialmente, e de amplo enraizamento nas relações de poder e de colonização. Em segundo lugar, meu campo não é uma forma cultural subjugada pelo colonialismo, mas sim o centro de produção e disseminação dos saberes hegemônicos, ao menos no contexto nacional.

O contraste esboçado por mim a respeito das diferenças socioculturais nas quais estou inserido se deve ao fato de que, como argumenta Kirin Narayan:

In some ways, the study of one's own society involves an inverse process from the study of an alien one. Instead of learning conceptual categories and then, through fieldwork, finding the contexts in which to apply them, those of us who study societies in which we have preexisting experience absorb analytic categories that rename and reframe what is already known. The reframing essentially involves locating vivid particulars within larger cultural patterns, sociological relations, and historical shifts. (NARAYAN, 1993, p. 678)²⁶

O processo de aproximação e delimitação do campo, recortando e focando em espaços e relações cada vez mais específicos, despertou em mim uma reflexividade e autoconhecimento, seja de minhas origens sociais, e do meio social mais amplo, seja também em meus interesses de pesquisa. Como argumenta, Kirin Narayan:

By situating ourselves as subjects simultaneously touched by life experience and swayed by professional concerns, we can acknowledge the hybrid and positioned nature of our identities. Writing texts that mix lively narrative and rigorous analysis involves enacting hybridity, regardless of our origins. (NARAYAN, 1993, p. 682)²⁷

Esta é apenas uma de muitas particularidades que podemos perceber entre estas duas formas/regiões socioculturais, mas o motivo de ter trazido este rápido depoimento é o de tentar elucidar algumas das particularidades de minha trajetória e com o fato de que o sentimento de estranhamento tomou conta de mim desde muito cedo, às

²⁶ “De certa forma, o estudo da própria sociedade envolve um processo inverso ao estudo de uma sociedade alheia. Em vez de aprender categorias conceituais e, por meio do trabalho de campo, encontrar os contextos em que aplicá-las, aqueles de nós que estudam sociedades nas quais já possuem experiência prévia absorvem categorias analíticas que renomeiam e reinterpretam o que já é conhecido. Essa reinterpretação essencialmente envolve localizar particularidades vívidas dentro de padrões culturais mais amplos, relações sociológicas e mudanças históricas”. (NARAYAN, 1993, p. 678, tradução nossa)

²⁷ “Ao nos situarmos como sujeitos simultaneamente moldados pela experiência de vida e influenciados por preocupações profissionais, podemos reconhecer a natureza híbrida e posicionada de nossas identidades. Escrever textos que combinam uma narrativa envolvente com uma análise rigorosa implica incorporar a hibridez, independentemente de nossas origens”. (NARAYAN, 1993, p. 682, tradução nossa)

vezes realçando as diferenças, outras vezes, as semelhanças, neste mundo universitário e acadêmico em que a ciência se insere. O intuito de ter compartilhado aqui uma pequena síntese de minha trajetória pessoal e familiar é o de buscar refletir sobre as escolhas de pesquisa que me levaram ao laboratório, bem como demarcar os limites da teoria no campo que acabei por etnografar.

Pois, se há um lado bom no pós-modernismo antropológico, este consiste no reconhecimento de que as diferenças entre as culturas são maiores do que imaginávamos, e de que, portanto, as dificuldades de comunicação e tradução são muito mais amplas e estão muito mais imbricadas na prática antropológica do que costumávamos admitir. Para superar esse obstáculo, sugeriu-se que a única solução seria aprofundar e repensar a prática etnográfica, tanto no que se refere à pesquisa de campo propriamente dita quanto às técnicas de descrição e apresentação. O próprio pesquisador deveria ser incluído no processo a ser analisado, fazendo que a antropologia deixasse de ser um “monólogo” sobre as outras sociedades para se converter em um “diálogo” com elas. (GOLDMAN, 2000)

Escolhi estudar práticas científicas porque estas me cativaram desde a época de cursinho pré-vestibular (onde fui instruído, de forma mais sistemática e profunda, com o básico da leitura de mundo dos saberes científicos). Por exemplo, foi nesta época que vim a ter conhecimento e compreensão da existência de átomos e moléculas, ou pelo menos lá é que elas ganharam real sentido e se conectaram a um saber mais geral das ciências, esta que há pelo menos quatro anos tem sido meu interesse de pesquisa antropológica. É de conhecimento geral as fragilidades do ensino público brasileiro, e para as pessoas que fazem dupla jornada (trabalho e estudo) fica ainda mais difícil capturar e ser capturado pelos poucos saberes técnicos que o ambiente escolar busca-se estabilizar.

É mais comum na antropologia que o(a) jovem de classe média vá estudar a periferia ou temas periféricos, ou que um(a) jovem da periferia, que acessou a universidade, direcione seu olhar a sua própria comunidade, ou seja, uma relação de pesquisa sempre assimétrica e que se configura do centro em direção à periferia. A relação de alteridade que estabeleci com meus interlocutores, e também minhas reflexões, se esbarram, muitas das vezes, com este recorte social.

Como argumenta Leiner (2014) a respeito da relação entre centro e periferia associada ao Brasil:

Lendo uma entrevista de B. Latour (Latour; Sztutman & Marras, 2004), imaginei se seu apelo “para uma antropologia do centro” poderia

também ser pensado no contexto brasileiro. Frequentemente aparece a indagação, junto com alguns colegas, de que a antropologia que fazemos aqui segue o nível das “centrais”, mas a sensação é que “lá” seremos sempre periféricos (com algumas raras exceções), pois além de uma série de razões que aparecem já bem elaboradas a partir de balanços e reflexões sobre a área, haveria uma certa indexação a uma suposta posição periférica do Brasil nas franjas do assim chamado ocidente. (LEINER, 2014, p. 85)

Em uma visão mais ampla, certamente minha pesquisa se insere em uma antropologia feita em “casa” (*at home*). Strathern (2014) argumenta que uma das consequências da antropologia feita em “casa” é a maior flexibilidade de seu praticante: *“a suposição é que nos tornamos mais conscientes tanto de nós mesmos convertidos em objetos, ao aprendermos sobre nossa própria cultura, como de nós mesmos realizando o estudo ao nos tornarmos sensíveis aos métodos e ferramentas de análise.”* (STRATHERN, 2014, p. 135)

Continuando a argumentação desta autora, a “casa” do antropólogo(a) pode não ser a “casa” da antropologia:

A autoantropologia, ou seja, a antropologia realizada no contexto social que a produziu, tem de fato distribuição limitada. As credenciais pessoais do(a) antropólogo(a) não nos dizem se ele está em casa neste sentido. Mas o que ele(ela) afinal escreve diz se há ou não continuidade cultural entre os produtos de seu trabalho e o que as pessoas da sociedade estudada produzem em seus relatos sobre elas mesmas.” (STRATHERN, 2014, p. 134)

Tendo suas reflexões em mente, podemos então pensar que, no caso da autoantropologia, estar ou não acontecendo independe do seu praticante, pois se refere muito mais sobre a simultaneidade do local sociocultural à qual ela está engajada e se suas ferramentas teóricas têm origem neste mesmo tropo social, ou seja, a sociedade que a produziu e na qual estão seus pares acadêmicos. No caso do Brasil, para responder a esta questão, toda outra gama de debates se abriria, como por exemplo, se este é ou não moderno (SÁ, 2015), ou se seria uma periferia do centro (LEINER, 2014)

E como podemos pensar o estatuto da ciência no Brasil em relação a tudo isso, este objeto que perpassa nações, culturas, tempos e espacialidades? O Brasil ainda se encontra na periferia do moderno? Otavio Velho nos apresenta uma imagem recente da ciência brasileira em contraste com a internacional:

O fato de que existem esses prazos todos, que faz então com que os alunos não queiram se arriscar, isso eu acho que é um problema em termos de criatividade. Já vi colegas em outras áreas reclamando da falta de criatividade. [...] Com isso, o conjunto das ciências brasileiras está apresentando alguns problemas, que parecem, por exemplo, nas avaliações da nossa presença internacional: nós estamos aumentando a nossa presença internacional, porém não somos tão citados como deveríamos ser comparativamente ou tendo impacto significativo, porque talvez o que nós estamos fazendo não seja assim tão relevante em termos de inovação, e isso está sendo sentido em outras áreas também. Não basta publicar nas revistas internacionais para que isso mude. (VELHO apud SÁ, 2015, p. 37-8)

A antropologia certamente nasce em um contexto relacionado ao que se convencionou chamar de Modernidade. O Brasil, no entanto, como aponta Guilherme Sá, (2015) não está estável nesta demarcação enquanto moderno. O argumento do autor vai de encontro a sua tese/manifesto de uma antropologia realmente simétrica que parta do estatuto de uma não modernidade do olhar antropológico. Mas como seria um olhar não moderno? Talvez um bom início para uma possível resposta esteja em direcionarmos nossos olhares para os diversos contrastes sociais presentes no Brasil. E desconfiarmos das narrativas estabelecidas, até mesmo as nossas.

As reflexões de M. Strathern (2014) sobre a autoantropologia alcançam esta especificidade de minha relação com o campo enquanto antropólogo e é imprescindível para cartografar com maior precisão esta pesquisa “a partir” (FONSECA/ROHDEN&MACHADO, 2012) das práticas dos pesquisadores que travei contato. Por outro lado, as reflexões de Kirin Narayan (1993) nos ajudam em um melhor entendimento sobre as posições e particularidades do antropólogo que foi a campo e se inseriu na vida cotidiana de relações com os interlocutores, problematizando esta conceitualização de nativo no contexto brasileiro.

Estas são algumas reflexões sobre minha trajetória inicial no intuito de realçar a existências de relações assimétricas entre mim, enquanto sujeito e antropólogo, e o campo ao qual venho me engajando. Relações estas que poderiam facilmente ser estendidas de forma análoga entre a antropologia e as ciências duras. No contexto de produção de conhecimento em nosso meio social, é sabido que existem desigualdades entre as humanidades e as ciências exatas, principalmente na dimensão econômica. Estas reflexões e experiências certamente fazem parte de minha bagagem ao adentrar a selva ainda pouco conhecida da ciência brasileira, no que tange a uma visão antropológica. Também nos é útil perceber algumas das dimensões da própria formação institucional e como ela mesma pode representar a produção de diferenças antropológicamente

relevantes, bem como podemos refletir sobre as estratégias e meios empenhados por este laboratório para fazer-se conhecido através de ascensão da nanotecnologia como novo paradigma tecnocientífico.

CAPÍTULO 2 – NANOTECNOLOGIA E NANOMUNDO, UMA NOVA FRONTEIRA DE EXPLORAÇÃO E CONTROLE SOCIAL

Nanotecnologia

Os processos de desenvolvimento das práticas científicas contribuíram para a criação, manutenção e mesmo transformações desse fenômeno socioeconômico amplamente entendido enquanto modernidade. Tais processos constituem-se pelo embate interno entre modos de entendimento sobre a realidade do mundo e possibilidade da criação de novos artefatos a partir das compreensões adquiridas no processo de produção de conhecimentos. A eletricidade, o motor a combustão, o computador, a internet, a bomba atômica, entre tantos outros são bons exemplos da relação que se estabelece entre a ciência e a tecnologia, entre os processos de produção de entendimentos e consensos que posteriormente impactam a vidas cotidianas nas mais diversas sociedades que vêm adicionando tais práticas do pensamento e da relação com cultura material e de consumo. A nanotecnologia possui uma característica que não se distingue muito desta tendência dos modos de vida modernizantes. Para que ela se torne possível, primeiro fora necessário o entendimento teórico e instrumentos científicos indicativos da existência do átomo, entidade existente na teoria, mas que apresenta sua plena existência apenas no fim do século XIX. É com a confirmação do átomo que o passo avante é dado em direção às possibilidades de manipulação e controle destas entidades meio século depois.

No livro de divulgação científica produzido pelo LIEC e pelo CDMF com intuito de divulgar a nanotecnologia, a ciência em geral e as Nanoartes em particular, encontramos a seguinte definição para nanotecnologia:

De forma simples, podemos definir nanotecnologia como sendo o termo utilizado para descrever a criação, manipulação e exploração de materiais com escala nanométrica. Aqui cabe outra definição, um nanômetro (abreviado como nm) é um metro dividido por um bilhão, ou seja, 1 nm é igual a 10^{-9} m. Somente para se ter uma ideia de tamanho, um fio de cabelo tem cerca de 100×10^{-6} m quanto 0.1 mm de diâmetro, ou seja, é 100.000 vezes maior que um nanômetro. Quando

se encontra ao nível nano, a matéria torna-se invisível ao olho humano. (Livro de divulgação “Nanoarte – A Arte de Fazer Arte”, 2015, p. 12)

Nesta definição podemos perceber a íntima relação entre as profundidades da matéria, com sua inerente questão que envolve a limitação do olho como meio possível de visualização sem o acoplamento de instrumentos para fazer ver tais dimensões e suas pequeninas entidades. Ressalta-se também os intentos e anseios no tocante à manipulação e controle das propriedades das entidades existentes nesta dimensão da matéria. Este anseio pelo controle, por sua vez, possibilita a criação de novas realidades tecnológicas. No site do laboratório, encontramos uma outra versão da definição de nanotecnologia, desta vez ressaltando as questões sobre o controle da matéria:

(...) a criação de dispositivos e materiais funcionais, utilizando-se o controle da matéria na escala de nanômetros. (...) A nanotecnologia está relacionada à capacidade de criar objetos a partir do controle em nível atômico, utilizando-se as técnicas e ferramentas que estão disponíveis atualmente e que ainda estão sendo desenvolvidas, com a finalidade de colocar cada átomo e cada molécula no lugar desejado. (www.liec.ufscar.br)

“Cada átomo e cada molécula no lugar desejado”! Este pequeno fragmento pode muito bem servir de representante para os valores compartilhados pelos praticantes. O desejo de controle existente na nanotecnologia, no sentido de criação de substâncias previamente projetadas e com propriedades únicas e inovadoras, não é algo novo quando pensamos e conhecemos um pouco sobre a história da ciência e tecnologia, ou mesmo quando observamos os aparelhos que nos rodeiam e convivem conosco. O ponto que vale a pena ressaltar que diferencia este novo anseio por controle está diretamente associado ao fato de as dimensões nanométricas constituírem uma nova fronteira não apenas para os entendimentos das propriedades elementares da matéria, mas também um vasto território se abrindo à exploração econômica daqueles que possuem acesso aos meios de interação e visualização desta profunda dimensão. A somatória entre os desejos de controle e as incertezas existentes sobre as propriedades tão particulares destas partículas nanométricas constituem o debate que vem se formando no cenário internacional.

As origens da nanotecnologia enquanto uma nova fronteira para os engajamentos da ciência e tecnologia remontam a uma palestra proferida pelo físico teórico Richard Feynman, que lança as bases para o que hoje é conhecido como

nanotecnologia²⁸, em uma conferência que na literatura especializada podemos associar como um “*mito de origem*” desta área de estudos, como demonstra Mikael Johansson (2008).

No encontro anual da Sociedade Americana de física, realizado em 29/12/1959, Feynman afirmou que a pesquisa na escala atômica “*é um novo mundo surpreendentemente pequeno. No ano 2000, quando olharem para esta época, elas [as pessoas] se perguntarão por que só no ano de 1960 que alguém começou a se movimentar seriamente nessa direção*”.²⁹ Pouco mais de duas décadas depois, os trabalhos do “renomado cientista nano” , Erick Drexler, *Engines of Creation: The coming Era of Nanotechnology* (1986), tornou-se a referência da área, assim como este cientista transformou-se em um defensor assíduo dos possíveis avanços da nanotecnologia. (REGIS, 1997[1995]; JOHANSSON, 2008)

No caso brasileiro, uma ampla abordagem sobre a atividade da nanotecnologia no Brasil, seu desenvolvimento institucional e as principais áreas de atuação e agentes de interesse é o objeto de análise quantitativa sociológica de Santos Junior (2011). Sua análise centra-se na distribuição dos principais agentes na construção das redes de pesquisadores e instituições envolvidas com os processos e pesquisas em nanotecnologia.

Como parte do cotidiano destes pesquisadores, o acesso à escala nanométrica dá-se por meio de microscópios eletrônicos, que geram imagens necessárias para que eles possam aferir as características das substâncias (átomos e moléculas) por eles pesquisadas e produzidas.

Estes equipamentos são utilizados para produzir imagens computacionais em tons de cinza, tidas como formas de representação dos dados científicos. Alguns autores analisam os processos de criação e modificação destas “imagens científicas”, mediadas por computadores, e inerentes do processo de objetificação e representação dos dados que são posteriormente utilizadas em livros e artigos científicos publicados pelos pesquisadores (ROBINSON, 2004; MONTEIRO, 2012, MARCOVICH&SHINN, 2011; DASTON& LUNBECK, 2011).

²⁸ O termo nanotecnologia foi criado 24 anos depois da palestra de Feynman, pelo cientista japonês Norio Tanagushi em 1984. (REGIS, 1997 [1995])

²⁹ Texto extraído da tradução feita por Roberto Belisário e Elizabeth Gigliotti de Sousa, para a edição nº 37 da Revista de divulgação científica Com Ciência, devido suas contribuições às pesquisas desta área. Fonte: <http://www.comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano19.htm> acesso em 01/06/2014. Feynman foi contemplado com o Prêmio Nobel de Física em 1965.

A rotina que encontrei no laboratório se caracterizava por escavar as profundezas dimensionais da matéria, na busca por inovações nos arranjos e cada vez mais profundas em novos ambientes a serem explorados econômica, material e simbolicamente.

A visão na ciência e seus instrumentos

Thomas Crump apresenta uma síntese dos principais desenvolvimentos da prática científica observando e focando nos instrumentos que foram essenciais para que tais transformações e avanços científicos fossem conquistados. Para este autor, o microscópio constitui, juntamente com os primeiros telescópios, em um dos instrumentos de maior impacto para a ciência, tendo em vista a abertura de uma nova fronteira até então inacessível ao olho nu, as escalas microscópicas. Nas palavras deste autor:

the new science triumphed largely because of the instruments available to it, and, of these, two, the telescope and the microscope, were decisive. Although both revealed new worlds, that of the cosmos, opened up by the telescope, proved to be far more open to exploration and understanding by the great thinkers of the day. The microscope, although a seventeenth-century invention, did not really come into its own until the nineteenth century, when it became a key instrument in fields such as medicine and geology. (Thomas CRUMP, 2001, p. XVI)³⁰

Como apresenta o autor, este primeiro instrumento foi inventado no século XVII, e seu maior utilizador fora Antoni Von Leeuwenhoek, holandês que estava em constante diálogo com a Real Academia Inglesa:

Considerado o fundador da microbiologia, também contribuiu para o incremento de outras ciências, como a embriologia, a cristalografia e a química; algumas de suas observações tão precisas que puderam ser interpretadas novamente, dois séculos mais tarde. “Seria difícil encontrar qualquer um que desafiasse seriamente Leeuwenhoek”,

³⁰ “A nova ciência triunfou amplamente devido aos instrumentos disponíveis a ela, e dois deles, o telescópio e o microscópio, foram decisivos. Embora ambos tenham revelado novos mundos, o cosmos, desvendado pelo telescópio, mostrou-se muito mais acessível à exploração e compreensão pelos grandes pensadores da época. O microscópio, embora uma invenção do século XVII, só ganhou protagonismo no século XIX, quando se tornou um instrumento-chave em áreas como a medicina e a geologia”. (CRUMP, 2001, p. XVI, tradução nossa)

escreve Brian J. Ford, “em termos da variedade e da profundidade de seus interesses.” Com um microscópio simples conseguiu resultados espetaculares, e a complexidade do mundo natural, vista por seus olhos, tomou novas dimensões. (SIMMONS, 2003, p. 319-20)

É importante ressaltar o impacto que os instrumentos tiveram no desenvolvimento da ciência, e principalmente na comunicação científica, já no período da Renascença. Thomas Crump (2001) nos chama atenção para o impacto que as novas imagens e abordagens instrumentais causaram no tocante ao crescimento da importância dos instrumentos de visualização na prática de investigação científica a partir do século XVII.

objects that are too small cannot be observed by the naked eye. Without some way of breaking through this barrier, a whole universe of micro-phenomena is closed to human knowledge. This is why the invention of the microscope around the beginning of the seventeenth century is so critical in the history of science. (CRUMP, 2001, p. 3-4)³¹

Esta popularização dos instrumentos e de seus usos, bem como o acesso aos mesmos por parte de praticantes dessa nova forma de conhecer e se relacionar com o mundo influenciou significativamente no afastamento entre os praticantes da ciência que possuíam acesso a tais instrumentos e o público em geral, tendo em vista que as entidades difundidas provenientes destes novos domínios da natureza eram inacessíveis àqueles despossuídos de tais aparatos de observação. O ponto focal consiste no fato de as novas informações que alimentavam as ideias da época passam a ser inacessíveis ao *olho nu*, como argumenta o autor,

“(...) until the dawn of modern science almost any phenomenon reported in speech must originally have been observed, or at least have been capable of being observed, by the human eye. Since the introduction of the telescope, as reported in Sir Henry Wotton's letter to King James I - together with that of the microscope, which occurred at much the same time - modern science has changed all that to the point that the particle physics of today's post-modern science is concerned with phenomena which are difficult, if not impossible, to conceive of in terms of any visual image.” (CRUMP, 2001, p.45)³²

³¹ "Objetos que são pequenos demais não podem ser observados a olho nu. Sem alguma maneira de superar essa barreira, um universo inteiro de microfenômenos permanece fechado ao conhecimento humano. É por isso que a invenção do microscópio, no início do século XVII, é tão crucial na história da ciência (...)." (CRUMP, 2001, p. 3-4, tradução nossa)

³² "(...) até o alvorecer da ciência moderna, quase qualquer fenômeno relatado verbalmente deve ter sido originalmente observado, ou pelo menos passível de ser observado, pelo olho humano. Desde a introdução do telescópio, conforme relatado na carta de Sir Henry Wotton ao Rei James I - junto com a do microscópio, que ocorreu aproximadamente na mesma época - a ciência moderna mudou tudo

Para termos uma noção do impacto na percepção de mundo no início dos usos dos microscópios, em uma publicação de 1743, que promete orientar no uso do inovador instrumento, *The microscope Made easy – or, The Nature, Uses, and magnifying Powers*” o autor Henry Baker faz uma defesa das contribuições e possibilidades trazidas pelo instrumento:

The invention of glasses has brought under our examination the two extremes of the creation, if I may be allowed to call them so, which were out of the reach of former ages: I mean, those vast and distant bodies of our system, the sun and planets; whose dimensions, distances and motions, regularity and order, we are become acquainted with by the *help of telescopes*, and those exceedingly minute, and to them invisible, and unknown, (though everywhere at hand) species of animals, plants, etc. with the *microscope* has discovered to us. I leave the telescope to others, who are better able to do it justice: my intent in this discourse is to treat of the microscope scope, and encourage its more general use, by showing the pleasure and instruction it can afford us. (BAKER, 1743. p. XIV – XV)³³

O microscópio óptico possibilitou a abertura de novas fronteiras por onde a imaginação e curiosidade se direcionaram desde sua invenção. As ciências naturais foram as primeiras a usufruírem deste inovador instrumento. Como nos apresenta, John C. Simmons (2003) a respeito da ciência anatômica e a importância que o microscópio para seu desenvolvimento:

O médico e anatomista italiano Marcello Malpighi é o fundador da anatomia microscópica. Suas extensas investigações criaram a histologia e o estudo dos tecidos, além de provocarem grande impacto em muitos campos, como na botânica, zoologia e embriologia. A mais famosa descoberta foi a dos vasos capilares em 1661, o que trouxe à luz o elemento ausente da teoria de William Harvey sobre a circulação do sangue, mostrando como o sistema arterial estava ligado ao sistema venoso. Equipado com um microscópio, Malpighi também efetuou alguns dos primeiros estudos cuidadosos da medula, dos rins, do baço, do cérebro, da pele, da língua e forneceu descrições minuciosas, nunca antes expostas, de embriões de animais e de insetos em seus estados

isso, a ponto de a física de partículas da ciência pós-moderna de hoje lidar com fenômenos que são difíceis, senão impossíveis, de conceber em termos de qualquer imagem visual." (CRUMP, 2001, p. 45, tradução nossa)

³³ "A invenção dos óculos trouxe sob nosso exame os dois extremos da criação, se me for permitido chamá-los assim, que estavam fora do alcance das eras passadas: quero dizer, aqueles corpos vastos e distantes do nosso sistema, o sol e os planetas, cujas dimensões, distâncias, movimentos, regularidade e ordem nos tornamos familiarizados com a ajuda dos telescópios; e aquelas espécies extremamente pequenas, invisíveis para eles e desconhecidas (embora em toda parte próximas), de animais, plantas, etc., que o microscópio nos revelou. Deixo o telescópio para outros, que estão mais capacitados a fazer-lhe justiça: minha intenção neste discurso é tratar do microscópio e encorajar seu uso mais generalizado, mostrando o prazer e o aprendizado que ele pode nos proporcionar." (BAKER, 1743, p. XIV-XV, tradução nossa)

larvais. Apesar de ter passado a maior parte da vida como professor em Bolonha, seus escritos “poderiam ter sido chamados de ‘Viagens com o Microscópio’”, escreve Daniel Boorstin, “pois seu trabalho era um diário de miscelâneas, de um viajante, num mundo invisível a olho nu. (SIMMONS, 2003, p. 234-5)

As dificuldades de observação do mundo em escalas inacessíveis para o corpo humano sem a ajuda de equipamentos se apresentam, mais fortemente, na medida em que nos distanciamos os objetos por eles observados.

Na dimensão planetária, o trabalho recente sobre a equipe de pesquisadores/exploradores do planeta Marte, vinculados à NASA, Janet Vertesi (2015) constrói um considerável esforço etnográfico no intuito de acompanhar os membros da equipe e entender a importância e o papel decisivo que as imagens geradas pelos robôs que estão em Marte enviam para a equipe aqui na terra. Etnografando o que é entendido por eles como aprender a “ver como um veículo” (“see like a Rover”). As práticas e saberes que envolvem a produção das imagens pelos envolvidos no projeto foi o foco de sua análise. A autora argumenta que:

“It is all too easy to assume that scientific images show exactly “the things themselves as they appear” without paying attention to the considerable work it takes for scientists to produce such pictures.” (VERTESI, 20015, p. 8)³⁴

As convenções de medidas

As convenções de medidas, tão presentes e imprescindíveis no cotidiano de análises no laboratório, possuem uma história que muitas das vezes revela arbitrariedades. Para que uma dada substância seja considerada nano, ela deve possuir ao menos uma das dimensões espaciais (largura, altura, comprimento) entre 1 e 100 nanômetros (1,0 x 10⁹). O metro e suas variantes fazem parte do Sistema Internacional de medidas.

Irineu da Silva (2010) produz uma concisa análise sobre a história dos pesos e medidas. Seu trabalho mostra os processos graduais de transformações, usos e origens

³⁴ “É muito fácil assumir que as imagens científicas mostram exatamente 'as coisas como elas aparecem', sem prestar atenção ao considerável trabalho que os cientistas realizam para produzir tais imagens.” (VERTESI, 2015, p. 8, tradução nossa)

de uma miríade de sistemas locais de organização e sistematização das medidas utilizadas no cotidiano de medições agrárias e comerciais. Seu trabalho também possibilita compreender a associação que tais medidas possuem com o corpo humano, principalmente com partes como mãos, pés e passos de figuras locais de poder. No decorrer do livro, o autor apresenta o processo de padronizações e criação de sistemas internacionais a partir do século XVIII, protagonizado pelos saberes científicos e muito devendo à busca por linguagens de mensuração comuns que possibilitassem uma maior comunicabilidade entre os saberes científicos da época. A matematização das medidas ganha assim um protagonismo crescente, que aos poucos se dissemina nas práticas oficiais de medição, substituindo o referente do corpo humano por valores extraídos de cálculos matemáticos e conceitos científicos. Com o tempo, criou-se e consolidou-se então o Sistema Internacional – SI, que como argumenta o autor:

estabeleceu, final e definitivamente, a tão sonhada unificação dos sistemas de medidas. Não deixa de ser admirável constatar que o homem moderno aceita e utiliza passivamente um novo sistema de medidas, cujas bases certamente uma grande parcela da população desconhece e nem possui conhecimentos suficientes para entendê-las. As medidas representativas dos sistemas pré-métricos foram substituídas por constantes físicas, e o homem comum nem se deu conta. Isso se deve, em parte, à crença irrestrita que o homem moderno tem na ciência e, em parte, à padronização dos produtos que tomou conta do mundo moderno.” (SILVA, 2010, p. 120)

Irineu da Silva ressalta a particularidade da medida associada à luz, *Candela*, e explica a importância que ela possui em relação às demais medidas, levando-a a possuir um tratamento especial pelo Sistema Internacional, devido ao caráter “subjetivo” e à associação do olho humano como lócus da percepção visual humana.

As unidades fotométricas ocupam um lugar particular no Sistema Internacional de Medidas. A Luz não é nada mais que um raio eletromagnético cuja potência pode ser medida em watt, o que poderia indicar que ele não necessita de nenhuma unidade particular. Entretanto, *em razão da importância do olho humano na fotometria, achou-se mais conveniente estabelecer uma unidade de medida que considera-se esse efeito subjetivo do raio eletromagnético sobre a visão humana.* Assim, com a unidade fotométrica não se mede a luz em sua natureza física, mas sim como é percebida pelo olho humano. A sensibilidade do olho humano à luz depende do comprimento de onda do raio eletromagnético, ou seja, da cor da luz emitida. Além disso, ela varia de um indivíduo para o outro. Dessa forma, para medir a intensidade luminosa a partir de aparelhos físicos, é necessário considerar esse fator subjetivo de sensibilidade às cores. Esses valores

foram determinados a partir de medidas realizadas sobre uma grande quantidade de indivíduos e foram fixadas internacionalmente para os comprimentos de onda variando de 360 a 830 nm [nanômetros] (...)” (SILVA, 2010, p. 115-116, ênfase minha)

A amplitude da onda eletromagnética que constitui a luz percebida pelo olho humano possui então uma variação que vai de 360 a 830 nanômetros, como podemos observar na citação acima. Para que uma substância seja considerada pertencente à nanotecnologia, que foi convencionada como sendo a presença de alguma dimensão no material estudado e/ou produzido, é necessário que este possua ao menos uma dimensão com medidas no intervalo entre 1 e 100 nanômetros. A problemática da visualização desta dimensão da matéria se coloca no fato de que a amplitude dos raios luminosos captados pelo olho humano é muito maior do que os elementos que se intenta observar. Eis aí a grande importância dada aos microscópios eletrônicos, pois estes criam meios para se observar o mundo atômico.

O Microscópio Eletrônico e os processos de caracterização das partículas nanométricas

Ser capaz de observar as dimensões que permeiam os limites dos sentidos é uma preocupação muito presente nos atuais empreendimentos científicos, como tive a oportunidade de observar etnograficamente, e acompanhando discussões da historiografia da ciência. Os instrumentos de visualização possuem um lugar de destaque frente aos demais, uma vez que reconhecemos a centralidade que o sentido visual possui na tradição científica. A recorrente presença da ideia de “olho nu”, em meu campo, em conversas com meus interlocutores, ou mesmo nas literaturas internas aos valores e interesses da nanotecnologia, assim como em trabalhos críticos aos avanços da área, nos ajuda a perceber a importância excepcional que tal sentido possui, bem como, no caso das ciências, a necessidade em acoplar e expandir tais possibilidades sensoriais com a ajuda de tais instrumentos.

Assim como o microscópio óptico possibilitou a produção e difusão de uma grande variedade de novos entendimentos e saberes entre os praticantes das ciências

naturais no período da alta renascença do século XVII e início do período iluminista no século seguinte, os microscópios eletrônicos vêm causando uma grande transformação nas dinâmicas de pesquisa das ciências exatas e biológicas. Estes instrumentos representam a superação não apenas da limitação do “olho nu” no processo de visualização do mundo, mas também da própria luz perceptível às retinas oculares, que é trabalhada por meio de lentes ópticas para que seja realizada a magnificação das dimensões microscópicas. Os microscópios eletrônicos, por sua vez, utilizam de outros meios para produzir as imagens “nanoscópicas”, a saber, os elétrons.

A principal função de qualquer microscópio é tornar visível ao olho humano o que for muito pequeno para tal. [...] Um microscópio eletrônico de varredura (MEV) utiliza um feixe de elétrons no lugar de fótons utilizados em um microscópio óptico convencional. [...] O MEV é um aparelho que pode fornecer rapidamente informações sobre a morfologia e identificação de elementos químicos de uma amostra sólida. Sua utilização é comum em biologia, odontologia, farmácia, engenharia, química, metalurgia, física, medicina e geologia. (DEDAVID, 2007, p. 9)

Em uma das principais publicações que condensa os termos correlatos a nanotecnologia, encontramos, encontramos a seguinte explicação para as imagens provenientes da nanociência:

It is often argued that scanning probe microscopes gave scientists the ability to “see” the nanoscale with atomic level resolution—e.g., as in the iconic image of the company name IBM written in individual xenon atoms. How these instruments work, however, is closer to touching than seeing. (*Encyclopedia of Nanoscience and Society*, 2010, p. 329)³⁵

A seguir trago algumas considerações etnográficas e históricas a respeito deste não-humano tão importante quando o assunto é a visualização e manipulação das entidades que compõem, em nossa percepção sensorial, a matéria.

O laboratório possui três microscópios eletrônicos de varredura - MEV, distribuídos em três salas distintas. Meu contato maior se deu com dois deles que se localizam em salas ladeadas e conectadas entre si. Destes dois, o primeiro é o mais antigo MEV do laboratório e possui uma interface em sua maior parte analógica e a imagem

³⁵ "Frequentemente se argumenta que os microscópios de varredura por sonda deram aos cientistas a capacidade de 'ver' a escala nano com resolução em nível atômico — por exemplo, como na imagem icônica do nome da empresa IBM escrito em átomos individuais de xenônio. No entanto, o funcionamento desses instrumentos se assemelha mais a tocar do que a ver." (*Encyclopedia of Nanoscience and Society*, 2010, p. 329, tradução nossa)

final é obtida por meio da geração de fotografias físicas, em contrastes de preto e branco. O outro por sua vez, consiste de um modelo mais recente sendo em sua maior parte integrado com funcionalidades digitais e sua interface de interação totalmente gerida por softwares próprios e as imagens finais são produzidas em formato digitais, sendo ausente do mesmo a possibilidade de impressão no próprio equipamento. O terceiro MEV presente no laboratório, localiza-se em uma sala na área externa ao prédio principal e seu modelo é também de interface digital, semelhante ao anteriormente apresentado. Os dois MEVs mais novos são os mais utilizados pelos técnicos e pesquisadores que possuem treinamento para operá-los. O terceiro, por sua vez, costuma ser utilizado apenas para o procedimento de síntese de substâncias conhecida ali por “crescimento de prata”.

Com o advento da produção de imagens em formato digital, possibilitou-se a coleta e arquivamento, por parte dos técnicos, produzindo assim ao longo dos anos um extenso banco de dados. O fato de as imagens estarem disponíveis para eles nos formatos digitais possui uma direta correlação com o nascimento das práticas de colorir as imagens científicas, além da popularização dos softwares de tratamento e renderização digitais, como o Photoshop.

As dimensões teóricas que embasam as possibilidades de existência dessas imagens produzidas pelos microscópios estão diretamente associadas às teorias da física quântica, principalmente no que concerne ao entendimento, por parte da física teórica e experimental de que as partículas existentes no mundo quântico (o nível logo abaixo do nanomundo em dimensões escalares), as chamadas partículas subatômicas, como o elétron, possuem um comportamento duplo denominado “dualidade onda-partícula”. No microscópio eletrônico, é a propriedade de comportamento de onda presente no elétron que torna possível a produção de imagens no MEV.

O microscópio eletrônico aparece no trabalho de Lynch (1985) como um agente ativo muito importante no desenvolvimento de pesquisas em um laboratório de biologia.

The possibility of artifact is an almost inevitable accompaniment of research which relies upon specialized techniques and machinery for making initially "invisible" theoretic entities visible in documentary formats. Although the problem of artifactuality is mentioned most frequently in relation to microscopic observation, it is equally characteristic of research using radio telescopes, deep-sea cameras, bubble chambers, electrophysiological monitoring machines, and countless other items of laboratory equipment which provide unique

access to scientifically postulated events and entities. (LYNCH, 1985, p. 82)³⁶

Minhas observações cotidianas ao lado dos microscópios e em diálogos com os técnicos e pesquisadores que por ali passaram possibilitaram entender o quão importante é para eles serem capazes de visualizar com precisão as características físicas e formais das amostras químicas por eles produzidas. Todo um empenho é demandado para que tais imagens sejam geradas e a habilidade do microscopista é uma questão muito importante. O Rorivaldo é carinhosamente apelidado pelo professor Longo como “o Neymar do Microscópio” devido a sua alta habilidade e traquejo manual e visual no momento de realização das análises e conseqüente produção de imagens. Ele é quem consegue realizar as tarefas mais complexas quando se trata de utilizar o máximo do potencial do equipamento e alcançar a maior profundidade possível sem causar danos ao material analisado, tornando-o uma figura central e de grande respeito e autoridade entre os membros do laboratório. Ele é também a principal referência, juntamente com Ricardo, na produção das Nanoartes, bem como no gerenciamento, organização e montagem das exposições, além de realizarem a curadoria para as exposições.

Um outro microscópio eletrônico pertencente ao laboratório, é o microscópio atômico de tunelamento, o equipamento mais caro que havia ali, com direito a uma construção espacial feita sob medida para recebê-lo e para mantê-lo o mais estável e protegido das vibrações sonoras e sísmicas externas a ele. No caso deste equipamento, tive pouco contato com ele e as imagens por ele produzidas não são transformadas em Nanoartes.

Para uma compreensão dos entrelaçamentos entre acadêmica, industrial e invenção na comunidade (técnicos, fabricantes e desenvolvedores, respectivamente) dos recentes microscópios de força atômica e de tunelamento, bem como suas variantes, o trabalho de Cyrus C. M. Mody (2011), rastreia tal impacto cujo ponto de partida é o caso norte americano.

³⁶ "A possibilidade de artefato é um acompanhamento quase inevitável da pesquisa que depende de técnicas especializadas e maquinário para tornar entidades teóricas inicialmente 'invisíveis' visíveis em formatos documentais. Embora o problema da artefactualidade seja mencionado com mais frequência em relação à observação microscópica, ele é igualmente característico da pesquisa que utiliza radiotelescópios, câmeras de fundo marinho, câmaras de bolhas, máquinas de monitoramento eletrofisiológico e inúmeros outros itens de equipamento de laboratório que fornecem acesso único a eventos e entidades postulados cientificamente." (LYNCH, 1985, p. 82, tradução nossa)

Podemos traçar uma relação entre estes dois tipos de microscópios existentes no laboratório e a interação dos técnicos com eles: quanto mais profunda é a escala de análises, maior são as necessidades técnicas exigidas do operador e maior é “capricho” do equipamento em se deixar ser operado. O contraste entre o “Neymar do Microscópio” e a recém contratada e aprendiz na operação do microscópio é um bom modo de observarmos isso. Foi muito recorrente em minhas observações que a técnica aprendiz tinha maior dificuldade de operação e geração de imagens, conforme aumentava a exigência de maior profundidade e redução do tamanho das partículas ou superfícies que se desejava observar e fotografar. Já o técnico experiente conseguia alcançar grandes profundidades, mantendo uma qualidade por ele aceitável e sempre falava que era muito variável sua capacidade de encontrar as imagens ou não, pois dependia das características do material e também da boa condição e configuração do microscópio. É justamente o grande repertório e intimidade tanto com as variedades de substâncias produzidas pelo laboratório quanto as “manhas” do instrumento que o tornam tão destacado.

Pelo que pude observar, além destes dois fatores - ter um bom repertório das particularidades de um conjunto considerável de substâncias e de protocolos de síntese e caracterização no microscópio, bem como a necessidade de conhecer bem as configurações adequadas do microscópio - era também necessário desenvolver uma sensibilidade corporal para se ajustar às duas primeiras. Neste sentido, observei que a habilidade no refinado manuseio do mouse e a visão apurada foram as duas dimensões técnicas que mais se destacaram para mim durante este período de campo. Não apenas os microscopistas precisam desenvolver uma técnica de ver as amostras e produzir imagens via a tela do microscópio, os demais pesquisadores precisam aprender a interpretar os dados que tais imagens representam.

A qualidade das imagens produzidas pelos técnicos pode ser prejudicada pela presença de “sujeiras” nas amostras, restos de solvente que podem indicar a imperícia e falta de habilidade por parte de quem sintetizou tais amostras. Nas amostras que são visualizadas, os pesquisadores procuram excluir do campo visual da imagem a ser capturada, fotografada, armazenada e possivelmente publicada este tipo de “deslize” ocorrido durante a síntese do material. A sujeira então é tolerada apenas na medida em que ela possa ser invisibilizada. Uma vez que ela se imponha na superfície que se deseja analisar, a imagem coletada perde seu valor, obrigando a produção de uma nova substância ou a preparação de outras amostras para serem analisadas. A sujeira é problemática para estes sujeitos, pois ela pode prejudicar as boas qualidades que se espera

ressaltar. Se a amostra apresenta uma grande variedade de formas e aglomerados, será aquele mais bem-disposto e organizado que se estabilizará como documento de prova e será tornado público.

Este tipo de problema, mais comum do que eles gostariam, obriga o pesquisador a refazer uma considerável parte de seu trabalho. Surgia, em muitos casos, o contraste entre as habilidades do técnico em conseguir produzir as imagens e as habilidades dos pesquisadores em produzir boas amostras, o que em última instância gerava insatisfação de uma das partes. Os técnicos costumam orientar os novíços pesquisadores em como devem ser preparadas as amostras para que os solventes sejam eliminados no processo de deposição das substâncias na superfície de apoio (geralmente feita de silício). Já alguns pesquisadores reclamavam da pouca perícia e experiência da nova técnica em produzir as imagens que eles precisavam, chegando a pedirem para que o “Neymar do microscópio” refizesse as análises, coisa que aconteceu algumas vezes durante minha estadia em campo.

O problema se dava pelo fato de que tais análises repetidas eram indesejáveis, pois geravam custos desnecessários, além de mais trabalho para o Rorivaldo, já sobrecarregado com os cuidados e manutenções dos equipamentos, com as atividades de análise no microscópio de tunelamento, que ele dividia seu tempo e com as exposições e cuidados com as Nanoartes. A nova técnica fora contratada justamente para reduzir a carga de trabalho do microscopista sênior.

Como podemos observar no relato a seguir, a produção de boas imagens é tão importante quanto a produção de boas formas geométricas nas substâncias por eles desenvolvidas:

“Eles passam um bom tempo [olhando e tentando encontrar o melhor ângulo e região da amostra] até encontrar uma imagem “limpa” e minimamente “nítida”. Algumas imagens servem apenas para tirar medidas, mas não são boas para publicar. Em um certo momento o Rorivaldo alertou o pesquisador: “não publica esta imagem”, dando a entender que nem todas as imagens que servem para eles aqui, são passíveis de serem expostas como elementos de prova para outros pesquisadores de fora, por via da publicação.” (Caderno de Campo, 26/08/2016)

O procedimento conhecido com *crescimento de prata*, “carro chefe do laboratório” como me relatou certa vez a técnica do laboratório, consiste no bombardeamento de elétrons sobre a superfície de uma amostra, obtido ao focar o feixe de elétrons do microscópio, cuja composição possua alguma quantidade de partículas de prata. Tal procedimento costumava ocorrer com alguma frequência, e em muitas ocasiões presenciei o pós-doutorando e também técnico Ricardo realizando tais procedimentos utilizando o microscópio eletrônico mais antigo. Em uma oportunidade que tive de acompanhar o técnico Rorivaldo à sala do microscópio atômico de tunelamento, que também possui meios para realizar o crescimento de prata, pude observar na tela do microscópio o brotar na superfície de novas partículas e mesmo no sutil e contínuo movimento da matéria. O resultado esperado e recorrentemente alcançado consistia no rearranjo das configurações entre os átomos da substância, causados pelo movimento das partículas de prata. A invenção deste tipo de microscópio, com capacidades mais poderosas que os MEV causaram um grande impacto na nanotecnologia contribuindo para sua maior inserção no mundo econômico:

For both nanotechnology’s proponents and analysts, then, the invention of the STM [Scanning tunneling microscope] set in motion the formation of a scientific field that, worldwide, absorbs nearly \$20 billion in dedicated funding each year. The output of that funding—the immediate economic value of nanotechnology research—has been estimated at nearly \$30 billion worldwide in annual sales of intermediate products that then find their way into almost 250 billion dollars’ worth of final products. (CYRUS, 2015, p 4)³⁷

As particularidades e interesses associados aos usos e pesquisas com partículas de prata estão relacionadas às suas propriedades antibactericidas, ou seja, tais partículas podem potencialmente eliminar bactérias que entram em contato com elas. As substâncias desenvolvidas com tais propriedades, seja neste laboratório ou em outros espalhados pelo Brasil e mundo, possuem uma característica que demanda cuidados, pois as mesmas podem apresentar um gradiente entre antibactericidas como benéfica em muitas aplicações tecnológicas e industriais e tóxicas, caso elas se apresentem em

³⁷ "Para os defensores e analistas da nanotecnologia, então, a invenção do STM [microscópio de tunelamento por varredura] deu início à formação de um campo científico que, em todo o mundo, absorve quase 20 bilhões de dólares em financiamento dedicado a cada ano. O retorno desse financiamento — o valor econômico imediato da pesquisa em nanotecnologia — foi estimado em quase 30 bilhões de dólares em vendas anuais de produtos intermediários que, então, se convertem em quase 250 bilhões de dólares em produtos finais." (CYRUS, 2015, p. 4, tradução nossa)

quantidades excessivas entrem em contato com serem vivos. Um dos produtos desenvolvidos a partir de pesquisas com nanopartículas de prata neste laboratório consiste de um recipiente para guardar alimentos perecíveis e esta tecnologia oferece uma maior durabilidade dos alimentos ali reservados devido a ação de tais nanopartículas de prata.

Um evento ocorrido no laboratório pode ser um bom indício das problemáticas e perigos envolvidos no trabalho com nanopartículas de prata e outras tantas nanopartículas que são muitas das vezes pouco conhecidas e entendidas pelos pesquisadores. Isto se dá pois, a síntese (processo de produção das substâncias químicas) é anterior à caracterização (produção de imagens e gráficos que qualificarão as características do material sintetizado) ou seja, a produção das substâncias muitas das vezes não necessariamente acompanha com a mesma velocidade a produção de conhecimentos sobre o que se produziu (ou sintetizou, no linguajar técnico)

Um relato que chegou ao meu conhecimento pode nos ajudar a perceber a complexidade das dimensões do risco de acidentes que envolvem a prática de intervenção e busca por controle na área de nanotecnologia. A técnica me relatou que no dia anterior, quando eu não havia ido ao laboratório, havia ocorrido um “pequeno incidente” que a tinha deixado preocupada. Um dos pesquisadores estava realizando o procedimento de crescimento de prata junto ao microscópio mais antigo, o procedimento transcorria em sua normalidade quando chegando no momento final da retirada das amostras, compostas de material em estado sólido e dispersos na forma de pó, da câmara de vácuo onde estavam alocadas, as partículas se dissiparam pela câmara após a reintrodução do ar atmosférico e se espalharam. Ao abrir o compartimento, uma quantidade significativa das substâncias povoou os arredores do microscópio e como o técnico havia se aproximado da câmara, ocorreu o acidente que consistiu na absorção de uma pequena, mas considerável quantidade da substância pelas vias respiratórias do pesquisador. Por medida de precaução, ele procurou atendimento médico. Os agentes de saúde, um tipo de especialista muito comum no mundo social, receitaram tomar um medicamento antialérgico, como meio de evitar possíveis complicações e reações indesejadas.

O que considero interessante de ser observado neste relato é o contraste entre os dois mundos de especialidades e suas práticas. No caso da substância que estava sendo desenvolvida, quase nada se sabe sobre suas características e menos ainda sobre seus efeitos e agências no corpo humano, seja a curto prazo ou a longo prazo. Substâncias naquele estágio de desenvolvimento, que podem ou não atender as expectativas formais especificadas pelos responsáveis técnicos de sua produção, ainda assim já possuem

influências e atuação significativa no mundo para além das barreiras de seus protocolos de segurança e isolamento. Na outra perspectiva, a da resposta médica a tal acidente, encontramos a medicina que, incapaz de rastrear as consequências e impactos na saúde e nos processos corporais, lança mão de uma resposta genérica, o antialérgico, na tentativa de conter possíveis sintomas e reações adversas ao paciente. É importante ressaltar que um dos principais fatores que tornam a nanotecnologia e seus produtos tão valiosos científica e economicamente, principalmente na área da medicina e indústria farmacêutica, são as características únicas encontrada nas partículas nanométricas, menores que vírus, e com potencial de atravessar os tecidos biológicos e interagir em seu interior.

No dia seguinte ao acidente, o pesquisador já estava realizando o procedimento medicamentoso e não demonstrou nem relatou anormalidades em sua saúde, o que poderia desencadear maiores preocupações.

A diferença entre os microscópios ópticos e os eletrônicos são tema de uma fala concedida a mim por um dos pesquisadores, doutorando em física, deste laboratório. A seguir transcrevo alguns trechos de sua explicação:

Doutorando - Então, o microscópio... comparando o microscópio óptico e o microscópio eletrônico. O microscópio óptico tem um tubo e no meio do caminho tem a objetiva que é a lente. A lente serve pra mudar a direção da luz que passa por ela, e essa luz é proveniente, por exemplo, do objeto de estudo do sistema, a amostra que a gente coloca lá no caminho que passa entre a lente. E esse objeto emite luz, como todos os corpos e essa luz ao passar por essa lente, que a gente chama de objetiva lá no microscópio óptico, ela muda o caminho da luz e aí a gente regula ... (na verdade não é uma lente, podem ser várias lentes) pode mudar a amplificação do... pode ampliar o tamanho da imagem de acordo com as mudanças de lentes, e aí a gente vê a imagem de acordo com o tamanho da lente, quanto menor a lente maior é a imagem .. mais ampliada é a imagem. Só que havia um problema, que o microscópio eletrônico resolveu. É que... se a gente quisesse uma imagem com um tamanho menor do que aproximadamente 500 nanômetros, a lente não iria mais poder diminuir porque não ia ter como mais passar luz. E como... qual é a solução, qual é o problema resolvido pelo microscópio eletrônico? É justamente trazer a ideia da interface dualidade onda/partícula. Por que? Esse porque é respondido de

como funciona o microscópio eletrônico. O microscópio eletrônico é tubular e no meio do caminho dele tem... um ímã, e na parte de cima tem um canhão que emite elétrons que passam por esse ímã. Esse ímã a gente pode regular o campo magnético e quando o campo magnético está presente numa região, desvia a direção do feixe de elétrons, então o campo magnético fica servindo como se fosse a lente no microscópio óptico, e aí mudando a direção do feixe de elétrons, você pode regular a variação ali do campo como se você estivesse trocando a lente lá no microscópio óptico, ou seja, trocando o tamanho da lente, que ao invés de você trocar o tamanho de lente, você está simplesmente variando a intensidade do campo magnético, conseqüentemente, aproximando as linhas de campo e aí desviando o feixe de elétrons que quando chega no sistema, ou seja, na amostra que você está estudando ele bate nelas e reflete, e aí as informações que ele reflete, tem um detector lá que transcreve numa imagem, tem todo um sistema de transdução que refaz a imagem da amostra em questão. A ideia é, a partícula, quando toca na amostra e reflete pro detector, ela se comporta como uma onda, e é exatamente a ideia da dualidade onda/partícula. Ela não simplesmente... toca, reflete no sistema como uma partícula, como uma bola... uma bola jogada na parede, simplesmente ela toca na partícula e reflete como uma onda e o que o transdutor faz é justamente captar a informação de onda e não de partícula. Sacou... ?

Maurilio – Entendi... E essa onda é uma onda diferente, lógico que é diferente, da onda eletromagnética, mas ... o sistema de captura desse, dessa interface...

Doutorando – *Não é diferente dessa onda eletromagnética, mas...*

Maurilio – Mas então é uma outra fonte para uma outra, um tipo de onda que é semelhante à luz? Que é da mesma espécie, da onda luminosa...?

Doutorando – *Como é que é? Não entendi a pergunta.*

Maurilio – É... Você falou que se comporta como onda, uma onda eletromagnética, também... (Doutorando – *Uhun*) A luz é uma onda eletromagnética? (Doutorando – *Uhun*) A gente enxerga com ondas eletromagnéticas?

Doutorando – *Isso.*

Maurilio – Então você está me dizendo, o microscópio eletrônico, então ele não é um sistema tátil, de reconhecimento tátil, é um sistema de reconhecimento de ondas, que é também, próxima à questão da onda eletromagnética, então isso expande a perspectiva da visão e não necessariamente se usa o tato? Sei lá então...

Doutorando - *A ideia da partícula no choque com a amostra, é a ideia da partícula se com... ter propriedades de onda, como comprimento de onda por exemplo, entendeu? E não... ela não tem mais o comportamento de partícula. Comportamento de partícula é... a partícula ter... ter simplesmente só velocidade, momento, essas*

coisas. Mas aí quando ela se choca com as amostras, o que o transdutor capta dela é o comportamento de onde, como por exemplo, o comprimento de onda. Comprimento de onda é uma propriedade que tá... que é uma propriedade intrínseca das ondas, das ondas eletromagnéticas ou de qualquer onda e não de partícula. É isso.

(...)

Doutorando – O microscópio eletrônico capta o comprimento de onda que não é perceptível pela visão humana. É isso.

Eu então pergunto a ele qual a diferença entre os tipos de visualizações científicas como o microscópio óptico, o infravermelho e o Raio-X.

Doutorando - (...) há uma diferença, que o Raio-X e o infravermelho são visualizações que a gente diz que são do mundo recíproco. O microscópio eletrônico é do mundo real ou direto. Então... a forma de visualização do Raio-X e do infravermelho é... a gente tem nas imagens uma representação do mundo real, mas a gente não diz que é uma representação do mundo real, mas sim do mundo recíproco ao mundo real. Então [o que] a gente tem lá é uma representação do mundo real, mas não é do mundo real, é do mundo recíproco. Por outro lado, o microscópio eletrônico ele traz imagens do mundo... real, então a física que a gente enxerga ali e o mundo, a natureza que a gente enxerga ali é a natureza própria do mundo que está sendo enxergado, partícula e tudo o mais das imagens do microscópio eletrônico, bem como do STM [scanning tunneling microscope].

Uma outra forma de obter imagens da nanoescala provém das pesquisas realizadas com um tipo específico de equipamento, o acelerador de partículas do tipo Síncrotron, que utiliza feixes de fótons para gerar as imagens, diferenciando-se dos feixes de elétrons utilizados nos microscópios eletrônicos.

Se o Brasil não tivesse um laboratório como o LNS – Laboratório Nacional de Luz Síncrotron – certamente não teria condições de ingressar no competitivo campo da nanotecnologia. A fonte de Luz Síncrotron instalada em Campinas, única existente em todo o Hemisfério Sul, torna possível desvendar a estrutura dos materiais. O equipamento, desenvolvido inteiramente por cientistas brasileiros e concluído em 1997, gera uma energia potente, que abrange quatro faixas do espectro eletromagnético: o Raio-X, o ultravioleta e o infravermelho. Com esses raios, os cientistas podem “ver” muitas características dos materiais. Enxergar o mundo magnético é enxergar o próprio futuro da ciência.” (TOMA, 2004, p. 87)

CAPÍTULO 3 – ARTE, CIÊNCIA E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Tanto a ciência quanto a arte, seus respectivos saberes e obras, estão no centro da vida cultural do desenvolvimento histórico na modernidade, variando de forma e intensidade dependendo do contexto e da época. Seus caminhos se desenvolveram de forma autônoma um do outro: a ciência no polo do inteligível e a arte no polo do sensível. Algumas relações se estabeleceram entre elas de formas não muito explícitas e insuficientes a questionar a essência de cada um de seus princípios, o da objetividade para a ciência e o da apreciação estética no caso das “belas Artes”.

O espaço simbólico que a ciência ocupa no imaginário social dos considerados leigos costuma ser cotidianamente associado à racionalidade e ausência de criatividade artística. O que percebi em minhas leituras de reportagens a respeito dessa divisão entre razão e emoção é uma bricolagem de sentidos e associações entre estes dois universos, ora se aproximando, ora se articulando enquanto antagônicos. Uma imagem que encontrei na internet pode nos ajudar a entender tal questão:

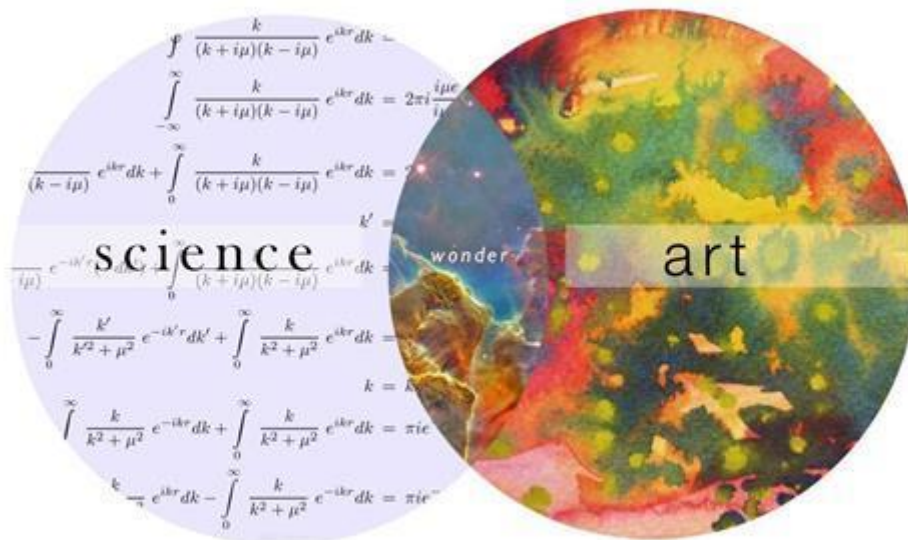


Imagem 6 – Art and Science³⁸

Podemos perceber que a imagem ressalta diferenças bem contrastantes entre o polo da arte e o polo da ciência. E o encontro dos dois é identificado como *wonder*.

Marko Monteiro (2012) nos apresenta uma análise inserida nas discussões dos Estudos Sociais de Ciência e Tecnologia (ESCT) sobre as formas de representação dos dados de pesquisa gerados por satélites espaciais e transpostas na forma de imagens científicas. Este autor ressalta a importância de se ir além da dimensão analítica da representação, buscando complexificar as interações entre o processo de produção dessas imagens e os agentes humanos e não humanos envolvidos (MONTEIRO, 2012: 261). Em sua pesquisa não aparece a questão etnográfica da relação entre a produção de imagens científicas e suas relações com práticas artísticas, como observamos no caso das *nanoartes*.

É pertinente salientar que existe um movimento crescente que intenta aproximar de formas mais explícitas e socialmente visíveis os dois polos. Tais movimentos buscam levar artistas para laboratórios, no intuito de que haja trocas de experiências entre os dois mundos e que estão muito associados à ideia de inovação.

³⁸ Esta imagem, assim como outras muito semelhantes podem ser encontradas muito facilmente quando pesquisamos juntamente pelos termos *art* e *science* no google. Fonte: [The divide between art and science - Vanguard](#), 10/07/2018.

Artistas querem ter acesso às tecnologias e conceitos dos laboratórios para produzirem suas intervenções. E os laboratórios buscam um aumento da criatividade de seu processo laboral. As Nanoartes são uma dentre tantas outras expressões deste entrelaçamento mútuo, mas que na maioria das vezes são vistas em suas dimensões mais amplas e generalistas, mas ao ampliar (magnificar) nossa atenção para esta relação, verificamos a existência de diversas expressões destes encontros.

Na Encyclopedia of Nanoscience and Society encontramos a seguinte definição para as imagens provenientes das Nanoartes:

Images From Nanoart - Nanoart is a nascent, diverse, and contested field. It includes artists creating nanoscale works; artists (sometimes in collaboration with scientists) creating exhibitions about nanoscience/technology; artists creatively imagining future nanotechnologies; artists and scientists creatively playing with images from nanoscience; and scientists claiming their images as art. The boundary between science and art is particularly contested, both because of the creativity involved in creating scientific images (in terms of design, color, shading, angle, etc.) and because artists may directly use scientific instruments or images. When scientists structure their design to match cultural expectations and add vivid colors to enhance visual appeal, at what point do these cultural and aesthetic considerations challenge the status of an image as “science”? At what point does reconfiguring scientific imagery become classifiable as “art”? Debates over the value of nanoartworks are also extensive. (Encyclopedia of Nanoscience and Society, 2010, p. 329)³⁹

No catálogo da exposição, *Nano: Poética de um mundo novo*, organizada pela artista Ana Barros (2008) na qual é desenvolvida uma reflexão e intervenção artística sobre a relação entre arte e ciência, no Museu de Arte Brasileira – MAB da FAAP, ela e outros artistas apresentam uma visão e reflexão conceitual a respeito das implicações da *visão de mundo* na escala nanométrica. Nas palavras da artista e curadora:

³⁹ Imagens da NanoArte - A NanoArte é um campo emergente, diverso e contestado. Ela inclui artistas que criam obras em escala nanométrica; artistas (às vezes em colaboração com cientistas) que criam exposições sobre nanotecnologia/ciências; artistas que imaginam criativamente futuras nanotecnologias; artistas e cientistas que brincam criativamente com imagens da nanociência; e cientistas que reivindicam suas imagens como arte. A fronteira entre ciência e arte é particularmente contestada, tanto devido à criatividade envolvida na criação de imagens científicas (em termos de design, cor, sombreamento, ângulo, etc.) quanto pelo fato de que artistas podem usar diretamente instrumentos científicos ou imagens. Quando cientistas estruturam seu design para atender às expectativas culturais e adicionam cores vívidas para aumentar o apelo visual, em que ponto essas considerações culturais e estéticas desafiam o status de uma imagem como ‘ciência’? Em que ponto a reconfiguração de imagens científicas se torna classificável como ‘arte’? Os debates sobre o valor das obras de nanoarte também são extensivos." (ENCYCLOPEDIA OF NANOSCIENCE AND SOCIETY, 2010, p. 329, tradução nossa)

A pesquisa conjunta, da artista Victoria Vesna e do premiado cientista-nano da *UCLA*, Los Angeles, James Gimzewski, tem um conceito próprio e uma tecnologia diferenciada. Eles estão interessados em fazer o público perceber o impacto experimental que a nanociência tem sobre a cultura e a consciência. (BARROS, 2012, p.15)

Para que possamos ter uma ideia da dimensão do impacto destas práticas de produção de imagens na ontologia que a pesquisa científica expressa e constitui, o trabalho desenvolvido por Galileu Galilei no início do século XVII, que contribuiu para o surgimento da ciência clássica, tinha em seu cerne justamente a questão da expansão das percepções de mundo, que em sua época, se direcionavam para os céus, na escala macro, das estrelas e do corpus celestes, tal como a Lua. Tal impacto pode ser facilmente percebido por nós nos dias de hoje em que imagens amplamente difundidas de galáxias e planetas fora de nosso sistema solar povoam ficções científicas e reflexões sobre o futuro e sobre o presente, além de estarem estabilizadas nos livros de educação básica.

Galileu, enquanto personagem da historiografia europeia, tem um tempo e um contexto, a época é o século XVII, e o contexto é a “Revolução Científica”. O historiador da ciência Alexandre Koyré (2010), em seu trabalho sobre este período da história Europeia, a passagem da Idade Média para o que se convencionou chamar de Modernidade, nos apresenta uma análise das transformações que ocorreram na percepção da realidade de mundo (Koyré, 2010 [1957]). O que este autor ressalta em sua análise sobre a época é a presença de uma transformação cosmológica das fronteiras do mundo visível e percebido até então. Na fala do próprio Galileu ressaltada por Koyré:

Qualquer pessoa pode se dar conta, *com a certeza dos sentidos*, de que a Lua é dotada de uma superfície não lisa e polida, mas feita de asperezas e rugosidade, que, tanto como a face da própria Terra, é por toda parte cheia de enormes ondulações, abismos profundos e sinuosidades.

Em minha opinião, não é resultado modesto haver posto termo às controversas relativas à Galáxia ou Via Láctea, e ter tornado sua essência manifesta não somente nos sentidos, porém mais ainda no intelecto (...). (Galileu Galilei apud Koyré, 2010, p. 81, ênfase minha)

Na área da História das Ciências, os trabalhos que discutem a relação entre ciência e arte têm como principal ponto de análise o uso de técnicas artísticas de representação, como a perspectiva, para finalidades do fazer científico, presentes, por exemplo, nos desenhos de plantas e animais na biologia (MASSARANI, MOREIRA&ALMEIDA, 2004; FERREIRA, 2010, ROQUE&WRIGHT, 2013; LEFEVRE, RENN & SCHOEPFLIN, 2003).

Para divulgar suas ideias e trabalhos, Galileu precisava transpor ao papel e aos seus livros as imagens que via pelo seu recém-inventado e inovador instrumento, *perspicillum*, o precursor do telescópio. Para tanto, dispunha de técnicas da arte em sua busca por mostrar o que viu aos seus leitores. Tal técnica era a perspectiva.

Segundo Edgerton, sem a percepção artística da perspectiva, Galileu certamente não teria feito a descrição da superfície da Lua em 1609 – quando a observava com o recém-inventado telescópio – descrição que produziu impacto tão extraordinário em nossa visão cosmológica. (MASSARANI/MOREIRA&ALMEIDA, 2006, p. 9)

A relação que busco estabelecer aqui é entre os contextos da época de Galileu, suas contribuições à percepção da escala macro (astros), e o desenvolvimento das pesquisas na escala nanométrica (átomos e moléculas), relações estas mediadas por telescópio, no caso dos primeiros, e por microscópios eletrônicos, no caso das segundas. Ambas são ferramentas que auxiliam o sentido da vista e a inteligibilidade.

Do macro ao micro, o mundo vem sendo significado, conhecido e transformado. As mudanças de escala aparecem aqui como uma problemática pertinente, pois elas são agenciadas e transformadas por meio de imagens, científicas ou artísticas. Tais imagens são fruto do constante diálogo estabelecido entre os praticantes das ciências e o mundo por eles engajado. Lévi-Strauss (1969) nos atenta à problemática da relação entre escala, conhecimento e estética, presentes em sua noção de “modelo reduzido”, argumentando que “todo modelo reduzido tem vocação estética (...) inversamente, a imensa maioria das obras de arte é formada de modelos reduzidos” (LÉVI-STRAUSS, 1969, p. 38). Tal problemática encontra-se presente no processo criativo das *nanoartes*, e arisco aqui uma análise, no sentido de que este modelo reduzido pode ser de ajuda para entendermos um pouco melhor o próprio mecanismo de percepção do microscópio eletrônico e o entendimento da física quântica da dualidade onda/partícula, como me fora relatado pelo doutorando em física e transcrito no capítulo anterior.

As Nanoartes são também associadas como meio para o aprimoramento dos processos de ensino e aprendizagem, como podemos observar na citação a seguir:

O objetivo da presente comunicação foi promover a reflexão sobre uma possível alternativa metodológica pautada no uso da nanoarte como recurso pedagógico, tendo como referência sua importância para a pesquisa em nanoescala, sua dupla significação frente à ciência e à arte e seu caráter transdisciplinar. Estes elementos, aliados ao caráter inovador e instigante dessas imagens, podem tornar a nanoarte um recurso capaz de desenvolver múltiplos olhares necessários ao entendimento do contexto atual da nanociência e da nanotecnologia. Desde as primeiras pesquisas em nanoescala até os dias de hoje acumulamos muito mais questionamentos do que certezas acerca desse campo de estudo. As controvérsias envolvidas no advento da nanociência e da nanotecnologia e o aumento do número de produtos já disponíveis no mercado que fazem uso da pesquisa em nanoescala indicam a necessidade de tal temática ser discutida no ambiente escolar objetivando a construção de conceitos e opiniões. Todavia, em vista da complexidade, a abordagem de temas ligados à nanociência e à nanotecnologia na escola requer a criação de novas metodologias que viabilizem a compreensão dos diversos aspectos envolvidos. (SANTOS & RIGOLIN, 2012, p. 7)

O trabalho acima citado fala sobre a necessidade de se levar as Nanoartes para o ambiente escolar como meio de auxílio no processo de aprendizagem dos jovens estudantes. Contudo não é apenas nestas esferas oficiais de ensino que as Nanoartes atuam como meio pedagógico, esta prática também ocorre nas disciplinas universitárias.

Em aula inaugural em setembro de 2017, na universidade espanhola Universitat Jaume I, o professor associado ao CDMF Juan Manuel Andrés Bort, discorre sobre a nanotecnologia, e suas dimensões científicas, tecnológicas e artísticas, citando as Nanoartes produzidas no laboratório brasileiro. O mesmo explica sobre a matéria na dimensão microscopia:

(...) sabemos durante casi un siglo que la materia está hecha de por la combinación de átomos de elementos químicos. Y estos átomos están formados por los electrones y los núcleos. Tienen tamaños muy pequeños y, por lo tanto, casi todo el volumen de un átomo o de una molécula está ocupado por el vacío. Su comportamiento está gobernado por las leyes de la mecánica cuántica, que es la teoría física que explica completamente la descripción y la evolución de los sistemas microscópicos, es decir, en los niveles atómico y subatómico. La mecánica cuántica es un logro científico, universalmente reconocido,

que proporciona problemas y soluciones modelos para una amplia comunidad de investigadores, es un paradigma en el sentido de Thomas Kuhn, que a principios de la década de los años 60 del siglo pasado, escribió *La estructura de las revoluciones científicas* y explicaba que la ciencia se adecua a los paradigmas, que son a la vez productos del ambiente cultural. (BORT, 2017, p. 20)⁴⁰

O autor então prossegue discutindo sobre a importância da invenção do microscópio eletrônico para as futuras possibilidades da aventura científica e tecnológica frente a nanoescala:

Sin embargo, como hemos comentado anteriormente, los avances actuales han permitido a los microscopios electrónicos llegar a la resolución de 0,5 angstroms (Å). 1 Å = 0,1 nm. Nació un equipamiento que mostraría el mundo invisible de los materiales. A través de un sistema de iluminación al vacío, que produce haces de electrones de alta energía que inciden sobre los materiales, proporciona imágenes inmensamente ampliadas, con aumentos cercanos al millón. El microscopio electrónico de transmisión ha sido capaz de hacer visible lo invisible. Al vencer esta barrera se ha conseguido alcanzar una investigación a escala nanométrica y ha situado a la naturaleza en el escenario de los artistas, y así ha surgido el arte elaborado por las diferentes morfologías de los materiales. (BORT, 2017, p. 24-25)⁴¹

Sobre as dimensões e realidade, o professor então diz:

Investigar en este nanomundo te permite a mirar la naturaleza de otra manera. Te abre la mente y cambia tu percepción de qué es la realidad, que está matizada por nuestros sentidos y nuestros sentimientos. Lo que vemos y percibimos no es más que un promedio temporal, porque todo se está moviendo permanentemente, aunque no lo veamos. Lo que

⁴⁰ “(...) sabemos há quase um século que a matéria é formada pela combinação de átomos de elementos químicos. E esses átomos são compostos por elétrons e núcleos. Eles têm tamanhos muito pequenos e, portanto, quase todo o volume de um átomo ou de uma molécula é ocupado pelo vazio. Seu comportamento é regido pelas leis da mecânica quântica, que é a teoria física que explica completamente a descrição e a evolução dos sistemas microscópicos, ou seja, nos níveis atômico e subatômico. A mecânica quântica é uma realização científica, universalmente reconhecida, que fornece problemas e soluções-modelo para uma ampla comunidade de pesquisadores. Trata-se de um paradigma no sentido de Thomas Kuhn, que, no início da década de 1960, escreveu *A estrutura das revoluções científicas* e explicou que a ciência se ajusta aos paradigmas, que são ao mesmo tempo produtos do ambiente cultural.” (BORT, 2017, p. 20, tradução nossa)

⁴¹ “No entanto, como comentamos anteriormente, os avanços atuais permitiram que os microscópios eletrônicos alcançassem a resolução de 0,5 angströms (Å). 1 Å = 0,1 nm. Surgiu, assim, um equipamento que revelaria o mundo invisível dos materiais. Por meio de um sistema de iluminação a vácuo, que produz feixes de elétrons de alta energia incidindo sobre os materiais, ele fornece imagens inmensamente ampliadas, com aumentos próximos a um milhão de vezes. O microscópio eletrônico de transmissão foi capaz de tornar visível o invisível. Ao superar essa barreira, foi possível alcançar uma investigação em escala nanométrica e situar a natureza no palco dos artistas, dando origem a um tipo de arte elaborada pelas diferentes morfologias dos materiais.” (BORT, 2017, p. 24-25, tradução nossa)

vemos es una parte de la realidad que somos capaces de percibir, pero la realidad es mucho más y no la vemos con nuestros sentidos por la falta de resolución a escala nano, como bien avanzó Feynman. (BORT, 2017, p. 25-26)⁴²

O professor cita, em sua aula inaugural, as produções artísticas desenvolvidas no LIEC, o que nos mostra a dimensão de importância que tais imagens vêm ganhando, bem como, o fato de serem utilizadas enquanto elemento pedagógico para aqueles que são iniciados no campo da nanotecnologia. Ele cita também uma referência da arte, Salvador Dalí, que haveria refletido em sua obra *Galatéia* as singularidades do nanomundo, segue as palavras do professor, acompanhada pela imagem de Dalí:

Incluso Dalí ya exploró y plasmó el nanomundo en su obra *Galatea de las esferas*. El rostro de su musa Gala está formado por un escenario discontinuo, fragmentado, y densamente poblado de esferas, que en el eje de la tela adquieren una visión y una perspectiva tridimensionales prodigiosas. Como explicita Dalí en su *Anti-Matter Manifesto*: «En la actualidad, el mundo exterior —el de la física— ha trascendido al de la psicología. Mi padre, hoy, es el doctor Heisenberg». (BORT, 2017, p. 28)⁴³

⁴² "Investigar nesse nanomundo permite observar a natureza de outra maneira. Abre a mente e muda a percepção do que é a realidade, que está matizada por nossos sentidos e sentimentos. O que vemos e percebemos não é mais do que uma média temporal, porque tudo está em movimento permanente, embora não o vejamos. O que vemos é uma parte da realidade que somos capazes de perceber, mas a realidade é muito maior e não a enxergamos com nossos sentidos devido à falta de resolução na escala nano, como bem antecipou Feynman." (BORT, 2017, p. 25-26, tradução nossa)

⁴³ "Mesmo Dalí já explorou e retratou o nanomundo em sua obra *Galatea de las esferas*. O rosto de sua musa Gala é formado por um cenário descontínuo, fragmentado e densamente povoado de esferas, que no eixo da tela adquirem uma visão e uma perspectiva tridimensionais prodigiosas. Como explicita Dalí em seu *Manifesto da Antimatéria*: «Atualmente, o mundo exterior — o da física — transcendeu ao da psicologia. Meu pai, hoje, é o doutor Heisenberg»." (BORT, 2017, p. 28, tradução nossa)



Imagem 7 - Galatéia das Esferas (1952) Salvador Dalí⁴⁴

⁴⁴ Imagem extraída da internet. Fonte: https://c1.staticflickr.com/9/8403/15779463346_e8d242ab42_b.jpg Último acesso: 10/07/18.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma característica importante das nanoartes é que ela produz deslocamentos de sentido e de atenção. Sua presença é sempre chamativa, principalmente para quem a vê pela primeira vez. Ela é produzida pela adição de uma camada de sentido metafórico e analogias entre formas presentes na tela do microscópio e no mundo. É importante salientar que ela produziu um deslocamento em minha própria pesquisa ao me obrigar a pensar para além do laboratório. Sua presença se dissemina e se articula em duas dimensões: a dos espaços físicos itinerantes, exposições pelo Brasil e no mundo; e territórios digitais, como sites de fotografias científicas, reportagens de agências especializadas em divulgação da ciência ou mesmo, reportagem para televisão, além, é claro, de presença constante no site do laboratório e de seu canal no Youtube.

O interesse em encantamento e beleza se explica pois quase sempre que apresento este trabalho para as pessoas que o desconhecem, quando mostro as nanoartes, elas ficam maravilhadas e estonteantes com o que veem ou tomam conhecimento. Esta foi a minha reação na primeira vez em que vi as imagens e foi também a reação geral quando apresentei pela primeira vez estas imagens em aula para os colegas que estavam ali presentes, ou mesmo quando apresento trabalhos sobre elas.

Uma aluna de doutorado, certa vez, comentou que as escolhas dos artigos (que são muitos e impossível de ler todos, argumentou) às vezes ocorrem de maneira aleatória, e que quando uma imagem “bonita” se destaca isso a leva a ler aquele artigo em particular. Este relato pode servir para nos mostrar as dimensões imponderáveis que as agências das imagens e das cores possuem nos pesquisadores e nas pesquisas, por meio, neste caso, da seleção de quais artigos possuem maior possibilidade de serem lidos. Não posso inferir, no entanto, que esta seja uma prática recorrente no cotidiano desta pesquisadora, ou mesmo para os demais pesquisadores do laboratório, mas este é certamente um relato importante. A dimensão agentiva das imagens, que seduzem e capturam a atenção do pesquisador, ou mesmo do público mais amplo, podem ser melhor entendidas com o suporte das ideias de agência de Gell, em seu *Art e Agency* (1997).

Pautada inicialmente pela curiosidade em saber o que estava acontecendo neste processo de produção artística por parte dos pesquisadores das ciências exatas, além de um vislumbre e encantamento para com as imagens, minha ida a campo e minha

interação com as pessoas envolvidas com esta prática, e principalmente minha interação com as imagens e com os conceitos nativos daquele modo de existência, fez-me compreender que nem sempre a teoria de que dispomos para entender tais cotidianos é capaz de satisfazer as múltiplas dimensionalidades de fenômenos emergentes no mundo social. A interação entre minhas bagagens antropológicas e anteriores à antropologia ganharam novas importâncias.

As problemáticas que os pesquisadores confrontam, destacando aqui a escala, afetaram meu modo de pensar, desmontando muitas das suposições que possuía anteriormente à entrada em campo e, conseqüentemente, desestabilizaram minha capacidade analítica, pois provocaram uma desconfiança diante dos modelos teóricos que dispunha anteriormente. Entrei em campo com a cabeça focada muito mais na dimensão da prática científica, e com imagens estereotipadas muito fortemente a respeito do que seria a arte dos pesquisadores. Mas conforme fui me aproximando do cotidiano de análises no microscópio, fui percebendo que estas imagens (estereótipos) previamente desenvolvidas eram muito borradas, para usar um linguajar dos técnicos do microscópio ao produzirem suas imagens.

Eles prezam muito pela boa apresentação das imagens e que elas sejam sempre preparadas da forma mais bem definida possível. Certa vez presenciei uma fala do Rorivaldo que tinha feito uma imagem cuja qualidade ele não gostou, mas que não tinha tido condições para produzir uma melhor.

Se para Lévi-Strauss a maioria das obras de arte são “modelos reduzidos” e todo modelo reduzido tem vocação estética e que toda classificação tem vocação estética, poderíamos então pensar/associar que toda classificação pode ser entendida como um modelo reduzido? Se sim, e pensando no fato de que o “modelo reduzido” compensa a perda das dimensões sensíveis pelo ganho de dimensões inteligíveis. O autor também afirma que o verdadeiro pensamento científico tende a substituir uma realidade complexa não por uma outra simples, mas por outra também complexa contudo mais inteligível. (LÉVI-STRAUSS, 1989, p. 276). Fundindo estes dois argumentos, seria possível dizer que todo ato de conhecimento, seja artístico ou científico é uma expressão de um modelo reduzido do mundo? Lembrando uma outra fala do autor:

o cientista dialoga não com a natureza pura mas com um determinado estado da relação entre a natureza e a cultura definível pelo período da história no qual ele vive, pela civilização que é a sua e pelos meios materiais de que dispõe. (LÉVI-STRAUSS, 1969, p35)

O “desencantamento do mundo” realizado primeiro pela religião monoteísta e avançado pela ciência, poderia ser entendido como um processo de afastamento das qualidades sensíveis que o mundo nos oferece? E a reaproximação do sensível, desejada por Lévi-Strauss, poderia ser entendida como um processo de “reencantamento do mundo”? O encantamento e o pensamento mágico são sempre encontrados em parceria, um inerente ao outro? Ou seriam procedimentos que podem ser dissociados e autônomos um em relação ao outro?

Em 1965, Lévi-Strauss fez uma reflexão a respeito do que se poderia esperar das artes no futuro:

Este problema que se coloca pela primeira vez na história da humanidade se confunde com um outro: em que se transformará a arte numa civilização que, afastando o indivíduo da natureza e constringendo-o a viver em um meio fabricado, dissocie o consumo da produção e a esvazie de sentimento criador? (LÉVI-STRAUSS, 1993, p 288)

Em outro momento, em conversa entre Charbonnier e Lévi-Strauss (1989) surge uma questão interessante sobre as transformações na arte e muito reveladora de nossa época: “Não haveria uma mutação fundamental na obra de arte que, ao invés de reencontrar, “adicionaria” à natureza?” pergunta Charbonnier (1989). Em resposta, Lévi-Strauss argumenta que: “Você acaba de definir um traço característico não exatamente da atividade estética do homem moderno, mas de sua atividade técnica e científica” (Charbonnier, 1989, p 128). Este traço da ciência contemporânea que se encontra presente no laboratório pode ser melhor entendido se observarmos que as pesquisas atualmente não se restringem a observar mas também a criar novas entidades a partir dos saberes científico e técnicos. A nanotecnologia é um novo paradigma da inovação tecnológica e seus defensores professam as potencialidades em criar novos produtos tecnológicos baseados no controle dos fenômenos moleculares, rearranjando cada átomo na medida do desejo do pesquisador/inventor.

Nas palavras de Ilya Prigogine: “*Um outro tema mistura seus ecos ao do desencanto; é o da dominação: o mundo desencantado é, ao mesmo tempo, um mundo manejável.*” (PRIGOGINE, 1991, p, 22). É recorrente nos relatos sobre nanotecnologia a possibilidade de controlar a matéria na dimensão nanométrica, regida pelas leis da física quântica.

As recentes críticas à excessiva fragmentação dos saberes científicos e as tentativas de reorganizar as disciplinas no intuito de reaproximação entre si, ganham

forma nas novas ideias como as de transdisciplinaridade, interdisciplinaridade, multidisciplinaridade ou mesmo indisciplinaridade (esta última defendida por Eduardo Viveiros de Castro, em palestra para alunos de física na UFMG⁴⁵). Este laboratório leva em seu nome tal rótulo. A necessidade de o LIEC se apresentar publicamente como um grande laboratório e de fazer seu nome circular nos meios mais diversos e principalmente nos redutos mais elitizados da produção de pessoas e saberes das ciências, é algo que também pode estar sinalizando este novo paradigma de organização social interno à prática laboral científica e tecnológica.

O motivo de ter trazido para este texto alguns traços de minha bagagem sociocultural deveu-se ao fato de que a necessidade de divulgar a ciência através da arte é um empreendimento que busca levar os saberes das ciências aos mais distantes redutos sociais. Contudo, é importante contrastar que por mais que exista esta valor político em publicizar os saberes produzidos no laboratório, o processo de internacionalização da comunicação científica, que força a produção de artigos em revistas internacionais e em uma língua estrangeira pode nos indicar uma certa contradição ou mesmo um distanciamento ainda maior do que se está produzindo no laboratório e as camadas populares da sociedade. Este contraste entre uma crescente presença do inglês, língua franca da ciência, que reduz as possibilidades de acesso por parte da população em geral aos saberes ali produzidos, e às produções das nanoartes, que buscam cativar as atenções e produzir deslumbramentos nas pessoas que experienciam o contato com tais imagens, seja em suas versões virtuais seja em suas manifestações físicas, ambas artefatos contemporâneos. No mínimo é de nos deixar alertas sobre estes distanciamentos e isolamento que as disciplinas científicas vêm sofrendo desde o último século.

Por mais que minha atenção tenha se dirigido desde o início da pesquisa para as dimensões artísticas que constituíam a confecção e circulação das Nanoartes, e mesmo na minha estadia em campo tenha sido focada nesta problemática, duas situações que presenciei, em diálogo com os técnicos e criadores das Nanoartes, foram impactantes em minha percepção do campo. A primeira consistia no fato de os técnicos estarem tão ocupados com seus trabalhos laborais do cotidiano científico que eles costumam montar as exposições e não se preocuparem mais com elas até que fosse o momento de desmontá-las (o que constitui trabalho árduo para eles, como pude constatar ao acompanhá-los). O segundo ponto foi uma conversa que tive com Ricardo em que perguntei por que de a

⁴⁵ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ry1ykrRVqYk>. Último acesso: 21/07/18.

maioria das exposições serem feitas em ambientes acadêmicos, ou seja, o que eles desejavam destacar ao fazer isso. A resposta dele foi simples e reveladora, no meu entender da época. Ele se valeu de um exemplo vivenciado por ele, o fato de sua namorada ter vindo de outra cidade para um grande evento de dimensões nacionais, na área de atuação dela, e que ocorreria na universidade em que se localiza o laboratório em que ele trabalha. O ponto é que ele não sabia nada sobre o evento e que só veio a saber devido à sua relação pessoal com uma das participantes. Ele então argumentou que a mesma dificuldade de ser visto e ser conhecido acomete as pesquisas em nanotecnologia em geral e as do laboratório em particular. Esta resposta, que por mais banal que possa parecer, quando em campo ganhou tons muito mais fortes e possibilitou um rearranjo de minhas ideias sobre as Nanoartes.

A divulgação científica, até então em meu pensamento entendida como um direcionamento para fora da universidade, tomou uma outra proporção no meu entendimento, levando-me a refletir sobre o porquê da necessidade desta estratégia como meio de comunicação e atração no meio interno às ciências. Se o público mais expressivo é o próprio mundo acadêmico, não se trataria de difusão de ciência, mais geral, mas sim a difusão da nanotecnologia e do laboratório. Não se trata apenas de valorizar as realizações artísticas produzidas no laboratório, mas também, arrisco dizer, mais importante é espalhar e difundir a nanotecnologia e o mundo em que ela acontece.

A meu ver, as melhores críticas à ciência hoje em dia remetem ao problema do excesso de fragmentação e subdivisões dos saberes, impactados pelo método cartesiano de “recortar o problema em partes menores” e da posterior especialização disciplinar, o que gera uma “alienação” da percepção do contexto mais amplo (holístico) por parte dos agentes da ciência e um problema de igual ou maior consequência que é a precariedade da comunicação e circulação de saberes entre as disciplinas. As Nanoartes e o fenômeno da difusão científica podem ser melhor compreendidos neste ambiente de limitações. O próprio laboratório etnografado nesta pesquisa possui no seu nome o rótulo de interdisciplinar na busca por uma maior integração entre diferentes disciplinas, e pude perceber durante minha presença em campo uma constante circulação de pesquisadores de diversas áreas, mas ainda se concentrando do nicho das ciências exatas.

As Nanoartes são produzidas com finalidades próprias para o uso como mecanismo de divulgação científica no plano prático e utilitarista, contudo, indo mais a fundo nestas questões, o ato de conhecer algo novo e posteriormente compartilhá-los com os demais membros do seio social e para além deste é algo recorrente na sociedade. É

importante então, o contínuo esforço em compreendermos como se dão tais estratégias e como esses saberes se dissipam e ganham força, fôlego e agenciamentos no mundo social.

There has probably been no greater single force for diffusing an interest in and understanding of the work of scientists than television. (Stefan Collini, Introduction to “The Two Cultures”, p. LXI (61))

Computers are only the most impressive of the host of machines which are becoming standard features of daily life and which provide their users with some rudimentary experience of the power of applied science. (Stefan Collini, Introduction to “the Two Cultures”, p. LXII (62))⁴⁶

As nanoartes são mais uma dentre tantas manifestações científicas que contribuem para a expansão e sustentação da cosmologia científica. Como certa vez defendeu uma bibliotecária, chefe da biblioteca onde houve uma das exposições: “as nanoartes enriquecem a informação que os estudantes já possuem”. Esta era uma exposição que visava mostrar um pouco a trajetória das nanoartes, com quadros da primeira exposição, ainda sem cores, e imagens mais recentes, coloridas e legendadas.

A dupla utilização das Nanoartes, seja para atrair o público exterior ao laboratório, ou mesmo como auxiliares no processo pedagógico, nos ajuda a entender as dificuldades encontradas na difusão de novos entendimentos e artefatos científicos no mundo e sobre o mundo.

⁴⁶ “Provavelmente não houve força única maior para difundir o interesse e a compreensão sobre o trabalho dos cientistas do que a televisão. [...]”

Os computadores são apenas os mais impressionantes de uma série de máquinas que estão se tornando características padrão da vida cotidiana e que fornecem aos seus usuários alguma experiência rudimentar do poder da ciência aplicada.” (COLLINI, 1998, p. 61 e 62, tradução nossa)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKER, Henry. *The microscope made easy – or, the nature, uses, and magnifying powers*. London: [s.n.], 1743.

BARROS, Anna (Curadoria e organização). *NANO: Poética de um Mundo Novo: arte, ciência e tecnologia*. Textos de Anna Barros, Francisco Carlos Paletta, Maria Izabel Branco Ribeiro, Victória Vesna e James Gimzewski. Museu de Arte Brasileira (MAB), Fundação Armando Alvares Penteado. São Paulo: FAAP, 2008.

BORT, Juan Manuel Andrés. *Nanotecnología: ciencia, arte y tecnología – aula inaugural*. Castellón de la Plana, 22 de septiembre de 2017. Disponível em: http://cdmf.org.br/wp-content/uploads/2017/09/leccion-inaugural-2017_18-3.pdf. Acesso em: [data de acesso].

CHARBONNIER, Georges. *Arte, linguagem, etnologia: entrevistas com Claude Lévi-Strauss*. Campinas, SP: Papirus, 1989.

COLLINI, Stefan. Introduction. In: SNOW, C. P.; COLLINI, Stefan. *The two cultures*. New York: Cambridge University Press, 2012 [1959].

CRUMP, Thomas. *A brief history of science instruments*. New York: Carroll & Graf Publishers, 2011.

CYRUS, C. M. Mody. *Instrumental community: probe microscopy and the path to nanotechnology*. Cambridge: MIT Press, 2011.

DASTON, Lorraine; LUNBECK, Elizabeth. *Histories of scientific observation*. Chicago: The University of Chicago Press, 2011.

DEDAVID, Berenice Anina; GOMES, Carmem Isse; MACHADO, Giovanna. *Microscopia eletrônica de varredura: aplicações e preparação de amostras: materiais poliméricos, metálicos e semicondutores* [recurso eletrônico]. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. Disponível em: <http://www.pucrs.br/edipucrs/online/microscopia.pdf>. Acesso em: [data de acesso].

DREXLER, Erick. *Engines of creation: the coming era of nanotechnology*. [S.l.]: [s.n.], 1986.

ENCYCLOPEDIA OF NANOSCIENCE AND SOCIETY. Guston, David H. (Ed.). Singapore: SAGE Publications Asia-Pacific Pte. Ltd., 2010.

ERIBON, Didier. *De perto e de longe: Claude Lévi-Strauss & Didier Eribon*. Entrevista. São Paulo: Cosac Naify, 2005.

FAVRET-SAADA, Jeanne. “Ser afetado”. Tradução: Paula Siqueira. *Cadernos de Campo*, São Paulo, v. 13, n. 13, p. 155-161, mar. 2005. ISSN 2316-9133. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/cadernosdecampo/article/view/50263/54376>. Acesso em: [data de acesso].

FERREIRA, Francisco Romão. Ciência e arte: investigações sobre identidades, diferenças e diálogos. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 261-280, jan./abr. 2010.

FONSECA, Claudia; ROHDEN, Fabiola; MACHADO, Paula Sandrine. Antropologia a partir das ciências: reflexões preliminares. In: FONSECA, Claudia; ROHDEN, Fabiola; MACHADO, Paula Sandrine (Orgs.). *Ciências na vida: antropologia da ciência em perspectiva*. São Paulo: Terceiro Nome, 2012. 312 p.

GELL, Alfred. *Art and agency: an anthropological theory*. Oxford: Clarendon, 1998. 271 p.

GELL, Alfred. *Tecnologias do encanto, encanto da tecnologia*. 1992.

GOLDMAN, Márcio. A passage to anthropology: between experience and theory. *Revista de Antropologia*, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 279-294, 2000. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/S0034-77012000000200017>. Acesso em: [data de acesso].

GOLDMAN, Márcio. Os tambores dos mortos e os tambores dos vivos: etnografia, antropologia e política em Ilhéus, Bahia. *Revista de Antropologia*, São Paulo, v. 46, n. 2, p. 423-444, jan. 2003. ISSN 1678-9857. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/ra/article/view/27171>. Acesso em: [data de acesso].

JOHANSSON, Mikael. *Next to nothing: a study of nanoscientists and their cosmology at a Swedish research laboratory*. Gothenburg: School of Global Studies, Social Anthropology, 2008. 146 p. Dissertação.

KOYRÉ, Alexandre. *Do mundo fechado ao universo infinito*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2010.

LATOURET, Bruno; WOOLGAR, Steve. *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. Tradução: Ângela Ramalho Vianna. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997. 310 p.

LEFEVRE, Wolfgang; RENN, Jürgen; SCHOEPFLIN, Urs. *The power of images in early modern science*. Berlin: Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, 2003. 310 p.

LEINER, Piero C. O campo do “centro”, na “periferia” da Antropologia. *Revista de Antropologia*, São Paulo: USP, v. 57, n. 1, p. 85-118, 2014.

LÉVI-STRAUSS, Claude. A arte em 1985. In: *Antropologia estrutural dois*. 4. ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1993.

LÉVI-STRAUSS, Claude. *O pensamento selvagem*. Campinas, SP: Papirus, 1969.

LYNCH, Michael. *Art and artifact in laboratory science*. London: Routledge, 1985.

MARCOVICH, Anne; SHINN, Terry. Estrutura e função das imagens na ciência e na arte: entre a síntese e o holismo da forma, da força e da perturbação. *Scientiae Studia*, [S.l.], v. 9, n. 2, p. 229-265, jan. 2011. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/ss/article/view/11240>. Acesso em: 29 jun. 2014.

MARRAS, Stelio. *Recintos e evolução: capítulos de antropologia da ciência e da modernidade*. 2009. Tese (Doutorado em Antropologia Social) — Universidade de São Paulo, São Paulo.

MASSARANI, Luisa; MOREIRA, Ildeu de Castro; ALMEIDA, Carla. Para que um diálogo entre ciência e arte? *História, Ciências, Saúde — Manguinhos*, Rio de Janeiro, v. 13 (suplemento), p. 7-10, out. 2006.

MONTEIRO, Marko. Imagens de satélite como sítio etnográfico? Interpretando práticas de sensoriamento remoto no Brasil. In: KERBAUY, Maria Teresa Miceli;

ANDRADE, Thales Haddad Novaes de; HAYASHI, Carlos Roberto Massao (Orgs.). *Ciência, tecnologia e sociedade no Brasil*. Campinas: Editora Alínea, 2012. p. 251-278.

MONTGOMERY, Scott L.; CRYSTAL, David. *Do science need a global language? English and the future of research*. Chicago: The University of Chicago Press, 2013.

Nanoarte – A Arte de Fazer Arte / Coordenação Elson Longo. – São Carlos : Apor, 2013, 100p.

NARAYAN, Kirin. How Native is a "Native" Anthropologist? *American Anthropologist*, v. 95, n. 3, p. 671-686, 1993.

OLIVEIRA, Joana Cabral de. “Vocês sabem por que vocês viram!”: reflexão sobre modos de autoridade do conhecimento. *Revista de Antropologia*, [S.l.], v. 55, n. 1, dez. 2012. ISSN 1678-9857. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/ra/article/view/46959>. Acesso em: 9 jul. 2014.

PIERUCCI, Antônio Flávio. *O desencantamento do mundo: todos os passos do conceito em Max Weber*. São Paulo: Editora 34, 2013. 240 p.

PRIGOGINE, Ilya. *O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza*. Tradução: Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996.

PRIGOGINE, Ilya; STENGERS, Isabelle. *A nova aliança: metamorfose da ciência*. Tradução: Miguel Faria e Maria Joaquina Machado Trincheira. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1991. 247 p.

REGIS, Edward. *Nano: a ciência emergente da nanotecnologia: refazendo o mundo – molécula por molécula*. Tradução de Alexandre Tort. Rio de Janeiro: Rocco, 1997. 304 p.

ROBINSON, Chris. Images in NanoScience/Technology. In: BAIRD, D.; NORDMANN, A.; SCHUMMER, J. (Eds.). *Discovering the Nanoscale*. Amsterdam: IOS Press, 2004. p. 165-169.

ROQUE, Ana Cristina; WRIGHT, Andrew J. *From Nature to Science: scientific illustration on marine mammals throughout the centuries. Old challenges and new perspectives*. Conferência realizada na 27ª Conferência Anual da European Cetacean Society, Setúbal, Portugal, 6 abr. 2013. 61 p.

SÁ, Guilherme S. S. *Antropologia e Não Modernidade: até que a ciência as separe*. Revista ILHA, v. 17, n. 2, p. 31-47, ago./dez. 2015.

SANTOS JUNIOR, Jorge Luiz dos. *Ciência do futuro: a comunidade de pesquisa e o ciclo da política de nanociência no Brasil*. 2011. 176 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Ciências Humanas e Sociais.

SANTOS, Rojanira Roque Dos; RIGOLIN, Camila Carneiro Dias. *Nanoarte como recurso pedagógico transdisciplinar: construindo conhecimento e consciência*. Anais do III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia (SINECT), 2012. Disponível em: <http://www.sinect.com.br/anais2012/html/artigos/ensino%20cie/36.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2025.

SERRES, Michel. *Diálogo sobre a ciência, a cultura e o tempo*. Serafim Ferreira; João Paz (Trad.). Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

SILVA, Irineu da. *História dos pesos e medidas*. 2. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2010. 207 p.

SIMMONS, John C. *Os 100 maiores cientistas da história: uma classificação dos cientistas mais influentes do passado e do presente*. 3. ed. Rio de Janeiro: DIFEL, 2003. 584 p. (Coleção 100). ISBN 85-7432-027-7

STRATHERN, M. "Os Limites da Autoantropologia". In: STRATHERN, M. *O efeito etnográfico*. São Paulo: Cosac & Naify, 2014 [1987].

TOMA, Henrique E. *O mundo nanométrico: a dimensão do novo século*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 101 p.

TRAWEEK, Sharon. *Beamtimes and lifetimes: The world of high energy physicists*. Cambridge: Harvard University Press, 1988. 187 p.

VELHO, Gilberto. "O desafio da proximidade". In: VELHO, Gilberto; KUSCHNIR, Karina (org.). *Pesquisas urbanas: desafios do trabalho antropológico*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003. p. 11-19.

VERTESI, Janet. *Seeing like a Rover: how robots, teams, and images craft knowledge of Mars*. Chicago: The University of Chicago Press, 2015.

VIVEIROS DE CASTRO, Eduardo. *O chocalho do xamã é um acelerador de partículas*. Entrevista, 1999. In: VIVEIROS DE CASTRO, Eduardo; SZTUTMAN, Renato (org.). *Encontros: Eduardo Viveiros de Castro*. 1. ed. Rio de Janeiro: Azougue Editorial, 2008. v. 1. 261 p.

WAGNER, Roy. *A invenção da cultura*. São Paulo: Cosac & Naify, 2010.