



Ciência e Sociedade

CBPF-CS-001/24

julho 2024

Ciência & Sociedade 60 anos

*Celebrando o passado
Realizando o presente
Construindo o futuro*



Ciência & Sociedade 60 anos

25 e 26 de outubro de 2023

Celebrando o passado

Realizando o presente

Construindo o futuro

Submetido: 21/05/2024

Aceito: 17/07/2024

Apresentação

Antonio Augusto Passos Videira (UERJ/CBPF)¹

Carlos Fils Puig²

A celebração dos 60 anos de Ciência e Sociedade, iniciada em 1963, teve os seus preparativos conturbados pela dinâmica social imposta pela Pandemia de Covid-19. Como não poderíamos deixar de comemorar este tão importante periódico do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, em 25 e 26 de outubro de 2023, reunimos os autores que aqui apresentam as suas perspectivas e avaliações. Celebrar Ciência e Sociedade é também celebrar José Leite Lopes, e este número é dedicado principalmente ao seu trabalho.

Esse evento foi ainda mais abrilhantado pela concomitante abertura e inauguração do arquivo José Leite Lopes na Fundação Getúlio Vargas, pois, em 25 de outubro de 2023, na sede do Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil (CPDOC) da Fundação Getúlio Vargas (FGV), Rio de Janeiro, foi realizado evento inaugurando a abertura ao público do Arquivo José Leite Lopes, organizado pelo CPDOC como parte do Programa de Arquivos

Pessoais (PAP) em colaboração com a família e diversas instituições, principalmente o Centro Brasileiro de Pesquisas da Física (CBPF), instituto do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI).

A inauguração do arquivo também foi o evento de abertura da comemoração de 60 anos da revista Ciência e Sociedade, da qual o físico foi o seu criador e um dos principais dinamizadores. Este número de *Ciência & Sociedade* é dedicado a uma transcrição editada das apresentações e discussões ocorridas nos dias 25 e 26 de outubro no CBPF. Quando da inauguração do arquivo, houve apresentações do diretor do CBPF, Prof. Dr. Márcio Albuquerque, de Prof. Dr. Antonio A.P. Videira, Profa. Dra. Carolina Gonçalves Alves, doutoranda Ms. Isabella Loureiro Khaled Poppe, e assistente de pesquisa, historiadora, Profa. Luane Guidini da FGV/CPDOC. Participaram da discussão a equipe de pesquisadores e apoio institucional do CPDOC, bem como membros da família de José Leite Lopes.

Este número especial da revista representa, de modo ótimo, o direcionamento do CBPF nos últimos tempos, em que as questões de gênero, diversidade, racismo estrutural, entre outras, são abordadas frontalmente. Tal como pretendia Leite Lopes e seus colegas, em seu próprio tempo, Ciência e Sociedade continua sendo este veículo de discussão e debate dos temas mais importantes e atuais para a ciência e para a sociedade. Segue, então, a recompilação das apresentações em forma de artigo, revisado pelos autores. O método proposto para este número foi o de buscar representar, em texto escrito, aquilo que os participantes produziram em forma de apresentação, adicionando, após cada mesa, a discussão que se seguiu, com perguntas, respostas e considerações.

As ilustrações incluídas foram fornecidas pelos autores, que assinam, cada qual, as suas partes. Nas seções em que há o relato das discussões, estas foram editadas para a melhor forma escrita, trata-se de uma recomposição do que foi dito, não é uma transcrição literal. Os editores assumem qualquer erro constante do relato das discussões dessas sessões. A introdução foi construída com base nas duas apresentações feitas pelo professor Márcio no dia 25 de outubro, no CPDOC e na abertura do evento de comemoração de mais de 60 anos da revista no CBPF.

¹ Doutor em Filosofia e História da Ciência, é professor do departamento de Filosofia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro/UERJ. Realizou os estudos para o doutorado nas universidades de Heidelberg (1988-1989), Alemanha, e Paris VII (1989-1992), França. Os estágios de pós-doutoramento foram feitos nas universidades de Évora, Portugal, Federal da Bahia, Federal de Santa Maria e Estadual de Campinas (2003). É colaborador no programa de pós-graduação em História das Ciências, das Técnicas e Epistemologia da UFRJ, e pesquisador visitante do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CBPF-MCT. Atua na área de História e Filosofia da Ciência, principalmente nos domínios: filosofia da natureza, filosofia da física, história da astronomia, biografias científicas, história da física e divulgação da ciência.

² Bacharel em Filosofia pela USP, mestre e doutor em Filosofia e História da Ciência pela UERJ, atualmente, é pesquisador independente. A sua maior experiência é na História e Filosofia da Física dos séculos XIX e XX. Também tem larga experiência no campo da tradução e edição de textos em Medicina, Enfermagem e Farmácia. Atua como tradutor e editor. É entusiasta de sistemas complexos, biblioterapia, jardinagem e piscicultura.

O resultado nos pareceu produzir um conjunto de leitura agradável e dinâmica, propícia ao tema e de encontro ao estilo da publicação. Embora os temas estejam aqui dispostos na ordem cronológica em que foram apresentados, cada artigo é também passível de leitura independente, conforme o interesse, mantendo, assim, a característica de periódico. Agradecemos à formidável equipe de apoio que, tanto durante o evento, quanto na pós-produção deste, demonstraram a excelência e dedicação que tão bem caracterizam o CBPF. Nossos especiais agradecimentos aos participantes, cuja presença e assistência com os manuscritos nos honrou e engrandeceu.

Introdução

Márcio Portes de Albuquerque

Diretor - Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas ¹

Resumo: Apresenta-se um histórico do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas e da revista *Ciência & Sociedade*, em sua comemoração de 60 anos. São apresentados dados históricos e uma visão geral das atividades e conquistas da instituição na atualidade.

Palavras chave: História da física no Brasil; Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas; José Leite Lopes.

Abstract: A history of the Brazilian Center for Physics Research and the journal *Ciência & Sociedade*, in its celebration of 60 years, is presented. Historical data and an overview of the institution's activities and achievements today are presented.

Palavras chave: History of physics in Brazil; Brazilian Center for Physics Research; José Leite Lopes.

José Leite Lopes foi um brasileiro extraordinário. Além de cientista importante, também foi um cidadão importante, que impactou a sociedade da sua época de modo particular. Com a inauguração e abertura ao público do Arquivo José Leite Lopes na Fundação Getúlio Vargas (FGV), o Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil (CPDOC) construiu um patrimônio que deixa a família e o CBPF muito felizes. Trata-se, agora, do terceiro maior arquivo do DPDOC, na fundação, sendo o primeiro, obviamente, Getúlio Vargas, e o segundo, Gustavo Capanema. Leite Lopes diretor do CBPF duas vezes, de 1960 a 1964 e de 1985 a 1989. Eu o conheci em 1986, quando entrei no CBPF e convivi com ele até o seu falecimento, no Rio de Janeiro, em 12 de junho de 2006. Nascido no Recife, em 28 de outubro de 1918, este ano seriam 105 anos do seu nascimento.

A luta de José Leite Lopes pela criação do ministério de ciência e tecnologia influenciou muitas gerações de jovens. Ele perdeu batalhas, mas sabia que tinha que continuar lutando por um legado inestimável: ciência e sociedade em

conjunto. O acervo é relevante para o CBPF e para a sociedade. Agradecemos à FGV, à família de Leite Lopes e a todos que participaram e contribuíram para esta comemoração e número da revista.

Dentre as diversas publicações do CBPF, *Ciência & Sociedade*, que agora comemora mais de 60 anos, é uma das mais importantes, e para a qual Leite Lopes foi quem mais contribuiu. O arquivo de Leite Lopes é o terceiro maior arquivo no CPDOC devido ao cuidado que ele sempre teve em organizar todos os seus escritos e materiais, o seu cuidado com preservar para o futuro. É muito positiva essa aproximação com a FGV, que foi fundada em data próxima ao CBPF, fundado também por Leite Lopes. Na época, Cesar Lattes, outro cofundador do CBPF, havia descoberto uma partícula fundamental chamada Meson-Pi ou Píon. Foi um período em que, com a iniciativa de Leite Lopes e de Lattes, entre outros, há uma virada no Brasil para a pesquisa científica.

Não somos o único instituto do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Somente no Rio de Janeiro, há seis, além do CBPF: o Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), o Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), o Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e o Observatório Nacional (ON), que são algumas das instituições que atuam especificamente em ciência e tecnologia no país. Os princípios sempre defendidos por Leite Lopes podem ser vistos refletidos na nossa missão.

CBPF – MISSÃO

Realizar pesquisa básica em Física e desenvolver suas aplicações, atuando como instituto nacional de Física do MCTI e polo de investigação científica e formação de pessoal científico.

Propósito: Promover a ciência e tecnologia do país visando um futuro sustentável da sociedade (CBPF, 2023).

A história do CBPF está permeada de iniciativas, que estão na base da criação de instituições que formam hoje a espinha dorsal da Ciência no Brasil. O CBPF, nesses 70 anos, ajudou a produzir conhecimento avançado que foi crucial no desenvolvimento do país. Ciência é dinâmica, nunca estática, e está sempre se expandindo. Hoje, a física nuclear continua progredindo, e o CBPF é parte dessa estrutura brasileira. O CBPF, liderado por Cesar Lattes, José Leite Lopes, Guido Beck e Jayme Tiomno, foi berço de instituições fundamentais, como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), o Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), o LNCC, o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), o Centro Tecnológico do Exército (CTEx) e o Centro Latino-Americano de Física (CLAF). Veremos, em seguida, alguns dos trabalhos desenvolvidos pelo CBPF.

Pesquisa

No CBPF, trabalhamos com quatro pilares, Pesquisa, Inovação, Formação e Divulgação, além da gestão especializada em ciência. Quanto à pesquisa científica; visamos colocar o Brasil na cena da investigação científica mundial. Atualmente, temos um programa de pós-graduação com a

¹ Doutorado em Processamento de Sinais, Imagens e Voz pelo Instituto Nacional Politécnico de Grenoble (INPG) realizado no Institut Néel do Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) no "Polygone Scientifique" de Grenoble, França, 1995. Atual Diretor em Exercício do CBPF/MCTI, onde já exerceu os cargos de Coordenador de Ações Institucionais e Coordenador de Desenvolvimento Tecnológico. É Tecnologista Sênior e integra o Corpo Docente da pós-graduação institucional. Participa das comissões de elaboração dos Planos Diretores do CBPF desde 2004, e em 2017 integrou o Grupo Executivo do Planejamento Estratégico do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Integra os Projetos Rede-Rio/FAPERJ e Redecompe-Rio/RNP/FAPERJ, iniciativa de Redes avançadas do Rio de Janeiro para a área de ensino, pesquisa e inovação. Sua atividade de P&D, no momento, está concentrada em Processamento de Sinais, Imagens e Inteligência Artificial, Desenvolvimento da Instrumentação Científica, Computação de Alto Desempenho em multi-gpu para Física; coordena e participa de diversos projetos institucionais nacionais e internacionais e com a indústria. Foi um dos responsáveis pela criação do Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) no CBPF (2006).

nota máxima 7 da Central de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Estamos, neste momento, com um concurso aberto para a contratação de novos professores e técnicos, concurso que ocorrerá ano que vem, depois de 10 ou 12 anos sem concursos e sem contratar pessoas. Nosso programa de pesquisa e desenvolvimento inclui física experimental, teórica e apli-

cada, nas áreas de Física de altas energias e astropartículas, Materiais e matéria condensada, Nanociência e nanotecnologia (Figura 1), Biofísica e biomateriais, Mecânica estatística e sistemas complexos, Informação e computação quântica, Cosmologia e gravitação, Processamento de sinais e inteligência artificial, e Instrumentação científica.



Figura 1 – Laboratório Multiusuário de Nanociência e Nanotecnologia, CBPF, Rio de Janeiro, 2023.
Fonte: CBPF, 2023.

O CBPF atua em pesquisas fenomenológicas e observacionais na área de Cosmologia, Astrofísica e Gravitação, tendo atuação em grandes colaborações internacionais como J-PAS, S-PLUs, SWGO e em projetos utilizando os Telescópios SOAR e Blanco, com destaques nas áreas de Lentes Gravitacionais, Astrofísica Extragaláctica e busca de ondas gravitacionais. Ao longo dos últimos 40 anos, tem promovido regularmente, a cada dois anos, a Escola Brasileira de Cosmologia e Gravitação.

Outras áreas em que o CBPF desenvolve pesquisas são **mecânica estatística** e **sistemas complexos**, sistemas biológicos e econômicos, teoria e aplicações da mecânica estatística não extensiva e detecção e predição de sinais, bem como pesquisas em áreas de Física Teórica. Recentemente, houve a publicação de uma lista em que apresentam os pesquisadores mais influentes; dentre eles, há dois do CBPF, um deles é Constantino Tsallis, com seu trabalho em

mecânica estatística e sistemas complexos. O CBPF é a sede do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Sistemas Complexos.

Temos pesquisadores nossos em todo o mundo e recebemos estudantes também de todas as partes para nossos cursos, em especial de outros estados do Brasil e da América Latina. Essa visão de que o CBPF poderia ser uma boa base para o desenvolvimento da Física na América Latina sempre foi defendida por Lattes, Leite Lopes, Tiomno e Guido Beck, entre outros.

Além de colaborar com centros de pesquisa governamentais, há participação de nossos pesquisadores no desenvolvimento de tecnologias inovadoras em empresas e de tecnologias com cooperações internacionais. O CBPF atua no estado da arte da computação quântica de circuitos e adiabática e nas suas aplicações – inclusive para a petrofísica. Interage com a indústria e promove debates e eventos tanto sobre o *hardware* quanto sobre algoritmos quânticos (Figura 2). Ressaltamos que se trata de computação quântica de fato, não se trata de simulação. Há grupos que fazem simulação, mas não é o nosso caso.

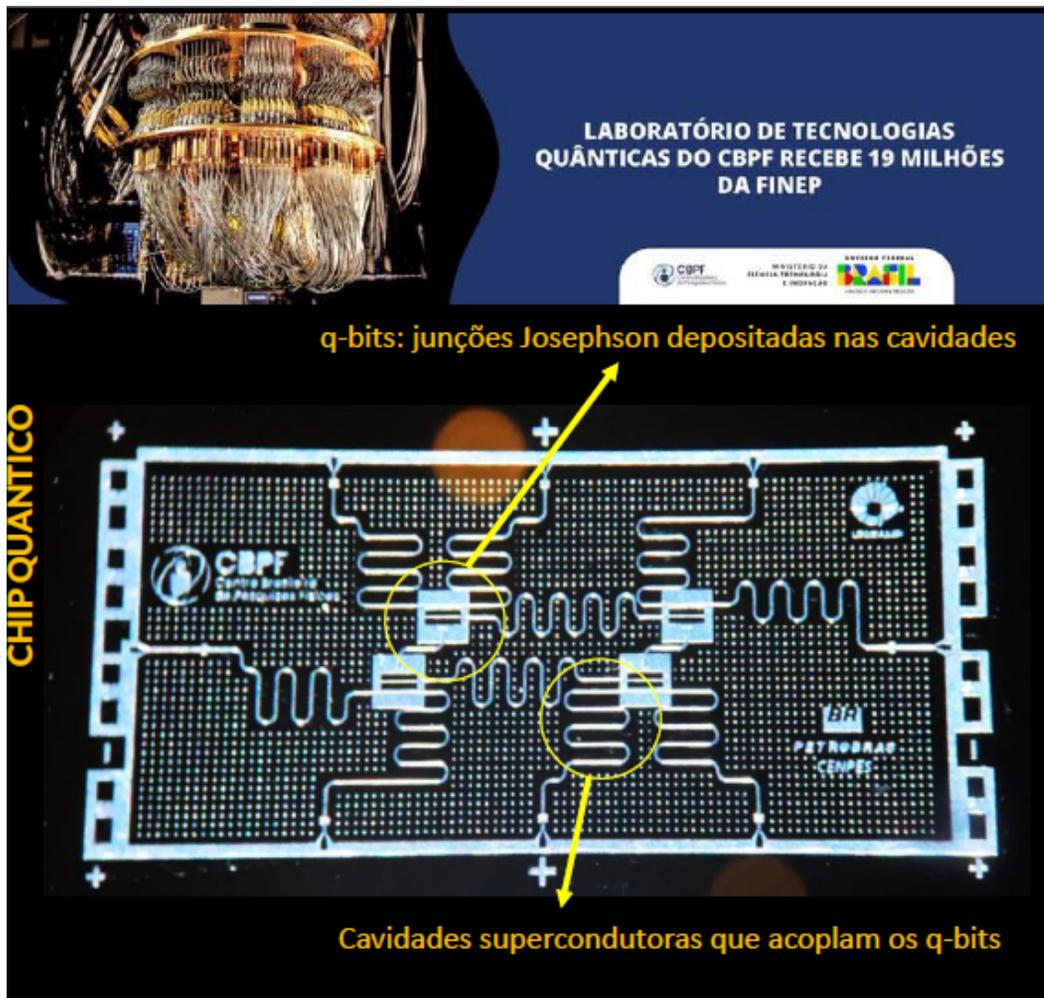


Figura 2 – Laboratório de Tecnologias Quânticas, CBPF, Rio de Janeiro, 2023.
 fonte: CBPF, 2023.

Em **Cosmologia e Interações Fundamentais**, o CBPF atua em pesquisas fenomenológicas e observacionais na área de Cosmologia, Astrofísica e Gravitação, tendo atuação em grandes colaborações internacionais como J-PAS, S-PLUS, SWGO e em projetos utilizando os Telescópios SOAR e Blanco, com destaques nas áreas de Lentes Gravitacionais, Astrofísica Extragaláctica e busca de ondas gravitacionais. Ao longo dos últimos 40 anos, tem promovido a Escola Brasileira de Cosmologia e Gravitação a cada dois anos.

Fazer física, certamente, envolve ter colaborações permanentes com grandes laboratórios no exterior, o que significa uma busca incessante por recursos. Nossos pesquisadores

estão em centros como o Centre Européen de Recherche Nucléaire (CERN), na Suíça, em que temos um espaço alocado que foi pago pelo Estado brasileiro para que tenhamos oportunidade de utilizar aquele instrumento. O CBPF mantém essa colaboração em caráter permanente com o CERN, que é o maior laboratório de física de partículas do mundo, contribuindo para o desenvolvendo de instrumentação para a pesquisa de altas energias e participando da rede de colaborações, fundamental para o crescimento da ciência.

Um exemplo de trabalho cooperativo foi uma placa eletrônica (Figura 3) para ser usada na testagem de detectores.

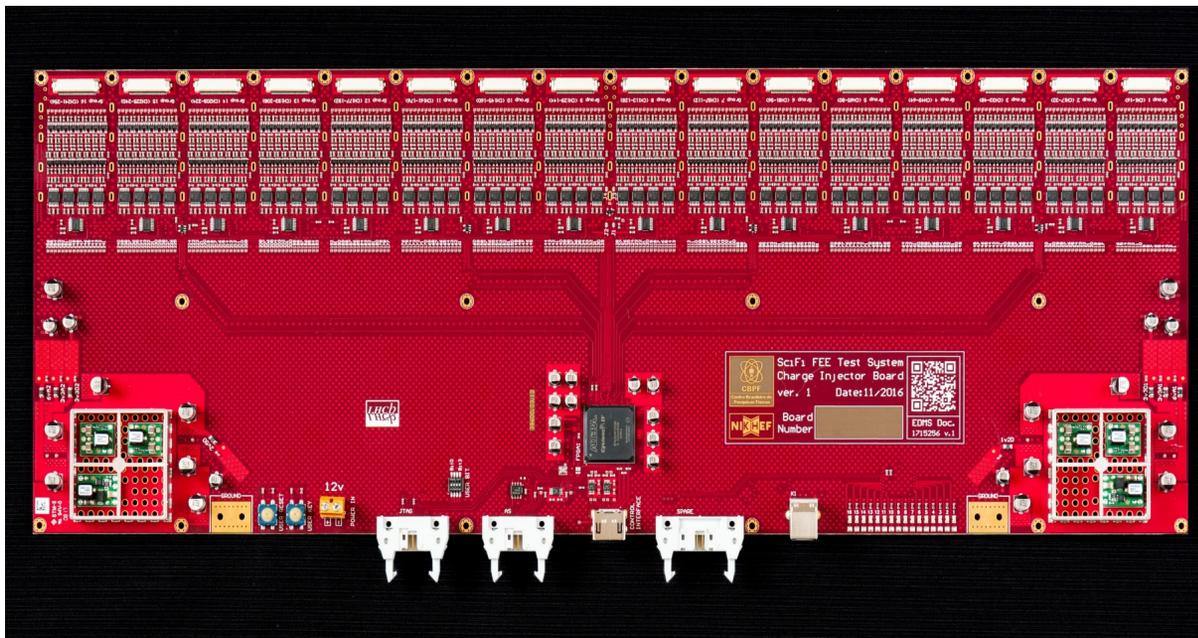


Figura 3 – Placa eletrônica utilizada no CERN para testar detectores desenvolvida no CBPF, 2023.
Fonte: CBPF, 2023.

Ela foi desenvolvida totalmente em âmbito local, com recursos e fornecedores locais, aqui no CBPF. Também com sede no CBPF, a **Rede Nacional de Física de Altas Energias (RENAFAE)**² foi criada para promover o avanço científico e tecnológico da investigação das propriedades das partículas e suas interações fundamentais, consolidando e ampliando a pesquisa em física de altas energias, expandindo a capacitação técnica e explorando suas implicações tecnológicas.

Ocorre, hoje, a discussão para aprovação de participação do Brasil no CERN, o que significaria que passaríamos a aportar recursos regularmente para aquele laboratório na Suíça, o que nos daria direito a utilizar parte do tempo de experimento no laboratório e colaborar com outros pesquisadores.

Utilizar o laboratório CERN também servirá para que desenvolvamos tecnologia de ponta, capacitando indústrias brasileiras a se moverem na fronteira da tecnologia. Caso seja aprovado pelo legislativo e sancionado pelo executivo, isso significará um avanço importante para a ciência e tecnologia no Brasil. Por um lado, há um avanço da pesquisa científica, e um retorno disso em forma de desenvolvimento de tecnologia e significaria um investimento anual, por parte do país, de 10 milhões de dólares, o que não é um valor preocupante – a questão será o modo como se organizará isso.

Quanto aos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs), dois têm sede no CBPF; O Instituto Nacional de Sistemas Complexos e recentemente instalado Instituto de Física de Altas Energias CERN-Brasil, além dos institutos

nos quais o CBPF tem participação, a saber, Spintrônica e Nanoestruturas Magnéticas Avançadas (SpinNanoMag), Informação Quântica (INCT-IQ) e Física Nuclear e Aplicações (INCT-FNA).

Formação

A formação é uma área muito importante para o CBPF. O nosso objetivo é formar pessoal científico, garantindo o acesso a infraestrutura avançada e a grandes experimentos internacionais. O nosso é considerado um dos melhores programas de pós-graduação do país.

Temos dois programas de pós-graduação, o mestrado e o doutorado, com nota 7 da CAPES; e temos também um mestrado profissional de Instrumentação Científica – somos a única instituição no país que oferece essa especialização. Esse programa já é uma tradição no CBPF, tendo sido iniciado no ano de 2000. O CBPF foi a primeira instituição brasileira a conceder oficialmente título de mestrado e doutorado em Física no Brasil, e nossa pós-graduação completou 60 anos em 2022. Formamos mais de 1.000 alunos, sendo cerca de 50% deles provenientes de outros estados brasileiros e países da América Latina.

Inovação

O nosso **Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT)** coordena com todas as unidades de pesquisa do Rio de Janeiro, CETEM, IMPA, INT, LNCC, MAST, ON e Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT). Cada uma dessas unidades tem o seu núcleo de inovação, que juntos formam o Núcleo de Inovação do Rio de Janeiro. O NIT visa contribuir para o Sistema de Inovação Tecnológica com atividades relacionadas a gestão de propriedade intelectual, transferência de tecnologia e parcerias com empresas e indústrias. O programa busca transformar pesquisadores em

² São parte da rede: CBPF, PUC-Rio, UERJ, UFABC, UFBA, UFF, UFG, UFJF, UFRJ, UFTM, UNESP, UNICAMP, USP, UEFS, UNIFAL-MG, UFSJ, UFRGS, UFSCar, UFPR e UNICSUL.

Líderes de inovação em parceria com a indústria e explorar as oportunidades e desafios do empreendedorismo como uma alternativa de carreira para cientistas.

Um exemplo recente disso foi o desenvolvimento de uma aplicação para a indústria que resultou de uma pesquisa básica. Tratava-se de um estudo em que, para se detectar raios cósmicos era necessário construir um tanque (Figura 3), e esse tanque precisava ser construído com determinado tipo de isolamento térmico que não existia no Brasil. Em conjunto com uma empresa do setor agrícola foi feita uma parceria e a empresa criou o novo tanque. A empresa recebeu o prêmio de inovação, porque por ser um tanque que permite o controle da sua temperatura interna, isso possibilitava que fosse deixado no campo, no caso da agricultura, e as sementes não morrerão por problemas com a temperatura, permitindo simplesmente seguir com o trabalho de um dia para o outro, por exemplo.

Assim, uma demanda que vem de uma pesquisa de ciência básica para observar raios cósmicos, que vai requerer milhares de tanques desses espalhados pelo sul da Argentina e talvez do Chile, estimulou a indústria local. Esse tipo de cooperação estimula a indústria brasileira e é fundamental para o desenvolvimento que buscamos.

A parceria com a indústria, a partir do marco legal da Inovação, possibilitou o desenvolvimento de diversos projetos

com empresas, como as seguintes.

- Computação Quântica para Petrofísica - Petrobrás.
- Inteligência Artificial e Deep Learning para Petrofísica e Geofísica - Petrobrás.
- Nanotecnologia para indústria O&G - Petrobrás.
- Novos materiais e técnicas para implantes médicos - Stracta; S.I.N.
- Ressonância magnética em micro e nanoescala - Fine Instrument Technology.
- Novos Materiais, Nanotecnologia e Dispositivos Magnéticos - Elyment; Magmattec.
- Estrutura Mecânica do Array de Telescópios Cherenkov - Elemar.
- P&D para eficiência na Superfície de Materiais - Vallorec; Vale.
- Tanques com isolamento térmico, SWGO Observatory - Rotoplastyc.

O2I Sobre Comitê Programação Localização [Inscreva-se](#)

**science deep tech
and innovation**

Spin-out para indústria
Da Pesquisa Básica para a Indústria

PMTs
POLIURETANO
SWGO
The Southern Wide-field Observatory Observatory

Spin Mix 3.0
Rotoplastyc

**Inovação em um
produto para
o segmento agrícola**

Figura 3 – Tanque produzido em cooperação com a indústria para a pesquisa básica de raios cósmicos.
Fonte: o autor.

Com o **laboratório de tecnologias multi-GPUs e inteligência artificial**, o CBPF atua no estado da arte em tecnologia e inovação, desenvolvendo sistemas multi-GPUs HPC (*water-cooled*) para Deep Learning Neural Networks, com aplicações para várias áreas da Física e com a indústria (Figura 4). Um dos projetos tem tomado a tecnologia NVIDIA, desmontado, e remontado em um novo processo em que líquido é resfriado. Esses processadores são acu-

mulados em novos computadores que produzem uma performance muito além daquela que se conseguiria com computadores normais. Esse projeto foi financiado pela Fundação Inovação e Pesquisa (Finep) para que pudéssemos desenvolver esse tipo de tecnologia em empresas nacionais. É interessante notar que somos muito procurados para esse tipo de iniciativa.



Figura 4 – Instrumentos de Deep Learning quântico, aplicado em astrofísica, cosmologia e petrofísica.
Fonte: CBPF, 2023.

Divulgação científica

Outro pilar é a divulgação, ou seja, a promoção da ciência e da tecnologia na sociedade. Isso é demonstrado pelas atividades, cursos e eventos recentes organizados no Centro, como a formação continuada de professores, o **Espaço Ciência e Sociedade**, espaço de divulgação científica aberto à comunidade, na biblioteca, e eventos como o “Físico por uma tarde”, em que os cidadãos, especialmente estudantes, podem ter contato melhor com a profissão e tudo que a envolve, incluindo conhecer os laboratórios.

Em 2021, perdemos o nosso antigo diretor, o Prof. Shellard. Na ocasião, foi feito um livro em homenagem a ele, “Ciência para o Brasil – Ronald Cintra Shellard (1948-2021)” (Videira, 2022). Tivemos, recentemente, o lançamento da versão em Braille do livro. Outro instituto de importância fundamental e peça integrante da história da ciência no Brasil é o Instituto Benjamin Constant, de quem somos vizinhos próximos, e que tem 160 anos de existência. Utilizamos de uma parceria com eles para a produção dessa obra, que toma 6 pesados volumes em Braille.

Parte da nossa missão é avançar as fronteiras do conheci-

mento, da ciência. Em nossa experiência, vemos o quanto é difícil chegar à sociedade, principalmente em tempos como os de hoje, em que, além dos desafios usuais, precisamos lidar com grupos que divulgam coisas como a teoria da terra plana e o negacionismo relacionado às vacinas. Portanto, participamos o máximo possível de eventos educacionais ou de divulgação científica em busca de contribuir para a melhor consciência científica brasileira, como as diversas Semanas Nacionais de Ciência e Tecnologia, entre outros eventos de divulgação científica.

Publicações

Ao comemorar mais de 60 anos de Ciência & Sociedade, vale lembrar as publicações que o CBPF mantém. A área de publicações da biblioteca tem um Núcleo de Informação (NIB), e que é responsável por executar os serviços referentes à preparação dos originais de trabalhos científicos e técnicos destinados às publicações editadas pelo CBPF, bem como a sua divulgação no portal das Revistas e disponibilizá-las no CBPFIndex (Portal de Produção C&T do CBPF). São elas: Documentos Históricos, Ciência e Sociedade, Monografias, Notas de Física e Notas Técnicas. Com o objetivo de dar maior visibilidade às suas revistas, a APUB busca migrar para a versão OJ53 (Open Journal Systems), já que, a-

tualmente, esse é o *software* mais utilizado em periódicos de acesso aberto no país.

As *Notas de Física* publicam *preprints* de trabalhos originais e resultados de estudos e pesquisas publicados em Física. As *Notas Técnicas* são a publicação de artigos originais, resultado de pesquisa tecnológica ou de abordagem teórica-computacional. *Monografias* é uma publicação acadêmica de conteúdo didático pedagógico, que divulga notas de aula e trabalhos de final de curso de alunos de pós-graduação em Física. *Documentos Históricos* é uma publicação de textos relevantes para a memória da Física, de autoria de eminentes cientistas, incluindo estudos

e pesquisas sobre instituições, biografias, relatos, entrevistas e demais fontes de interesse histórico.

Ciência & Sociedade

Por fim, *Ciência & Sociedade*, que aqui celebramos, é esta publicação de artigos com reflexões, discussões, debates de temas pertinentes a educação, política, memória, humanidades, no âmbito da ciência e da cultura. Com a comemoração de mais de 60 anos da sua existência, fizemos um levantamento do número de artigos publicados por ano, e o Gráfico 1 mostra esses resultados.



Gráfico 1 – Número de artigos publicados por ano pela Revista Ciência & Sociedade (1963-2023).

Fonte: CBPF, 2023.

Não podemos precisar ao certo o que causou o pico que o Gráfico 1 mostra, na segunda metade dos anos 1990, mas podemos apostar que talvez seja o efeito do retorno de Leite Lopes. Podemos observar que, após o período inicial, há um aumento gradual seguido de queda brusca, durante a ditadura. Esse período de baixa publicação é justamente o período em que Leite Lopes precisa sair do Brasil, exilado.

Corroborando com isso, observamos um aumento expressivo com o seu retorno, pois ele havia continuado a escrever durante o seu exílio, e os publicou para deixar o seu legado. Leite Lopes não foi somente um autor prolífico da revista, sempre esteve interessado em estimular essa discussão e diálogo sobre os problemas e as questões da sociedade em sua interface com a ciência. Assim, além de escrever inúmeros artigos, ele é efetivo animador da revista, encorajando outros autores a contribuírem e organizando publicações.

A sua preocupação era como fazer para que a sociedade percebesse o valor da ciência. A ciência é uma ferramenta fundadora para a sociedade buscar melhores condições de vida e para a democracia. Leite Lopes defendia permanentemente essa visão de que o conhecimento científico contribui para uma sociedade mais justa, mais aberta e mais tolerante.

O primeiro número de *Ciência & Sociedade* (Figura 4) marca um período em que a ideia de desenvolvimento de José Leite Lopes estava associada a industrialização do país. Esse texto é uma conferência que Leite Lopes pronuncia em Genebra, na Suíça. Nele, diz:

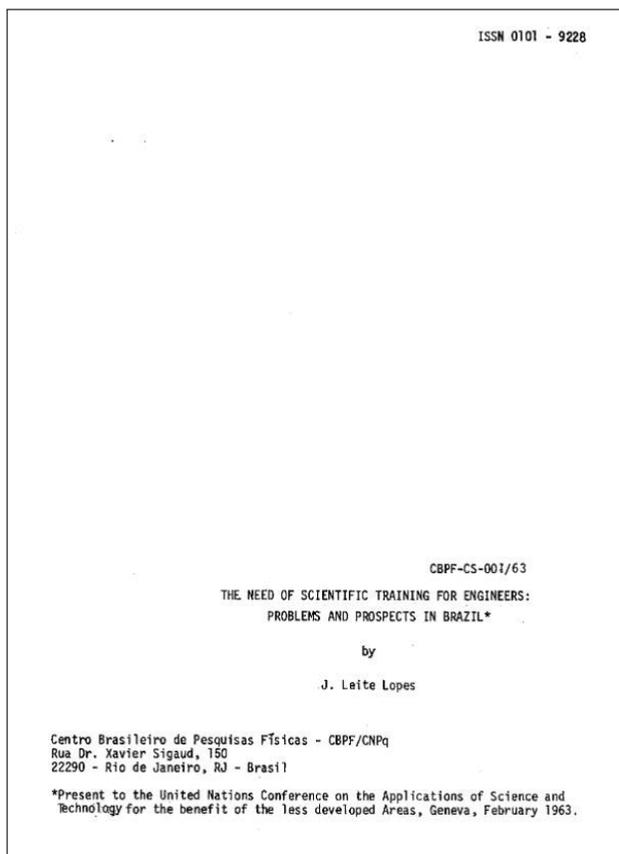
A criação do Ministério da Ciência e Tecnologia, dotado de uma estrutura adequada, poderá constituir um passo à frente no sentido de armar-se o Governo Federal de recursos e meios de ação para que o nosso desenvolvimento se possa beneficiar da pesquisa científica e tecnológica (Leite Lopes, 1963).

Em outros documentos posteriores, Leite Lopes defende a ideia de que o desenvolvimento do país somente acontecerá através da industrialização. Ele aborda os dilemas da industrialização por meio da importação, destacando a questão da necessidade de independência científica e tecnológica, problema com o qual nos debatemos até hoje. Os diversos textos de Leite Lopes na Revista CBPF *Ciência & Sociedade* formam um conjunto de documentos públicos que revelam um tipo de reflexão social e um panorama do movimento na

sociedade brasileira nas décadas de 1950 e 1960. Esses escritos não se limitaram a ser mero testemunhos daqueles que viveram esse período; eles ajudaram a criar inteligibilidade sobre os acontecimentos da época.

Em 1973, *Ciência & Sociedade* publica documento sobre “Pesquisa e Universidade” apresentado por Carlos Chagas Filho à Comissão de Ciência e Tecnologia da Câmara Federal de Deputados, na presença de alguns dos nomes mais expressivos do planejamento e de cientistas do país, abordando a importância da pesquisa científica e o Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico 73/74 (PBDCT). Dentre os conferencistas participantes, estavam Dr. José Pelucio Ferreira, Prof. Carlos Chagas Filho, Prof. Hervásio de Carvalho e Prof. Jaques Danon; e pela Câmara de Deputados; Deputado Adhemar de Barros Filho, Nina Ribeiro, Aureliano Chaves e Luiz Garcia. O Presidente da Comissão de Ciência e Tecnologia era o Deputado Fagundes Netto (Leite Lopes, 1973).

Como mencionei no início, tive o privilégio de conviver com o professor Leite Lopes entre 1986 e 2006. Quando ele falava, enchia os auditórios. Tinha um jeito muito forte de falar, especialmente ao expressar as suas opiniões. As suas realizações e contribuições são muito relevantes para a ciência brasileira e mundial.



Fonte: CBPF, 1963.

Essa é a importância da revista *Ciência & Sociedade* e do arquivo que o CPDOC disponibiliza ao público. Há muitas das suas palestras feitas ao redor do mundo que publicou na revista e deve haver mais dessas no arquivo.

Leite Lopes não era bem um historiador da ciência, mas buscava proporcionar uma compreensão da ciência enquanto estava acontecendo – fazia mais o papel de divulgador das

notícias científicas e do andamento das pesquisas do momento do que o relato histórico passado, mas sim discutir os temas pertinentes ao momento em que vivia, abordando questões da sociedade e fazendo a divulgação científica. Havia quem dissesse que não haveria mais alcance, que a possibilidade de difusão da ciência era uma fantasia, que criticavam os cientistas, como se nos considerássemos deuses, e isso era besteira, segundo ele, e afirmava haver um futuro brilhante - muitos séculos, desde que o homem não destrua tudo.

O seu trabalho trazia sempre temas relevantes para cada momento, não obstante o impacto causado pelo regime militar, período em que Leite Lopes vive na Europa, voltando em 1984. O seu legado está vivo até hoje, seus artigos sempre nos ajudam a entender os temas de hoje. Para Leite Lopes, o futuro da ciência era risonho:

Os cientistas têm que se preocupar com o problema da educação básica e não podem ficar em seus castelos de marfim. Eles devem dedicar algumas horas por mês (...) e entrar em contato ou fazer com que os colégios secundários ou professores os convidem para dar palestras sobre os últimos avanços da Ciência (Leite Lopes, 1984).

Esse relato foi publicado em 1984, mas é uma republicação de um texto escrito em 1963, que faz parte da publicação sobre a história do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT, 2010). Em 1964, junto com outros, Leite Lopes já percebe a necessidade de o Brasil ter um ministério dedicado à ciência e à tecnologia. Entretanto, essa criação veio acontecer, de fato, somente em 1985. Porém, esses documentos registram o movimento que foi feito em direção a essa criação.

O número de 2001 de *Ciência & Sociedade* traz o Trajeto da Matemática no Rio de Janeiro, preparado pelo Professor Luiz Adauto de Medeiros. Essa história envolve o nosso primeiro barracão (Figura 5), que continua de pé aqui próximo, na UFRJ e nosso desejo é que esse espaço se transforme num centro de memória da física no Brasil. Nesse barracão foi sede do Departamento de Matemática da Faculdade Nacional de Filosofia. Depois foi sede do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), que também nasceu dentro desse prédio, em um momento em que os matemáticos foram abrigados pelos físicos. O prédio também foi o Instituto de Matemática da UFRJ e, por fim, o LNCC. Isso ficou bem registrado nesse caderno de 2001, e um dos colaboradores foi Alfredo Marques de Oliveira, antigo pesquisador e diretor do CBPF, em que diz, “Muito poucos lêem e ouvem e são esses poucos que passam os recados para a posteridade” (Oliveira *apud* Medeiros, 2001), que parece muito relevante

para todas as discussões que temos aqui neste número.



Figura 5 – Primeira sede própria do CBPF, 1951.
Fonte: CBPF, 1951.

Outros exemplos de interessantes publicações da *Ciência & Sociedade* foi a publicação, em 2009, sobre “Educação superior e inclusão social no Brasil”, organizado por Davidovich (2009) e de “Cientistas de farda: a presença de militares no CBPF”, de Heráclio Tavares (2014). Desde o início, sempre houve presença de militares no CBPF, especialmente no período da ditadura. Um deles foi o fundador do CTE_x, e que deu nome ao Centro, o general Argus Fagundes O. Moreira. Esse artigo de Tavares relata a construção dos primeiros aceleradores lineares construídos pelo IME, que hoje se encontram no Museu de Astronomia (Mast), aqui no Rio de Janeiro, em exibição.

Enfim, a revista tem mudado ao longo do tempo, com a diagramação em formato de máquina de escrever do passado sendo substituída por uma formatação mais sofisticada e atual. Entretanto, continua refletindo o espírito de discutir questões da atualidade, perspectivas e referências a pesquisadores da casa, como o artigo de Guimarães (2020), “O CBPF a serviço do país”, e a homenagem feita ao Prof. Alfredo Marques logo após o seu falecimento (Endler, 2021).

Neste número, refletindo a organização cronológica do evento que lhe deu origem, é composto pelos seguintes textos, agrupados em torno de temas em comum, e seguidos da transcrição das discussões ocorridas no evento. O primeiro tema, coordenado pelo Professor Antonio Augusto Videira, discutiu a inauguração do arquivo José Leite Lopes no CP-DOC da FGV, que contou com a participação da família de Leite Lopes, bem como da equipe da FGV responsável pela organização e manutenção do arquivo, a Coordenadora de Documentação, Profa. Dra. Carolina Gonçalves Alves, e as pesquisadoras Profa. Ms. Isabella Loureiro Khaled Poppe, e Luane Guidini, bem como do Prof. Márcio Albuquerque.

Em seguida, temos três partes que compõem os respectivos temas, sob os quais estão os textos das apresentações em transcrição editada. Após os textos de cada tema, também estão incluídas as intervenções feitas na parte de discussão. Assim, o segundo tema foi *Ciência, desenvolvimento e problemas nacionais*, mesa coordenada pelo Prof. Dr. Alberto Passos e com a participação dos professores Olival Freire, Gislene Maria da S. Ganade e Fernando Rizzo. Segue-se com *A ciência e a sociedade no Brasil e no mundo entre 1963 e 2023*, coordenada pela Professora Heloísa Gesteira, com a participação das contribuições dos professores Juan Queijo, Ildeu C. Moreira e Sílvia Figueiroa. O terceiro grupo de textos e discussões está agrupado sob o tema *Ensino e*

pesquisa nas universidades, institutos federais e unidades de pesquisa, coordenado pelo Prof. Dr. Felipe Tovar Falciano, e com a participação de Andréia Guerra, Wagner Corradi e Alan Alves Brito, o que encerra a publicação deste número.

Conclusão

Como está, hoje, a relação entre ciência e sociedade? Enfrentamos dilemas que nos fazem questionar o que aconteceria se parássemos de confiar na ciência. Terá a ciência o poder de mudar a sociedade? São necessários estudos e reflexões que mostrem como a sociedade vê a ciência e indique propostas para que a ciência vá além de seus muros e além do senso comum. Para isso, parece crucial que a educação valorize e ensine os métodos científicos.

O cidadão comum, hoje, precisa de recursos para tomar as suas próprias decisões. “Devo ou não tomar a vacina?” Essa questão pode não fazer sentido para a maioria de nós, mas há, hoje, uma crise de confiança na ciência e o desafio é fazer chegar ao cidadão comum o acesso a esse conhecimento, a como se produz, acesso às ferramentas que lhe permitam tomar boas decisões para si e, assim, à sociedade como um todo.

Sobre essas ações junto à sociedade, em especial estudantes, Leite Lopes dizia,

Os cientistas têm que se preocupar com o problema da educação básica e não podem ficar em seus castelos de marfim. Eles devem dedicar algumas horas por mês (...) e entrar em contato ou fazer com que os colégios secundários ou professores os convidem para dar palestras sobre os últimos avanços da ciência (Leite Lopes *apud* Caruso, 1999).

Temos percebido e ativamente participado, atualmente, de um retorno importante da priorização e de tomadas de decisão quanto a recursos para a ciência no Brasil. Temos esperança de que esse desenvolvimento e crescimento que vemos na nossa história continue no futuro e, ao que tudo indica, é o que vai acontecer. Agradecemos imensamente a participação de todos no evento e a atenção com os textos aqui apresentados e encerramos com nossos votos de que *Ciência & Sociedade* continue viva em muitas décadas por vir.

Referências

- CARUSO, F. (Org.). **José Leite Lopes: Idéias e Paixões**. Rio de Janeiro: CBPF, 1999.
- DAVIDOVICH, L. Educação superior e inclusão social no Brasil. **Ciência & Sociedade**, CBPF, 003, 2009.
- ENDLER, Ana Maria Freire. Lembranças do Prof. Alfredo Marques, colega de Faculdade e amigo de sempre. **Ciência & Sociedade**, CBPF, v. 8, n. 2, 2021, p. 5-6. DOI: 10.7437/CS2317-4595/2021.02.004
- GUIMARÃES, A.P. O CBPF a serviço do país - perspectivas. **Ciência & Sociedade**, CBPF, v. 7, n. 1, 2020, p. 1-2. DOI: 10.7437/CS2317-4595/2020.01.001
- LEITE LOPES, José. Luiz Freire e os valores superiores da

vida do espírito. **Ciência & Sociedade CBPF**. N. 6, 1984.

LEITE LOPES, José. Por uma política científica nacional: reivindicações de ontem e de hoje. **Ciência & Sociedade CBPF**. N. 1, 1963.

MCT. Ministério da Ciência e Tecnologia. **25 anos de MCT: raízes históricas da criação de um ministério**. VIDEIRA, A.A.P. (Org.). Rio de Janeiro: CBPF, Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.mcti.gov.br/handle/mctic/4699>> Acesso em: 10 nov 2023.

MEDEIROS, Luiz Aduino da Justa Medeiros. **Trajetos da matemática no Rio de Janeiro**. *Ciência & Sociedade*, n. 3, 2001.

TAVARES, Heráclio. Cientistas de farda: a presença de militares no CBPF. **Ciência & Sociedade**, CBPF, vol. 2, n. 2, 2014, p. 8-16. DOI: 10.7437/CS2317-4595/2014.02.009

VIDEIRA, A.A.P. (Org.). **Ciência para o Brasil – Ronald Cintra Shellard (1948-2021)**. Rio de Janeiro: CBPF, 2022.

Ciência, desenvolvimento e problemas nacionais Science, Development and National Issues

Olival Freire Júnior¹

Resumo: Diante da apreciação da história recente da ciência no Brasil, este artigo pretende questionar qual o tipo de desenvolvimento queremos e em que direção deve, o Brasil, orientar esse desenvolvimento, bem como para quem, é o objetivo deste.

Palavras chave: Desenvolvimento; História da física no Brasil.

Abstract: In view of the appreciation of the recent history of science in Brazil, this article intends to question what type of development we want and in what direction Brazil should orient this development, as well as for whom.

Keywords: Development; History of physics in Brazil.

É um imenso prazer participar deste evento. Agradeço ao convite do CBPF e pelo evento e número de *Ciência & Sociedade*, e saúdo aos colegas e estudantes presentes. O argumento que vou apresentar aqui tem frequentado as minhas reflexões já há algum tempo. É a base de um dos projetos que desenvolvo atualmente, em colaboração estreita com diversos dos presentes e outros colegas de diversos estados do Brasil.

Trata-se de um problema que tem nos preocupado e que, em síntese, teve a sua motivação a partir de 2016, e mais intensamente a partir de 2018, num cenário em que o apoio estatal à ciência, no Brasil, que havia sido contínuo desde após a Segunda Guerra, de uma hora para a outra se desfez. Muitos se perguntaram como isso foi possível; como foi possível as pessoas perderem a confiança na ciência, como o Prof. Márcio Albuquerque bem salientou na *Introdução*. Essa pergunta se faz ainda mais instigante quando percebemos que esse apoio continuado à ciência se deu ao longo de 1945 a 2016, período em que houve regimes políticos tão diversos uns dos outros, sem, no entanto, qualquer um deles interrompê-lo.

A hipótese que vinha com muita força é a ideia de que há uma correlação entre ciência e desenvolvimento, cuja relação ainda não compreendemos completamente. Esse é um tema que preocupou constantemente a Leite Lopes, como o Prof. Márcio também chamou atenção na *Introdução*. Há que se

perguntar sobre a natureza dessa conexão, e se ela de fato se sustenta.

Para poder abordar essa questão hoje, evitei me limitar a esse período, e busquei, ao longo do século XX, e mesmo ao final do XIX, e tentei encontrar, nos grandes momentos da ciência e da tecnologia – seja por descobertas como a que fez Lattes, ou pela criação de alguma grande instituição, como o CBPF, ou o ITA – que relação encontramos entre ciência e desenvolvimento, num sentido alargado? Digo em sentido alargado pois a própria noção de desenvolvimento não era utilizada, antes de meados do século XX, falava-se mais em modernização ou atividade econômica.

Utilizando, portanto, essa ideia alargada de desenvolvimento, busquei olhar tanto para o desenvolvimento econômico, quanto para as ideias ou ideologias de desenvolvimento econômico, para ver que tipo de correlação podemos encontrar. Evidentemente, não falo, aqui, de correlação no mesmo sentido que os matemáticos e físicos o fazem, não farei uma série estatística. Em vez disso, apresentarei uma impressão qualitativa. Seja qual for essa correlação, também me pergunto que conclusão se pode tirar sobre o que se compreendia por ‘desenvolvimento’, ou seja, buscarei qualificar esse segundo elemento.

Posto nesses termos, todos vão logo “matar a charada”, ou seja, perceberão que eu estava procurando uma correlação que já existia na minha cabeça. Penso que é bem evidente haver uma correlação forte entre os grandes momentos de desenvolvimento da institucionalização da ciência ou em que se fizeram grandes aquisições e os contextos de desenvolvimento. De fato, podemos observar que são poucos os casos em que essa correlação não aparece com força. Possivelmente, o caso mais notável seja o da criação da Universidade de São Paulo, onde houve outra correlação, que teve a ver com a derrota das elites políticas de São Paulo na Revolução de 1932, motivando as elites a apoiarem o projeto da criação de uma universidade.

Entretanto, na maioria dos outros casos, essa correlação aparece nitidamente, se não concomitante, imediatamente depois. Exemplo é o caso de César Lattes no CBPF, conforme bem notou o Prof. Márcio na *Introdução*. Claro que não se encontra essa correlação direta no momento da descoberta do Méson pi por Lattes. Contudo, tudo aquilo que Lattes foi capaz de induzir no Brasil, todo o resto que veio como consequência, aconteceu no contexto do segundo governo Vargas.

Do mesmo modo, podemos pegar qualquer outro episódio, como o da maior distinção científica recebida pelo Brasil, a Medalha Fields para Artur Ávila. Não há como isso acontecer se não houver uma instituição no Brasil que produza profissionais como Artur Ávila, e essa instituição, o IMPA, é fruto desses contextos em que se correlacionou o desenvolvimento da matemática com o desenvolvimento social e econômico do país.

A correlação, portanto, é muito forte, e alguém pode corretamente me criticar e dizer que é fácil perceber como essa correlação já estava implícita no modo como se formulou a pergunta. Entretanto, não quero me limitar a esse achado mais ou menos trivial. Posso ilustrar, com alguns exemplos, esse achado, mas quero olhar para outro lado da questão:

¹ Licenciado e Bacharel em Física pela UFBA, Mestre em Ensino de Física e Doutor em História Social pela Universidade de São Paulo, Professor Titular da Universidade Federal da Bahia e Pesquisador 1-C do CNPq na área de História da Ciência. Pesquisa em história da teoria quântica, história da ciência no Brasil, e usos da história e filosofia da ciência no ensino de ciências. Dentre os livros, *The Quantum Dissidents - Rebuilding the Foundations of Quantum Mechanics 1950-1990*, 2015, e *David Bohm - A Life Dedicated to Understanding the Quantum World*, 2019, e, como editor, *The Oxford Handbook on the History of Quantum Interpretations*, 2022. Diretor Científico de CNPq desde março 2023.

Qual desenvolvimento?

Antes de continuar, há um ponto importante a ressaltar. Se o que apresento aqui tem algum fundamento ou razoabilidade, veremos que conclusão poderemos tirar, por hoje. Esta apresentação é feita por um profissional da história da ciência, mas contaminada por minha atuação como gestor e como ator político. Eu explicito esse aspecto, pois busco fazer um esforço consciente para evitar que a minha atuação como gestor e ator político contamine sobremaneira as minhas investigações históricas.

Esse é um tipo de dilema do qual não tenho como escapar. Sou um historiador do Século XX, não tenho a habilidade que outros tiveram de estudar coisas dos Séculos XVI e XVII, portanto, o risco de contaminação existe; mesmo nos raciocínios mais abstratos que eu faça, ao falar de história da física ou da história da física quântica, sigo personagens que, ou estão vivos, ou acabaram de morrer, ou as famílias estão nos assustando. Recentemente, um dos meus orientandos quase foi processado por uma parente de um dos personagens com os quais trabalha, porque a filha não concordou com uma frase que ele disse em um seminário.

Com todas essas ressalvas, a que conclusão chegarei? É uma conclusão muito forte: os tempos mudaram após 2022 – mudaram graças à luta do povo brasileiro. Os novos tempos que presenciamos são tempos de certo otimismo por parte da sociedade brasileira, o que é importante. São tempos de volta à ciência. Não faremos aqui nenhuma fala institucional – temos problemas, certamente. Entretanto, o maior problema que temos é, para mim, o seguinte. **Qual é o projeto de desenvolvimento que temos para o Brasil?** Isso não me parece estar bem assinalado. Esse fato não é um problema do governo Lula ou do seu programa.

Ao olharmos para o passado, vemos que há um ciclo de criação de instituições científicas, passando do Império à República, pois vai de 1870 até o início do Séc. XX, como nos mostra Maria Amélia Dantes e colegas, no estudo organizado por Videira e Krause (Dantes, 2011). Seu estudo quebra com uma cronologia da história política. Elas mostram episódios em que a ciência e a tecnologia responderam a necessidades – elas não usavam a palavra “desenvolvimento”, mas “atividade econômica” – associadas à cafeicultura. A cafeicultura não era parte de algum programa de governo ou regime político, não era do Império nem da República.

Portanto, a minha observação não parte da limitação da crítica a um partido ou outro, um programa de governo ou outro, mas trata-se de uma crítica mais geral à sociedade brasileira, que não tem clareza, ou que pelo menos não estão postos projetos que sejam capazes de mobilizar a sociedade brasileira. Na minha perspectiva, isso parece ser algo que é um freio, algo que pode mitigar qualquer esforço de desenvolvimento científico e tecnológico.

Essa conclusão a que chego é uma conclusão forte. Pode ser dito que eu, como gestor estou dizendo que há um limite que, se não vencermos, muito do que vamos fazer será mais do mesmo, porque grandes avanços dependem desses grandes projetos. Essa é uma conclusão importante para mim, pois cheguei a ela com o tempo, refletindo, e me afastando do senso comum dos cientistas. O senso comum dos cientistas seria valorizar a ciência “básica” e criticar a “ciência aplicada”. Vejo estudantes brigando por isso em

todo lado, mas esse é um discurso vazio, pois não cola na realidade.

Quando se trata de discurso religioso, não se põe um problema. Tenho todo o respeito pelas religiões. Quando se trata da “ciência pura”, entretanto, esse é um discurso que tem estatuto menor do que o discurso religioso. Ao olharmos para a realidade do Brasil no Século XX, essa foi de ciência e tecnologia associadas a desenvolvimento. Portanto, não há como desassociar esses elementos. Agora, **qual desenvolvimento?** Esse é o ponto da questão.

No trabalho citado de Sílvia Figuerôa, Margaret Lopes e Maria Amélia, (Dantes, 2011), no mesmo parágrafo falam que é a cafeicultura que gerou a construção de instituições científicas, que 100 anos depois resistem ao tempo. Vejam, na pandemia, dependemos de duas instituições que foram criadas naquela época, o Butantan, e o que hoje chamamos de Fiocruz, o Instituto Manguinhos. Foi aquele contexto, assim como o do saneamento do Rio e de Santos, que levou essas e outras instituições a serem criadas. Em seu texto, as autoras mostram que essas mesmas instituições criadas a partir dos anos 1870 conviveram com a escravidão no país. Conviveram com a dizimação e a caça à laço de indígenas em São Paulo para tomar terras indígenas. Isso é muito recente, não é problema só dos séculos anteriores. Hoje, ao se discutir marco temporal para demarcação de terras indígenas, temos evidências de terras que foram tomadas no Século XIX para expandir a cafeicultura.

Portanto, o desenvolvimento da ciência e tecnologia na virada do Séc. XIX para o XX conviveu com esse tipo de desenvolvimento totalmente excludente. Sempre é bom lembrar para ver o quanto era excludente, como bem nos mostra o historiador, falecido recentemente, José Murilo de Carvalho (08.09.1939-13.08.2023), que nos ensinou a ter cautela ao abordar o episódio da República, pois muitos dos que continuaram apoiando o Imperador eram mais progressistas do que os republicanos.

Um exemplo disso foi André Rebouças (1838-1898), engenheiro, baiano, preto, que, entre outras coisas, continuou apoiando o Imperador, a ponto de se exilar junto com o Imperador, porque defendia e achava que o Imperador apoiaria coisas como o fim da escravidão associado a indenizações na forma de terras, e educação técnico-científica para os libertos – e foi derrotado. Esse tipo de propósito foi derrotado na transição entre o Império e a República, período que conforma a sociedade brasileira, pois foi o período do imediato pós-abolição.

O outro ponto é mais problemático e delicado, mas sobre o qual é inevitável falar em uma homenagem a Leite Lopes. Nós tivemos outro ciclo forte, que foi aquele que o Prof. Márcio descreveu na *Introdução*, com o estabelecimento de tantas instituições, foi o período do segundo governo de Vargas (1882-1954), que durou de 1951 a 1954. Entretanto, não se trata da liderança de Vargas. É claro que Vargas foi importante em tudo isso, mas trata-se de um contexto brasileiro. Em 1945, um conjunto de personagens, e o almirante Álvaro Alberto (1889-1976) é um desses personagens históricos cruciais, pois compreendeu o que aconteceu com as bombas de Hiroshima e Nagasaki – e entendeu que parte da história de sucesso das bombas que foram usadas em Hiroshima e Nagasaki tinha relação com um recurso que o Brasil tinha, que

são as areias monazíticas, e que tinham sido exportadas exclusivamente para os Estados Unidos em anos recentes. O almirante veio a saber logo após os acontecimentos que o Brasil tinha um acordo secreto, assinado ainda em meados de 1945, assegurando a exportação de areias monazíticas por 30 anos – um período de 10 anos renovável por mais dois iguais, exclusivamente aos Estados Unidos. Essas areias foram vendidas a preço de banana – aliás, a preço menor que banana, pois na época a banana era valorizada e era um produto caro.

Assim, surgiu a luta do almirante Álvaro Alberto pelas compensações específicas, vinda de sua compreensão de que o Brasil precisava tirar vantagem dessa situação. A ideia era permitir a exportação dos recursos minerais desde que houvesse compensação. Esta seria na forma de possibilitar que dominássemos a tecnologia que possibilitou a construção das bombas, a tecnologia nuclear. Não temos dúvidas de que, dentre as aspirações de Alberto estavam tanto o uso pacífico da energia nuclear quanto os seus usos militares.

Não vou me ater agora a esgotar o tema do almirante Álvaro Alberto, mas um dos seus méritos foi compreender claramente que esse desafio implica em formar em larga escala físicos e matemáticos. É assim que ele propõe o CNPq. O faz para identificar e formar pessoas na área de física nuclear. Ele também apoia a criação do CBPF. Nesse caso, não havia o objetivo de física nuclear, mas não se formam físicos nucleares sem o tipo de formação que o CBPF, a USP e outros lugares propiciam. Esse ciclo iniciado nos anos 1950 traz o CBPF, o IMPA, o ITA, e a lista é extensa.

Em seguida, entretanto, temos um processo paradoxal. É o período da ditadura. Márcio descreveu na *Introdução* tudo que Leite relatou desse período. Há uma frase de Leite Lopes, que ouvimos em 2003, numa homenagem a Michel Paty na USP, em que diz, se não me falha a memória, “Quando eu estava indo naquele trem para Estrasburgo pelas montanhas nevadas, eu pensava, será aqui o meu enterro, serei enterrado nessas montanhas.” Era a dor do exílio: 10 anos depois, voltou, mas ninguém sabia, em 1969, 1971, quando a ditadura ia acabar. A ditadura com todo esse impacto, cortando as lideranças mais experimentadas, ceifando as novas potenciais lideranças. Há toda uma geração de cientistas em potencial que foi ceifada de Ibiúna para frente, quando do congresso de estudantes em 1968. Foi a geração que não entrou na universidade, ou que foi expulsa da universidade, de 1969 a 1971.

Gosto de ilustrar essa geração com dois exemplos de físicos brasileiros que se formaram somente por terem sido salvos pelas circunstâncias. Um deles foi Luiz Davidovich (1946-), que os colegas tiraram da PUC e mandaram para os Estados Unidos, e o Silvio Salinas (1942-), a quem os colegas da USP fizeram o mesmo. Eles voltaram vivos. Ao assistir a uma entrevista com Salinas, disse a ele, após, que ele era um sobrevivente, pois se tivesse ficado em São Paulo, teria sido fuzilado. A organização com a qual Salinas estava em contato era a Aliança de Libertação Nacional, a ALN, cujo contato de Salinas era o número 2 de Carlos Marighela (1911-1969), o que me fazia não ter dúvidas sobre qual seria o seu destino caso tivesse ficado aqui.

Esses exemplos lembro para ressaltar a pergunta: Quantos Salinas e Davidovich perdemos aqui no Brasil? Quantos outros, com igual potencial, não puderam florescer? Isso foi

devido à ditadura. Entretanto, e isso é difícil compreender, a ditadura também constituiu uma continuidade dessa mesma aspiração de conexão entre desenvolvimento e ciência e tecnologia, que veio de antes de 1964. Se for feita uma história somente observando esse aspecto, não se verá ruptura tão forte com os eventos antes de 1964. Sabemos que aqueles que viveram a experiência da cassação, bem como as suas famílias, têm dificuldade de compreender isso. Penso que esse enigma é algo que precisamos compreender, e que a chave para a sua compreensão é o modelo desenvolvimentista.

Como explicar a continuidade de apoio estatal à ciência e à tecnologia, ao mesmo tempo em que havia intervenção e perseguições. Em algumas instituições, como o CBPF, que sofreu intervenção até praticamente a Lei da Anistia (1979), o impacto foi maior do que em outras. Já a Finep, e em especial o FNDCT, por exemplo, fundo do qual vêm os recursos, como comentávamos hoje, foi fundado em 1969. Na década de 1970, na UFBA, e talvez fosse chamado assim em outros lugares, chamávamos de “Finepão”, o momento em que as verbas do Finep chegavam. Elas não somente pagavam a pesquisa e equipamentos, mas possibilitavam complementar salários de funcionários, pesquisadores, pesquisadores estrangeiros, tudo era possibilitado pelo *Finepão*.

Esse contexto pode melhor ser compreendido quando esse apoio é cortado com o Collor e, quando, com a elegância e capacidade intelectual que lhes são peculiares, Fernando Henrique disse, “Acabou a Era Vargas”. Para mim, essa frase marca o fim do Ciclo Desenvolvimentista. O que tivemos, na década de 1990, foi uma travessia do deserto em termos de apoio à ciência.

Para concluir, os momentos em que o contexto do desenvolvimento econômico mais contribuiu para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia no Brasil foram momentos em que houve a sucessão de períodos democráticos, períodos ditatoriais, períodos de convivência com economia completamente exclusivista, como foi o período da escravidão.

Sendo assim, hoje, precisamos discutir qual é o desenvolvimento que queremos. Qual é o componente de redução de iniquidades sociais que esse modelo terá? Qual é o compromisso estratégico de desenvolvimento para o país? Quais serão os setores econômicos nos quais o país vai apostar? Qual o compromisso do país, nesse projeto de desenvolvimento social, com a sustentabilidade e com o meio ambiente? Esses são os temas que estão na mesa, e que são o grande desafio, a grande encruzilhada que temos enquanto sociedade brasileira.

Referências

DANTES, M.A.M.; FIGUEIRÔA, S.; LOPES, M.M. Sciences in Brazil: An Overview from 1870–1920. In: KRAUSE, D.; VIDEIRA, A.A.P. **Brazilian Studies in Philosophy and History of Science: An Account of Recent Works**. Dordrecht: Springer, 2011, p. 95-106.

Contribuições da ecologia da restauração para os desafios socioambientais da Caatinga

Contributions of Ecology in the Restoration of Caatinga for its social-environmental challenges

Gislene Ganade¹

Resumo: Neste artigo, eu apresento e comento as pesquisas realizadas por mim na Universidade Federal do Rio Grande do Norte em relação à resiliência de mudas no plantio em ações de combate à desertificação.

Palavras chave: Desertificação; ensaios de plantio; ecologia; restauração.

Abstract: In this article, I present and comment on the research carried out by me at the Federal University of Rio Grande do Norte in relation to the resilience of seedlings in planting in actions to combat desertification.

Keywords: Desertification; planting trials; ecology; restoration.

Dando continuidade às nossas discussões hoje, gostaria de convidá-los para uma viagem através de um exemplo de modelo de desenvolvimento em que se traz o uso da ciência de ponta em favor da distribuição de renda e da melhoria das escolas básicas. Trago o exemplo das Contribuições da Ecologia da Restauração para os desafios socioambientais da Caatinga. A década de 2021 a 2030 foi declarada pela Organização das Nações Unidas a Década da Restauração de Ecossistemas, com o objetivo de restaurar pelo menos 350 milhões de hectares de paisagens degradadas ao redor do mundo (UN, 2019).

Neste artigo, eu apresento e comento as pesquisas realizadas por mim na Universidade Federal do Rio Grande do Norte em relação à resiliência de mudas no plantio em ações de combate à desertificação. Palavras-chave: Desertificação; ensaios de plantio; ecologia; restauração.

Nesse contexto, é importante observar que 41% da área terrestre do planeta localiza-se em regiões secas (Figura

1), que abrigam cerca de 35% da população mundial. A caatinga, região geográfica brasileira caracterizada como semiárido tropical, possui em torno de 900.000 km², o que corresponde a 11% do território brasileiro, e onde vivem 27 milhões de habitantes (Figura 2) (IBGE, 2022).

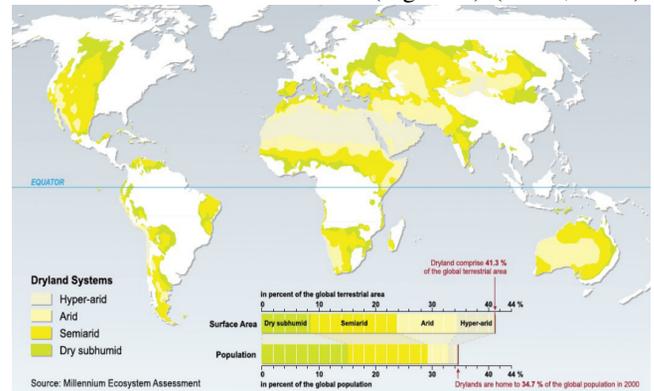


Figura 1 – Mapa mundial que assinala as regiões secas. Fonte: Davis *et al.* (2015).



Figura 2 – Fotografia composta de imagens de satélite assinalando a área da caatinga. Fonte: NASA; Miguelrangeljr.

Uma das características da caatinga é a sua sazonalidade, em que há épocas nas quais apresenta-se muito seca, e outras em que parece uma floresta tropical úmida, exibindo extrema exuberância de fauna e flora. São encontrados, na caatinga, mais de 5000 espécies de plantas (IBGE, 2022). Encontramos plantas com adaptações incríveis, como aquelas que fazem fotossíntese não só pelas folhas, mas também pelos caules, muitas estocam recursos nas raízes e no caule para produzir flores durante a seca e folhas quando a estação chuvosa se inicia.

Entretanto, hoje, 50% da caatinga já foi destruída. A caatinga remanescente é uma região fragmentada, entremeadada pela ocupação humana. Embora seus fragmentos sejam grandes, em comparação a outros ecossistemas, como o da mata atlântica, a caatinga sofre um distúrbio antrópico crônico com a retirada de madeira, a retirada de

¹ Doutorado em Ecologia pelo Imperial College da Universidade de Londres (1996). Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas (1989). Pós-Doutorado pela Macquarie University - Austrália (1998), Pós-Doutorado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ (1999), Pós-Doutorado pela Universidade Estadual de Campinas UNICAMP (2000), Pós-doutorado Sênior (Sabático) na Universidade da Califórnia Davis, EUA (2019), Pós-doutorado Sênior (Sabático) pelo Centro de Ecologia e Conservação do Museu de História Natural/ Sorbonne, Paris, França (2024). Coordenadora do Laboratório de Ecologia da Restauração desde 2001, Professora Titular na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) (2018). Atualmente é Professora nível Associado IV da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, sendo membro permanente do Programa de Pós-graduação em Ecologia (CAPES nível 7). Trabalha desde 1992 com o intuito de avançar o conhecimento científico na área de Ecologia e gerar novas tecnologias aplicáveis à restauração de ambientes degradados em uma variedade de ecossistemas tropicais e subtropicais. Tem experiência em delineamento e análise de experimentos ecológicos e trabalhos comparativos tendo como foco as áreas de Ecologia da Restauração, Ecologia Vegetal e Biodiversidade.

solo e a pressão do pastejo. Esse distúrbio antrópico crônico encontra-se espalhado por toda a caatinga, como mostra o mapa na Figura 3 (Antogiovanni; Venticinque; Fonseca, 2018; Antogiovanni *et al.*, 2020).

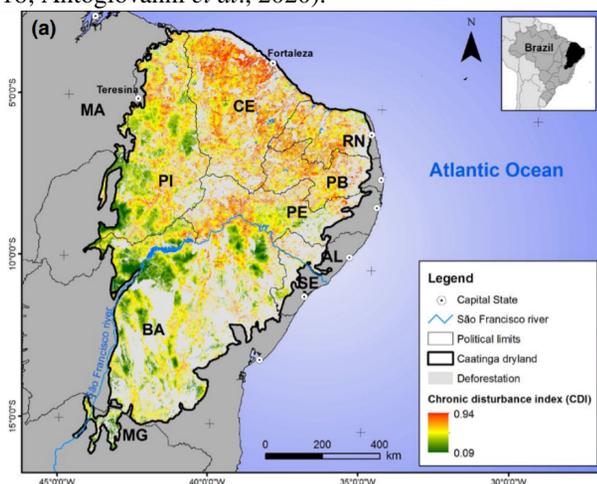


Figura 3 – Mapa mostrando a localização e o grau de distúrbio crônico na caatinga.

Fonte: Antogiovanni *et al.* (2020).

Sendo assim, embora existam fragmentos florestais de áreas relativamente extensas, estes são constantemente perturbados. A consequência dessa perturbação é a desertificação, que já afeta 16% da caatinga. Esse é um problema nacional, que vem sendo discutido pelo governo federal e cuja situação é de progressivo agravamento, como pode ser visto nos mapas da Figura 4, em que os pontos de desertificação se espalham entre 2011 e 2016 (Bezerra *et al.*, 2020).

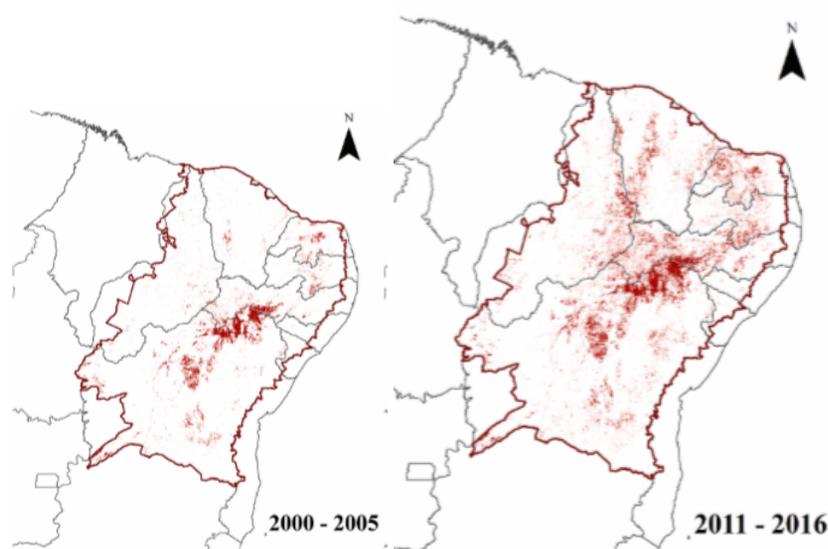


Figura 4 – Extensão da crescente desertificação do ecossistema da caatinga.

Fonte: Bezerra *et al.*, 2020.

Os estudos ecológicos sobre estados estáveis alternativos, e sobre os processos que causam alterações catastróficas em ecossistemas, frequentemente mostram que existe um limite no qual os ecossistemas mudam de estado e são incapazes de retornar ao seu estado original (Sheffer, 2001). Por exemplo, áreas florestadas que entram em um estado de desertificação após uma perturbação, sem capacidade de retorno ao seu estado original de floresta. Outros ecossistemas, no entanto, conseguem rapidamente retornar ao seu estado original após uma perturbação, por exemplo, um ecossistema florestado que, ao ser perturbado, possui grande resiliência em retornar ao seu estado de floresta. A identificação dos limites dessa resiliência é importante para a aplicação de políticas públicas de conservação da biodiversidade e combate à desertificação.

A pesquisadora Dra Milena C. Lopes (2021), durante seu doutorado sob a minha orientação, mapeou em toda a

Caatinga as regiões que estavam em processo de desertificação, ou tendendo a retornar ao estado desertificado. O mapa da Figura 5 mostra esse mapeamento que também contém as áreas que apresentam resiliência para retornar da degradação para um estado florestado. Diante disso, o mapa indica regiões onde pode se aplicar uma restauração passiva, onde a área é cercada e deixada para a regeneração natural com poucas intervenções e investimentos, ou regiões onde a restauração deve ser ativa com grande investimento para reverter a degradação e conter a desertificação. Desta forma, foram estabelecidas as frentes necessárias para o combate à desertificação em ampla escala antes que a desertificação se estabeleça por completo, a partir dos sinais iniciais de falta de resiliência da vegetação.

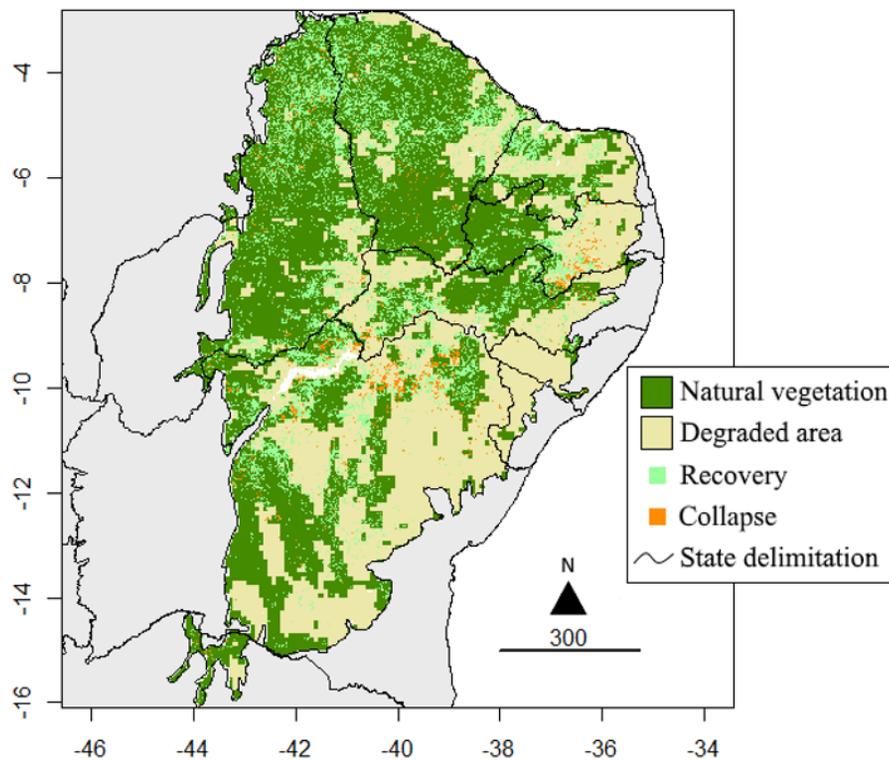


Figura 5 – Sinais de alerta precoce para desertificação na caatinga.
 Fonte: Lopes, 2021. Tese de Doutorado PPG Ecologia, UFRN.

Quanto aos programas de restauração na caatinga, observa-se que aproximadamente 70% dos transplantes realizados utilizando métodos convencionais sofrem mortalidade no primeiro ano de plantio. Em alguns locais, os métodos convencionais de plantio de mudas resultaram em até 100% de mortalidade, como foi o caso de uma área restaurada no município de Cabrobó, Pernambuco, em que se investiram 2 milhões de reais, e cujo plantio teve 100% de mortalidade em 5 anos. O reflorestamento mostrou-se um processo muito difícil, pois o fracasso não se deu por falta de esforço da empresa que realizou a tentativa de reflorestamento, mas pelas técnicas utilizadas não serem específicas para a caatinga. Portanto, o desafio era encontrar métodos de plantio que sejam eficazes para o reflorestamento da Caatinga. O primeiro passo no percurso da nossa pesquisa foi responder à questão de como aumentar a sobrevivência dos transplantes.

As plantas, em geral, possuem estratégias diferenciadas de sobrevivência nos diversos ambientes em que habitam. Uma importante estratégia consiste em alocar maior biomassa nas estruturas vegetais que auxiliam na obtenção de recursos que são mais necessários para o crescimento, por exemplo, em um ambiente onde há pouca luz, e a planta necessita otimizar a sua capacidade de captar luz, a planta alocará maior biomassa para as suas partes aéreas, caules e folhas. Caso o ambiente seja um ambiente onde há escassez de água

ou nutrientes, a planta alocará maior biomassa para as suas raízes. Como a água é um fator limitante na caatinga, estudamos o modo como as plantas chegam a obtê-la, em geral, nesse ambiente específico. Assim, desenvolvemos uma técnica de preparação das mudas, de modo a torná-las mais resistentes à seca e eficientes na obtenção de água.

Nesse método, que recebeu o Certificado Dryland Champions da ONU, produzimos mudas com raízes longas que alcançam a água disponível em regiões mais profundas do solo. No método desenvolvido, em vez dos tradicionais sacos plásticos curtos em que mudas são plantadas para reflorestamento na mata atlântica, por exemplo, realizamos o plantio das mudas em canos longos de PVC, possibilitando que as mudas desenvolvessem raízes longas de 1 metro de comprimento². A Doutora Cíntia Pinheiro, minha aluna de doutorado, estudando 15 espécies de árvores nativas crescendo nos canos de PVC em casa de vegetação, mostrou que as plantas, mesmo crescendo pouco em altura, alcançam 1 metro de crescimento em raiz em poucos meses de desenvolvimento (Pinheiro, 2016). Foi demonstrado também pelo

² Esse trabalho foi ilustrado em vídeo institucional que pode ser encontrado em: <<https://www.youtube.com/watch?v=81cddGOv9wg>>

Dr. Felipe Marinho, também meu aluno de Doutorado, que essas raízes longas possibilitam que a planta estoque grande quantidade de nutrientes em suas raízes (Marinho, 2019). Esse método de produção também permite um melhor desenvolvimento da parte aérea, sendo que as mudas são plantadas com maior estatura, o que as ajuda a escapar da competição com plantas herbáceas estabelecidas ao seu redor.

Para determinar o sucesso dessa nova técnica de plantio, evidentemente, a pesquisa envolveu a experimentação com plantas que apresentavam diferentes combinações entre comprimentos de raízes grandes ou pequenas e diferentes alturas de plantas além de tratamentos de solo como irrigação, adição de serrapilheira, ou controle, para determinar a combinação ótima desses fatores. Esses estudos identificaram que as plantas com raízes grandes sobreviveram mais sem irrigação. Isso foi importante, pois, em geral, áreas de reflorestamento não contam com sistemas de irrigação e há uma baixa disponibilidade de água na caatinga. O aumento da probabilidade de sobrevivência das mudas com raízes grandes foi demonstrado como significativamente maior, chegando a 70% de sobrevivência, em comparação a 30% quando as mudas são plantadas com raízes pequenas (Ganade, no prelo).

Esses resultados geraram entusiasmo em prosseguir na tentativa de recuperar áreas degradadas da Caatinga construindo comunidades vegetais com alta capacidade de funcionamento e resistência à desertificação. Para esse objetivo, buscamos compreender qual seria a melhor maneira de combinar espécies no plantio e quais espécies de plantas interagem melhor para auxiliar o funcionamento desse ecossistema restaurado. Assim, criamos um experimento de larga escala para buscar determinar, como a diversidade de espécies de plantas em diversos modelos de restauração,

poderia afetar o funcionamento das comunidades restauradas tornando-as mais resistentes, no futuro, ao processo de desertificação. Esse tipo de experimento é conhecido como “Experimento de Diversidade e Funcionamento de Ecossistemas”, com sigla em inglês BEF. Os estudos em todo o mundo utilizando experimentos BEF têm demonstrado que, quanto maior a diversidade de espécies, maior a resiliência e melhor é o funcionamento dos ecossistemas (Cardinale *et al.*, 2012).

O trabalho realizado por Mazzochini *et al.* (2019), observando imagens de satélite em toda a região da Caatinga demonstrou que áreas vegetadas da Caatinga que apresentavam maior diversidade filogenética da vegetação recuperavam mais rapidamente a sua capacidade de fazer fotossíntese após períodos de seca. Esse estudo também demonstrou que várias medidas climáticas não foram tão importantes quanto a diversidade filogenética de plantas, para definir a estabilidade e resiliência da vegetação (Figura 6). Esses resultados demonstram que em ampla escala, para todo o bioma Caatinga a diversidade de espécies arbóreas tem papel fundamental sobre o funcionamento das comunidades vegetais. Esse fenômeno se explica pelo processo de complementaridade, em que as espécies arbóreas têm uso diferencial de recursos no espaço e no tempo, proporcionando a que, juntas, explorem os recursos de maneira mais completa, promovendo um melhoramento geral do funcionamento do ecossistema.

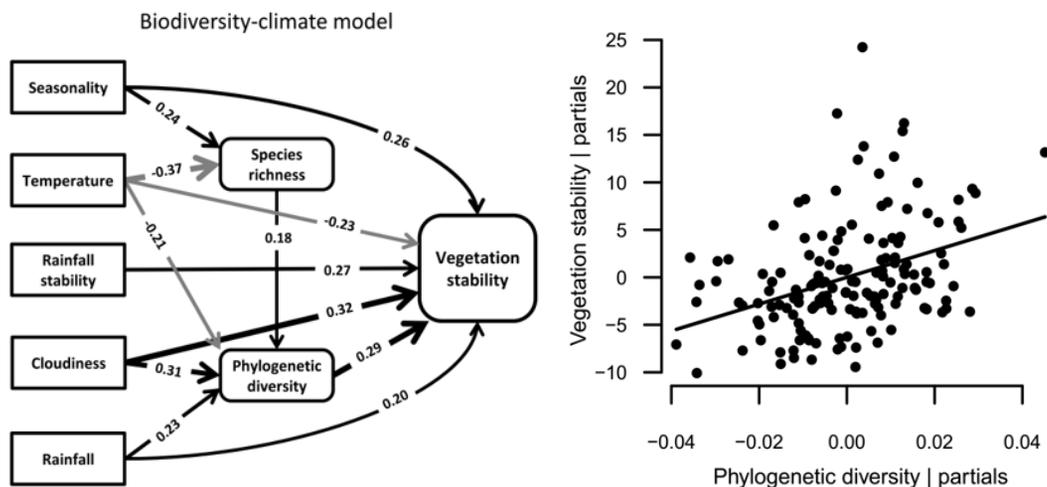


Figura 6 – A diversidade filogenética afeta a resiliência do ecossistema. Fonte: Mazzochinni *et al.*, 2019.

Com a nova tecnologia de plantio desenvolvida, foi então possível implementar, um experimento BEF de larga escala na Caatinga, fazendo parte de uma rede internacional de experimentos BEF realizados com florestas envolvendo 26 países, que testam o papel da biodiversidade de plantas sobre o funcionamento dos ecossistemas (Paquette *et*

al. 2018). O nosso experimento BEF da Caatinga intitulado BRAZILDRY, foi implementado na Floresta Nacional de Açu, Rio Grande do Norte, em 2016, sendo que este experimento investiga modelos de restauração baseados na diversidade de árvores e no seu potencial de Facilitação (Figuras 7 e 8) (Paterno; Siqueira-Filho; Ganade, 2016; Fagundes;

Weisser; Ganade, 2017).



Figura 7 – Técnica da raiz grande aplicada em ampla escala para implementação de um experimento BEF que testa como a Biodiversidade influencia os Serviços Ecossistêmicos de uma área restaurada da Caatinga, Floresta Nacional de Açú, Rio Grande do Norte.

Fonte: a autora.

A implementação do experimento ocorreu em um ano seco, e após plantio não houve chuva alguma na região. As plantas receberam água somente em suas covas e não foram realizadas irrigações posteriores. A expectativa de sobrevivência para reflorestamento em programas de restauração da Caatinga tem sido em torno de 30% de sobrevivência após plantio. Após 8 meses, ou seja, na estação chuvosa do ano seguinte, tínhamos 70% de sobrevivência. Isso ocorreu entre 2016 e 2017. Ou seja, nosso experimento foi um sucesso, demonstrando a viabilidade e a eficácia do uso desse método em larga escala. Além disso, desde o início do experimento e ao longo dos vários anos de desenvolvimento da vegetação até os dias atuais, observamos a ocupação gradual e diversificada da fauna de vertebrados e invertebrados na área de estudo³.

Nosso desafio atual é construir um portfólio de modelos de restauração que melhorem a biodiversidade, a captura de carbono e que gerem renda para as pessoas que vivem na caatinga. Sentimos que será crucial para o nosso país encontrar modelos socioeconômicos e produtivos inclu-

sivos que protejam a biodiversidade e propiciem a geração de renda para as populações rurais que vivem próximas às florestas. Modelos de agrofloresta já testados pelo nosso grupo de pesquisa demonstraram que plantios agroflorestais de milho, feijão e abóbora entre as espécies arbóreas usadas para a restauração aumentam o sucesso de sobrevivência das árvores plantadas ao mesmo tempo que propiciam imediato impacto econômico para as comunidades envolvidas.

³ Os primeiros 6 anos de desenvolvimento da vegetação desse experimento de restauração de caatinga foram ilustrados em vídeo institucional que pode ser encontrado no link: <<https://www.youtube.com/watch?v=8W8nY-8Deyo>>

Experimento BrazilDry

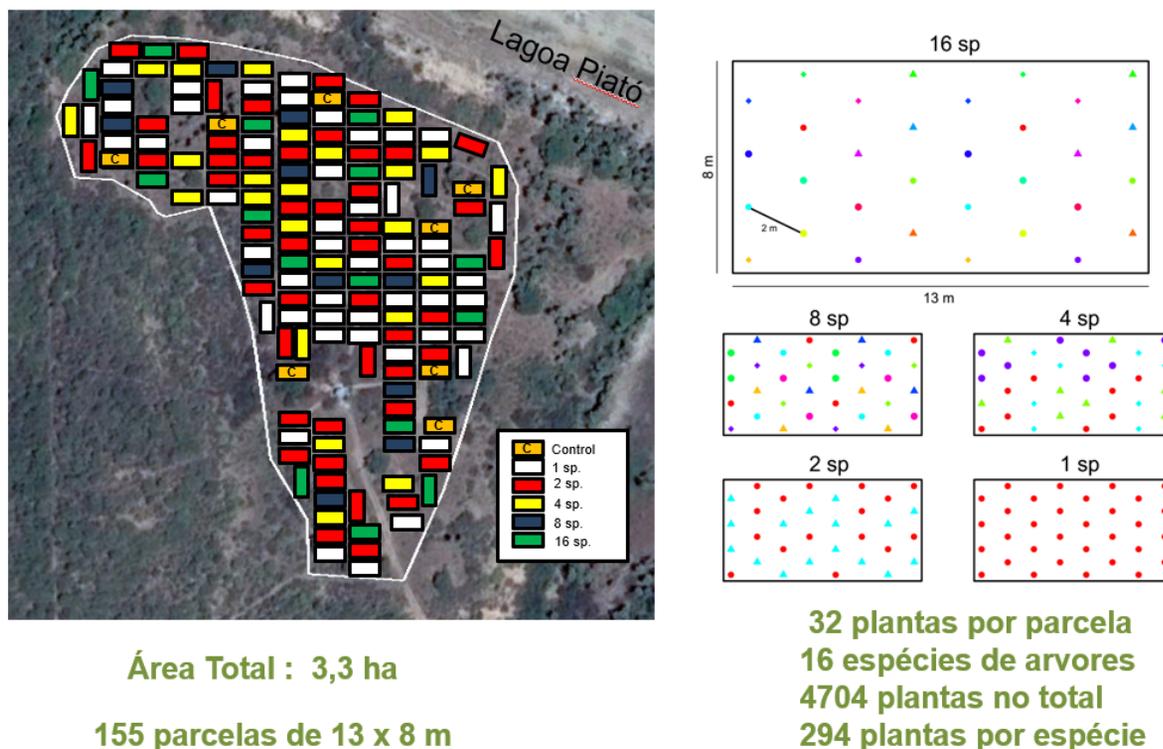


Figura 8 – Teste de diversos modelos de restauração na forma do experimento BEF, BRAZILDRY que testa o efeito da diversidade de árvores sobre o funcionamento do ecossistema restaurado da Caatinga na Floresta Nacional de Açu, RN.

Fonte: a autora.

Outro ponto interessante que pudemos observar foi que, no segundo ano da restauração as plantas já produzem flores e frutos por chegarem já razoavelmente desenvolvidas para o plantio no campo devido ao crescimento no cano (França, 2024). Isso apresenta diversas vantagens, como, por exemplo, os recursos florais serem utilizados por abelhas produtoras de mel. Adicionalmente, França (2024) também observou que indivíduos da planta melífera, Jurema Branca (*Piptadenia retusa*) produzem mais flores quando fazem parte de comunidades de plantas mais diversas do que quando estão em monoculturas. O mel de abelhas sem ferrão, como a jandaíra (*Melipona subnitida*), é muito nutritivo, medicinal e comum na cultura regional, sendo um mel de qualidade e preço superiores ao mel da abelha europeia encontrado mais comumente no mercado. Esse trabalho demonstrou que a diversidade de plantas pode ser crucial para a produção de mel de abelhas nativas.

Além disso, a caatinga oferece um grande arsenal de espécies para a produção de cosméticos a partir de substâncias extraídas de plantas nativas desse ecossistema. Assim, trabalhamos junto com o Departamento de Farmácia da UFRN na pesquisa desses produtos que podem ser extraídos das plantas. Um trabalho de revisão verificou um aumento crescente no número de patentes de produtos químicos oriundos de plantas da Caatinga depositados junto ao Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI). Essas patentes são resultado de inúmeros estudos feitos com árvores da caatinga sobre o seu conteúdo de flavonoides, alcaloides, terpenos e óleos essenciais. Um dos exemplos que destacamos é o

joazeiro, árvore típica da caatinga que está sendo estudada por uma substância extraída de suas folhas que podem ter propriedade anticancerígena (Pessoa *et al.*, 2006). Desta forma, a restauração da caatinga pode ser uma alternativa ecológica e economicamente viável para o uso da terra.

Os nossos projetos futuros, buscam estabelecer redes de cooperação de mulheres para comercialização de produtos da floresta e melhoria da distribuição de renda. Nesse sentido, foi fundado, em outubro de 2023, o Centro Imburana para Restauração da Caatinga (CIRCA), uma cooperação entre a UFRN, Associação Caatinga e a Floresta Nacional do Açu, através do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), financiado e apoiado pelo Funbio, CNPq e outras entidades⁴.

O Centro de treinamento vem há três anos oferecendo cursos de restauração ecológica da caatinga e cursos para coletores de sementes e produtores de mudas. Esses cursos são oferecidos para gestores, tomadores de decisão, empresários, e trabalhadores rurais. Outro trabalho que o CIRCA realiza, e que poderia servir de modelo para a educação básica em geral, é a produção de Minimuseus Educativos para as escolas. Nesse projeto, os estudantes universitários vão às escolas de Ensino Básico levando as mais novas técnicas e métodos de restauração da Caatinga, em uma ação sinérgica entre o

⁴ O vídeo institucional sobre esse centro de treinamento pode ser encontrado em: <<https://www.youtube.com/watch?v=kytmdDtXkY4>>

ensino superior e as escolas de ensino básico⁵.

O CIRCA também divulga as informações sobre as espécies que podem ser plantadas, que foram compiladas tendo em vista as mudanças climáticas futuras. Isso é possível devido aos estudos específicos das localidades que as espécies foram encontradas quanto às suas condições climáticas e edáficas, que permitem prever se aquela espécie é boa candidata a sobreviver naquela localidade quando as mudanças climáticas previstas progredirem. O estudo feito por Lopes (2021), que realizou a modelagem de nicho de 602 espécies arbóreas quanto ao clima atual e futuro, identificou que, embora espere-se que 201 espécies ganhem área de distribuição no futuro, prevê-se que 401 espécies arbóreas perderão área de distribuição futuramente. Essa lista de espécies foi disponibilizada em um website interativo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, que explica como as listas de espécies foram criadas, e como se pode obter, por município, a lista de espécies que podem ser plantadas em um determinado município agora, tendo chance de sobreviver às mudanças climáticas futuras (UFRN, 2021)⁶.

Outro trabalho realizado foi um levantamento não só das plantas que sobreviverão às mudanças climáticas, mas também quais dessas espécies arbóreas podem oferecer contribuições específicas à economia local, como alimento, recursos para atrair polinizadores, e produtos medicinais mais usados naquela região. Esse estudo produziu uma modelagem de 180 espécies arbóreas que podem otimizar a qualidade de vida e geração de renda para a comunidade local (Da Silva *et al.*, 2021).

Esse trabalho é um esforço coletivo que inclui um número grande de pessoas, que fizeram estágios, dissertações e teses no Laboratório de Ecologia da Restauração da UFRN sob a minha coordenação. Nosso projeto demonstra como a Caatinga restaurada pode trazer biodiversidade, sustentabilidade ambiental e renda para as atuais e futuras gerações. Os resultados desse estudo fazem uma interconexão entre ciência, tecnologia, distribuição de renda e qualidade do ensino básico, mostrando que a pesquisa científica de ponta tem a capacidade de contribuir positivamente para vários problemas da sociedade, sendo este um exemplo que pode se aplicar a várias áreas de pesquisa.

Referências

ANTOGIOVANNI, M.; VENTICINQUE, E.M.; FONSECA, C.R. Fragmentation patterns of the Caatinga drylands. **Landscape Ecology**. vol. 33, 2018, p. 1353-1367. DOI: 10.1007/s10980-018-0672-6

ANTOGIOVANNI, M.; VENTICINQUE, E.M.; MATSUMOTO, M.; FONSECA, C.R. Chronic anthropogenic disturbance on Caatinga dry forest fragments. **J Appl Ecol**. v. 00, 2020, p. 1-11. DOI: 10.1111/1368-2664.13686

BEZERRA, F.G.S. et al. Analysis of areas undergoing desertification, using EV12 multi-temporal data based on MODIS

imagery as indicator. **Ecological Indicators**. Vol. 117, 2020, 106579. DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.106579

CARDINALE, B.J. Biodiversity loss and its impact on humanity. **Nature**, vol. 486, 2012, p. 59-67. DOI: 10.1038/nature11148

DA SILVA R. C. T. L.; MAZZOCHINI, G.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; GANADE, G.; CARVALHO, A. R.; MANHÃES, A. P. Priority areas for restoring ecosystem services to enhance human well-being in a dry forest. **Restoration Ecology**. v.1, p.1 - 10, 2021.

DAVIS, J.L.; CURRIN, C.A.; O'BRIEN, C.; RAFFENBURG, C.; DAVIS A. Living shorelines: coastal resilience with a blue carbon benefit. **PLoS One**, vol. 10, 2015, p. 1-18. DOI: 10.1371/journal.pone.0142595

FRANÇA, N.F.C. **Avaliando a influência da diversidade e facilitação na disponibilidade de flores e frutos em comunidades arbóreas restauradas**. Tese [doutorado]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2024.

FAGUNDES, M.V; WEISSER, W.W; GANADE, G. The role of nurse successional stages on species-specific facilitation in drylands. **Ecology and Evolution**, VOL.8, p.5173 - 5184, 2018. DOI: 10.1002/ece3.3962

GANADE, G. *et al.* No prelo. A long root technique for restoration of degraded areas in drylands. Será submetido à revista **Ecological Solutions and Evidence**.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Avaliação dos Dados sobre a Biodiversidade Brasileira**. Informações Geocientíficas Experimentais. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

LOPES, Milena Cordeiro de Amorim. **Repensando a restauração ecológica sob a lente das mudanças climáticas e dos sinais de alerta precoce para a desertificação**. Tese [doutorado]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2021.

MARINHO, F.P. **Influence of functional traits on plant fitness in response to drought and aboveground biomass removal**. Tese [doutorado]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

MAZZOCHINI, G.G.; FONSECA, C.R.; COSTA, G.C.; SANTOS, R.M.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; GANADE, G. Plant phylogenetic diversity stabilizes large-scale ecosystem productivity. **Global Ecology and Biogeography**. Vol. 28, n. 10, Oct 2019, p. 1430-1439. DOI: 10.1111/geb.12963

PAQUETTE, A.; HECTOR, A.; CASTAGNEYROL, B.; VANHELLEMONT, M.; KORICHEVA, J.; SCHERERLORENZEN, M.; VERHEYEN, K.; ABDALA-ROBERTS, L.; AUJE, H.; BARSOUM, N.; BAUHUS, J.; BAUM, C.; BRUELHEIDE, H.; CASTAGNEYROL, B.; CAVENDERBARES, J.; EISENHAUER, N.; FERLIAN, O.; GANADE, G.; et al. A million and more trees for science. **Nature Ecology & Evolution**. VOL. 2, 2018, p.763 – 766. DOI:

⁵ Esse trabalho foi ilustrado em vídeo institucional que pode ser encontrado em: <<https://www.youtube.com/watch?v=PIOawgFHQkU&t=73s>>.

⁶ Ver: <<https://caatinga.ufrn.br/>>.

10.1038/s41559-018-0544-0

PATERNO, G.A.; SIQUEIRA FILHO, J.A.; GANADE, G. Species specific facilitation, ontogenetic shifts and consequences for plant community succession. **Journal of Vegetation Science**, VOL. 27, N. 3, 2016, p. 606-615. DOI: 10.1111/jvs.12382

PESSOA, C.; COSTA-LATUFO, L.V.; LEYVA, A.; MORAES, M.E.A.; MORAES, M.O. Anticancer potential of Northeast Brazilian plants. **Advances in Phytomedicine**. Vol. 2, 2006, p. 197-211. DOI: 10.1016/S1572-557X(05)02012-X

SCHEFFER, M.; CARPENTER, S.; FOLEY, J.A.; FOLKE, C.; WALKER, B. Catastrophic Shifts in Ecosystems. **Nature**, Vol. 413, 2001, p. 591-596. DOI: 10.1038/35098000

UFRN. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. **Caatinga Hub**. Encontre aqui as informações mais relevantes do Bioma Caatinga. 2021. Disponível em: <<https://caatinga-hub-1-mhmatsu.hub.arcgis.com/>> Acesso em: 27 out 2022.

UN. United Nations. **United Nations Decade on Ecosystem Restoration (2021-2030)**: resolution / adopted by the General Assembly. General Assembly. 73rd sess. Geneva: United Nations, 2019.

Engenharia e ciências dos materiais para o desenvolvimento nacional Engineering and Materials Sciences for National Development

Fernando Cosme Rizzo Assunção⁷

Resumo: O objetivo deste artigo é descrever as lembranças e memórias do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, bem como a minha convivência com José Leite Lopes e diversos outros pesquisadores. Realizo também uma avaliação da situação atual da formação e divulgação científica.

Palavras chave: Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas; História da Física no Brasil.

Abstract: The objective of this article is to describe the memories of the Brazilian Center for Physics Research, as well as my experience with José Leite Lopes and several other researchers. I also carry out an evaluation of the current situation of scientific training and dissemination.

Keywords: José Leite Lopes; Brazilian Center for Physics Research; História da Física no Brasil.

É grande satisfação estar neste evento e poder compartilhar as minhas observações. Também é grande satisfação retornar ao CBPF, onde atuei quando aqui atuava Aldo Craievich (1939-2023), físico argentino que foi importante em nossa história. Foi quando, nos anos 1980, tivemos as primeiras reuniões à respeito da criação do LNLS, algumas delas no CBPF, em que vislumbrávamos a possibilidade de criação de um laboratório de cíclotron, e a dificuldade de determinar em que local ficaria. Quando retornei ao Brasil em 1987, após um sabático em Los Angeles, fui convidado a participar e me tornei responsável por uma das linhas. O laboratório finalmente entrou em operação em 1997.

A história do LNLS reforça algo já mencionado pelo Prof. Márcio, na *Introdução*, que é o salto que a engenharia nacional com a realização e o funcionamento desse laboratório. Isso se dava em diversos âmbitos. Por exemplo, a todo momento nos víamos diante da decisão sobre se determinado equipamento deveria ser importado ou se seria fabricado aqui. Evidentemente, havia ocasiões em que não

havia como produzir no Brasil, pois não havia recursos para isso. Por exemplo, na compra de uma máquina de comando numérico, para cortar placas de supercondutores para produzir os magnetos, houve o envolvimento de uma empresa nacional, a Eletrometal, que resolveu produzir os aços aqui no Brasil. Foram situações como essa que produziram uma geração que, na época, era de jovens, e que foi importante, com pesquisadores e profissionais que se tornaram famosos, outros que foram trabalhar no exterior.

Como esses laboratórios precisam ser planejados com muita antecedência, ao iniciar a operação do laboratório, já se começou a discutir o seguinte, o próximo anel, que acabou sendo o Sirius. Na época, tivemos uma interação com um laboratório alemão e, na época, estavam começando a pensar na interação elétron-laser. Era um projeto para 20 anos após, ou seja, nos anos 1990 estavam planejando o projeto que seria realizado na década de 2010. Em física de altas energias, nos acostumamos a esses tempos tão extensos para os projetos.

Outro profissional com quem interagi foi Elisa Saitovitch, além de Alberto Guimarães, com quem sempre me encontrava na SBPC, além de outras ocasiões, e Ronald Shellard, quem conheci na PUC, antes de vir para o CBPF e com quem tenho reuniões regulares para discussões.

Minha preocupação hoje, entretanto, não é histórica. Quero propor a questão de como levar os ganhos de ciência e tecnologia para a sociedade. Acredito ser esse o grande divisor de águas. Desenvolvemos ciência e tecnologia, isso é algo dado. Entretanto, o que nos preocupa é o ritmo de desenvolvimento do Brasil, que não nos parece ser o ritmo que se esperaria de um país com as características do Brasil. Nosso país é sempre citado como um dos quatro países que têm grande área, grande população e grande PIB, que são Brasil, China, Rússia, Índia e Estados Unidos. O Canadá, que poderia ser lembrado, não tem grande população.

No início da década de 2000, foi feito um estudo promovido por um grupo inglês que partiu do pressuposto de que a inovação no mundo não precisaria necessariamente sair dos países centrais. Poderia haver a explosão de inovação, por assim dizer, em outros lugares. Começou a haver a possibilidade, devido ao barateamento de algumas estruturas, como a digitalização da informação, de realizar pesquisa sem a necessidade de grandes equipamentos ou estruturas físicas. Vimos, como efeito disso, as maiores empresas se tornarem as empresas digitais. Nesse estudo, comparavam 1994 com 2015, e mostraram como, por exemplo, as três grandes empresas de Detroit, siderúrgicas, com muitos empregados, com entradas da ordem de 200 bilhões de dólares por ano e, em 2015, no Vale do Silício, as três maiores empresas eram da área de computação, o seu custo é baixíssimo, apesar de informação ter tomado tamanha importância. Contudo, o efeito que têm na sociedade é enorme.

Assim, gostaria de discutir a dificuldade de que os benefícios gerados pela ciência e tecnologia sejam passados para a sociedade. Esse não é um problema novo. Quando chegou a eletricidade, por exemplo, essa inovação foi recebida como se o mundo tivesse chegado ao seu ápice, com todos os problemas resolvidos. Sabemos que isso não aconteceu. Pelo contrário, vemos concentração de renda e assimetrias cada vez mais gritantes.

⁷ Graduado em engenharia metalúrgica (1970) pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), possui mestrado em ciências dos materiais (1973) pelo Instituto Militar de Engenharia (IME) e doutorado na mesma área (1978) pela Universidade da Flórida, nos Estados Unidos. Entre 1986 e 1987, realizou estágios de pós-doutorado na Universidade da Califórnia em Los Angeles, nos Estados Unidos, e, entre 2004 e 2005, na Universidade de Leeds, no Reino Unido. Atua na área de engenharia de materiais e metalurgia, com ênfase em metalurgia física e transformações de fases. Em 1990, recebeu o Prêmio Paulo Lobo Peçanha, da Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração (ABM). Em 2002, recebeu a Comenda da Ordem Nacional do Mérito Científico e a Medalha de Prata Hubertus Colpaert, também da ABM. Além da ABC, também possui associações com a ABM, a Sociedade de Pesquisa em Materiais (MRS, na sigla em inglês), a Academia Panamericana de Engenharia (API, na sigla em espanhol), a Academia Nacional de Engenharia (ANE) e a Sociedade de Mineraiis, Metais e Materiais (TMS, na sigla em inglês) – que faz parte do Instituto Americano de Engenharias de Minério, de Metalurgia e de Petróleo (AIME, na sigla em inglês).

Vemos isso claramente no setor de alimentos. Hoje, o que o mundo produz de alimentos daria certamente para alimentar a população inteira. Entretanto, não é o que acontece, vê-se, às vezes, alimentar-se o gado e faltar para populações inteiras. Principalmente se olharmos para a África. Acho esse ponto importante refletir, pois é um dos aspectos da proposta de discussão: ciência, desenvolvimento e seus desafios.

Naquele estudo feito pelo grupo inglês que mencionei, pegaram China, Coreia e Índia, analisando os avanços que cada um teve. Evidentemente, cada um tem as suas características próprias, mas que elas têm diversas características em comum. Um exemplo, também comentado por Olival [Freire Jr], é a busca de retornar cérebros que foram para outros países. Um dos efeitos muito importantes encontrado nesses três países é a diáspora de cientistas e profissionais especializados. Todos, então, começaram a trazer de volta pessoal qualificado, o que ajudou a esses três países dessem um grande salto, que continuam dando.

A Índia, que recentemente ultrapassou a China em tamanho populacional, escolheu algumas áreas, como as de *software* e farmacêutica, e tomou conta desses mercados. A Coreia do Sul, que investiu em determinadas empresas, buscando popularizar a tecnologia para toda a população. Entretanto, sua política iniciou-se com a educação, que foi um investimento importante daquele país em professores. Os professores passaram a ganhar um salário maior, pois eram aqueles que cuidavam a educação das suas crianças, em uma filosofia parecida com a de muitos países da Europa. Vemos que, em nosso país, estamos indo em direção oposta. Sou de uma época em que todos respeitavam muito os professores. Hoje, os professores são agredidos, tornando a profissão quase que uma profissão de risco em alguns lugares.

Eu sou da área de ciência de materiais, que talvez seja uma das únicas ciências que têm data de nascimento. Esta é 4 de outubro de 1957, data em que foi lançado o Sputnik. O lançamento do primeiro satélite, russo, foi realizado em um ano que seria o Ano Internacional da Geofísica, e muitos países planejaram lançar satélites em órbita por primeira vez. Os russos sabiam que os norte-americanos estavam na frente com seus programas Vanguard e Explorer, enquanto França e Rússia os seguiam, mas a Rússia era considerada o azarão da corrida. A anedota diz que a França anunciou que em 9 meses lançaria seu primeiro satélite, os americanos que em questão de 6 meses lançariam o seu. Ao chegar a vez do russo, ele teria dito que seu satélite havia sido lançado há pouco e que passaria em 15 minutos; e todos teriam saído da reunião para observar a passagem do satélite. Não sabemos até que ponto essa anedota é verdadeira, mas sabemos que a bateria do satélite russo teria durado até o dia 26 de outubro, e este teria depois perdido altitude e se desfeito na atmosfera. Os americanos, então, fizeram uma reunião no MIT para discutir o que havia faltado, e é quando nascem os primeiros programas de *Material Sciences*. É quando os materiais compostos começam a aparecer, pois essa era uma das suas dificuldades.

Os russos, mostrando o seu pioneirismo, haviam lançado um satélite de em torno de 100 quilogramas, posteriormente lançando um de 45 kg. Depois os russos lançaram pequenos animais até lançarem o primeiro ser humano ao espaço – enfim, os americanos tiveram que aceitar que não

estavam na liderança por um bom período. Em 1962, há o famoso discurso de Kennedy, em que ele afirma que os norte-americanos enviarão pessoas à lua ainda naquela década. De fato, com um investimento muito grande, em 1969, colocaram seres humanos na lua. Alguns anos depois, Reagan fez um discurso parecido, dizendo que venceriam a luta contra o câncer. Muito embora tenham sido invertidos recursos e muito esforço, sabemos que essa luta não foi vencida ainda.

O ponto que trago com essa história é a questão de imaginar as razões para esses fatos. Tudo indica para que, quando Kennedy faz aquele discurso, havia um problema de recursos. Não se tinha recursos, mas se tinha conhecimento. Ao adicionar recursos àquele conhecimento que já se tinha, conseguiram realizar o seu objetivo. Entretanto, quando o limite é o conhecimento, não há como criar esses saltos somente propiciando recursos.

Esse exemplo nos mostra, primeiro, a importância de se ter um problema a ser resolvido. No Brasil, temos o exemplo da exploração de petróleo em águas profundas, campo no qual chegamos a ser líderes. A Petrobrás tinha um problema, e buscou a sua solução tecnológica. A Embrapa também oferece exemplos muito interessantes. A área agrária foi uma das áreas em que investimos muito em formar profissionais no exterior, quando ainda importávamos alimentos, e hoje somos exportadores.

Todos esses exemplos mostram, também, a importância da continuidade das ações. Essa falta de continuidade é uma das nossas dificuldades. Isso ocorre mesmo em governos para os quais possamos tecer elogios. Frequentemente, independente de que políticos assumem os cargos, há uma descontinuidade dos programas iniciados por seus antecessores e o início dos seus próprios programas. Essa falta de continuidade por questões políticas, infelizmente, é um dos nossos traços.

Dentre os exemplos que citei, evidentemente, a China, por exemplo, tem uma economia centralizada, e é o Estado quem dá as diretrizes. De todos os modos, são exemplos em que houve consistência e continuidade. A Índia, mesmo com todos os seus problemas, mantém continuidade. A Índia produz uma quantidade astronômica de doutores por ano, ao mesmo tempo em que possuem taxas de miséria condenáveis.

Esses exemplos eu trouxe buscando contextualizar o Brasil. Se observarmos, a Coreia estava lado a lado com o Brasil, e conseguiu deslançar. O Brasil, na parte de pesquisa realmente foi bem, está bem situado, mas sabemos que no aspecto tecnológico avançamos muito pouco. Acho que esse é um dos problemas que ainda não aprendemos a resolver.

Se compararmos a Alemanha ao Brasil, por exemplo, Martinho Lutero, em 1510 estava defendendo o seu doutorado – embora tivesse outro significado na época, era o advento da imprensa, enquanto no Brasil só foram permitidos livros no início do século XIX. Somente em 1920. Eu corrigiria no texto tivemos uma universidade, e que foi criada para poder dar um diploma ao Rei da Bélgica. Física e matemática talvez tenham começado ali, mas a engenharia só nos anos 1950 teve cursos iniciados, muito beneficiados pelas ciências básicas. Fizeram um esforço para ter professores em tempo integral, entre outras medidas que, com o tempo, se

mostraram muito corretas.

Se olharmos para 50 anos antes da nossa independência, que foi em 1822, os EUA já tinham 9 universidades, e já tinham engenheiros, entre outros profissionais. Assim, essa pode ser uma das nossas desculpas, a de que começamos muito tempo depois, e esse é um contexto que não se pode apagar.

Esse era o ponto que eu queria ressaltar. Acredito que o desenvolvimento, em particular o desenvolvimento industrial, cujas revoluções deram forma à nossa história, seja fundamental. Um dos estudos que foram feitos e que mencionei antes, foi feito no Brasil, e identificou o potencial que temos em explorar o nosso conhecimento dos recursos naturais para alavancar o desenvolvimento. Um exemplo claro disso é a Embrapa, com as pesquisas no cerrado para a fixação de nitrogênio no solo.

Uma das respostas para direcionar o avanço do desenvolvimento é a busca de solucionar problemas globais. Todos os países que mencionei, Coreia, Índia e outros, estão agora buscando não só resolver os seus próprios problemas, mas problemas globais, problemas que afetem a humanidade como um todo.

Essas são as questões que gostaria de comentar hoje: o foco, a continuidade e a educação. A educação sempre foi uma defesa nossa, inclusive a ideia de importar cérebros das periferias, minimizando essa quantidade de talentos que se está desperdiçando. Muito embora, como podemos ver com esse fenômeno da internet e da facilidade de manipulação que propicia, vemos regiões onde a educação seria de mais alto padrão fazendo escolhas que não seriam as mais adequadas. Isso não ocorre só aqui no Brasil, mas no mundo inteiro. Vivemos situações de obscurantismo que não esperaríamos viver. Lembro de um presidente americano que foi eleito nos anos 1980 e que se comentava como uma pessoa como aquela, sem preparação, nunca seria eleita no Brasil. Hoje, vendo o que passamos, podemos chamar aquele presidente americano de um estadista. Agradeço a oportunidade e espero ter contribuído para a discussão.

Discussão após apresentações da primeira mesa

Antonio Videira – Agradeço às três apresentações, todas muito interessantes e instigantes. Gostaria de aproveitar um pouco o que foi colocado pelo prof. Fernando Rizzo. Embora todos conheçamos os nossos problemas, é necessário que se fale deles, os problemas precisam ser explicitados. Achei interessante o exemplo citado dos alemães que pensam uma solução para um problema em 20 anos, ou seja, colocar o fator tempo, não tanto pela parte do desenvolvimento científico, mas em relação ao problema em si. Portanto, precisamos falar sobre os nossos problemas e os nossos problemas não serão resolvidos, eles poderão ser minorados.

Comentando a apresentação da professora Gislene, aparentemente, eles já incorporaram o fator tempo nos seus processos, como no exemplo da professora Milena Cordeiro Lopes, que apresentou, entre outros projetos. Desse modo, me pergunto, em que medida o fator tempo não precise ser explicitamente considerado para que possamos dar conta dos nossos problemas? Essa me parece ser uma questão interessante para reflexão. Sou motivado pela fala do professor Olival, acho que há um pressuposto na sua fala, que ele não colocou, mas que é o de que o Estado é um elemento importante para a indução do desenvolvimento e do projeto da ciência. Eu tenho as minhas dúvidas quanto a isso.

Temos presente aqui a diretora de um instituto bastante importante, que surge em 1922 como estação experimental para testar combustíveis. Sei muito pouco sobre a história do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), mas se pensarmos o Brasil em 1922, não sei se havia um compromisso por parte do governo de então para com a ideia de um desenvolvimento nacional. Talvez fosse uma preocupação que a sociedade já estava apresentando – que já vinha como uma “demanda” da sociedade – e que o governo tinha que dar alguma resposta. Cria essa estação para testar diversos combustíveis, e essa estação vai acabar se tornando o instituto, que é “experimental”, está no nome, portanto, vai desenvolver coisas.

O que gostaria de ressaltar é a questão; em que medida podemos saber o que é o problema, se pensamos que o Estado é capaz de apontar quais são os problemas? A grande questão nisso tudo é o que o professor Rizzo assinalou, o tempo. Como incorporar esse fator, utilizado pelos físicos, tão necessário para oferecer algumas soluções que, embora não resolvam totalmente, podem ajudar a que tenhamos uma vida um pouco melhor.

Luiz Carlos Soares – Eu sou historiador da ciência, sou professor da UFF. Agora, pesquisador visitante emérito na UERJ. Eu entendi a proposição do professor Olival a partir de uma outra perspectiva, de não ser o Estado tão somente, mas, sim, no sentido de o Estado decidir que projeto vai encampar, vai desenvolver, ou seja, que projeto de país, que projeto nação. Acho que é muito mais nessa direção. Inclusive, o professor Olival citou uma coisa muito importante para nos ajudar a compreender as mudanças de orientação do Estado em relação ao apoio à ciência e à tecnologia.

Aquilo que Fernando Henrique anunciou, que “a partir de hoje está encerrada a era Vargas”, foi logo no início do seu discurso de posse, em 1995. Aquilo representou, efetivamente, uma mudança no entendimento desse tripé que você mencionou, ciência, tecnologia, desenvolvimento, que

vai sendo construído aos poucos, a partir de 1930, quando começa a mudar o modelo de sociedade. As políticas desenvolvimentistas que acontecem no primeiro governo Vargas, que se intensificam a partir do segundo governo Vargas, apresentando um certo continuum, apesar de certos problemas políticos, mesmo depois de 1964, como foi colocado. O que é o segundo Plano Nacional de Desenvolvimento do governo Geisel? É a afirmação clara de uma orientação desenvolvimentista que, por conta, talvez, das crises econômicas dos anos 1980, isso começa a se colocar de lado e se encampa efetivamente uma política de orientação neoliberal.

O que ocorre, efetivamente, é que economistas influenciados pela lógica do mercado e pela ideia de que comprar fora é mais barato do que fazer aqui, levando a uma desaceleração do apoio, não só do Estado, mas como uma orientação das políticas que vinham sendo seguidas de uns tempos para cá. A partir daí, temos uma mudança muito grande nos próprios sistemas de apoio, das agências de fomento e em suas orientações. Agora, efetivamente, estamos em uma encruzilhada: que modelo seguir? Acho que nos primeiros governos do Lula isso tentou ser retomado. Tivemos esse período nefasto que vai de 2016 até 2022.

Agora, está-se tentando recompor uma série de políticas de orientação à ciência e tecnologia. Ainda assim, acho que falta a definição de um modelo consistente de apoio. Isso significa inserir esse modelo em um modelo de desenvolvimento econômico e social, ou seja, será necessário retomar a discussão desse tripé: ciência, tecnologia e desenvolvimento, dentro de outro contexto, em um mundo que é diferente daquele que havia quando esse apoio era maior. Vejo isso como um impasse muito grande. Gostaria de ouvir dos colegas da mesa o que pensam sobre essa questão. Como definir prioridades dentro de um novo modelo de orientação para apoio à ciência e tecnologia em nosso país?

Um último comentário, o professor Fernando mencionou o apoio que a Coreia deu à ciência. Eu lembro de estar fazendo doutorado na Inglaterra em 1984 ou 85, Hélio Barros, que era presidente da CAP, muita gente se lembra, e ele se vangloriava de termos 5.000 doutorandos apoiados pela CAP na Inglaterra. Alguém da plateia se levantou e disse, “Pois é, a Coreia tem 50.000!” Uma diferença de escala bem grande.

Heloísa Gesteira – Sou pesquisadora em história da ciência no Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST).

Gostaria de fazer algumas provocações, começando pela ideia da confiança na ciência. Será que enfrentamos um problema de confiança na ciência ou é um problema político até em escala global de questionamento do conhecimento científico? Quando o professor Olival coloca que as fases de desenvolvimento da ciência estão muito coladas a uma ideia desenvolvimentista, não estaríamos no momento de nos perguntar; “Desenvolvimento para quê, para quem e como?” Esse questionamento deve ser feito no sentido de que podemos ter as melhores soluções do mundo. O trabalho da professora Gislene nos faz ter vontade de nos mudar para o Rio Grande do Norte e morar na caatinga. Diante de soluções por vezes tão simples, me pergunto, por que não conseguimos avançar? Que tipo de desenvolvimento queremos?

Parafrazeando, aqui, Caetano Veloso, que fala da “grana”,

mas podemos pensar em ciência que constrói e destrói coisas belas. A ciência não está descolada das guerras, e vemos isso de forma instantânea. Acredito que, para compreendermos o nosso caso particular, precisamos nos perguntar que sociedade queremos e como o conhecimento pode participar dessa construção de sociedade. Trata-se de uma construção política, que talvez nós abandonemos. Estamos em uma situação em que temos soluções; basta alguém implementar. Quem vai implementar? Quem financia? Isso precisa ser enfrentado se queremos conquistar a confiança da população.

A proposta de conscientizar para tomadas de decisão melhores seria a situação ideal, mas não parece ser muito funcional. Portanto, deixo essa questão para tentarmos pensar juntos. Acredito que o campo da história da ciência pode ajudar muito nessa reflexão, até porque nos perguntamos muito “para quê?” e “para quem?” Por exemplo, desenvolvimento, para quê e para quem? Exploração dos recursos naturais, o mesmo. Para quê? Para quem? Como? Acredito que precisamos enfrentar esse problema para poder avançar e ter projetos mais inclusivos, mais democráticos e talvez mostrar como o conhecimento pode ser, de fato, muito criativo. Se pensamos no combate ao negacionismo climático, por exemplo, não se trata de pouca coisa. Pode-se considerar que seria só ignorância, ou falta de instrução, entretanto, acho que isso é parte de uma política muito ampla.

Márcio Albuquerque – Gostaria de levantar uma questão que foi tocada pelo professor Rizzo, e que é a questão da geopolítica internacional.

Alguns colegas que trabalham com o CERN disseram que, neste momento, está acontecendo algo que nunca antes aconteceu, e que é os cientistas de países que estão em confronto não fazerem trabalhos em cooperação juntos. Isso é algo que nunca aconteceu antes. A ciência, que sempre propiciou um ambiente inclusivo, sem fronteiras, que sempre foi meio de se discutir mecanismos para a paz, hoje apresenta um fenômeno contrário a esse espírito, quando cientistas russos são convidados a saírem do CERN por conta de uma guerra. Esse cenário parece ser conflituoso com a sociedade, ou seja, aparentemente essa é uma rota contrária aos desejos da sociedade. Este parece ser um momento muito estranho. O professor Rizzo mencionou isso um pouco, ao falar da Coreia e do Japão.

Olival Freire Jr. – As questões colocadas não são diretamente relacionadas, mas tentarei agora opinar sobre cada uma delas.

A primeira, quanto à escala do tempo, trata-se de um aspecto que eu não consegui enfatizar suficientemente, mas é muito importante, conforme o professor Videira chamou atenção. Acredito que, em geral, há grande influência das ideias de Mariana Mazzucato (Mazzucato; Dosi, 2006), o problema do papel do Estado na educação, o papel de certos projetos voltados a determinados objetivos e, nessas ideias de Mazzucato está implícita uma escala de tempo em que é necessária a adesão da sociedade àquele projeto. Cada projeto que ela desenha tem sempre 8, 10 anos, ou um período parecido.

Assim, no debate que temos tido na sociedade brasileira, esse é um problema enfrentado. Vou relatar sobre um evento,

do qual o professor Rizzo é testemunha, e que foi patrocinado pelo Ministério da Ciência e da Tecnologia, com um grande economista nosso. O debate, em determinado momento, ficou difícil, e digo isso buscando não comprar briga com todos os economistas, mas o economista que não nomearei, em princípio, concordava com tudo, com a relação entre ciência e desenvolvimento, tecnologia e inovação – mas a expectativa era sempre em curto prazo.

Assim, afirmo que compreender a escala do tempo é absolutamente essencial. Isso é parte do debate que precisamos travar na sociedade brasileira, ou seja, o imediatismo não dá frutos. Concordo totalmente com a professora Heloísa Gesteira, quando diz que é aí que a história da ciência nos ajuda muito. Mesmo sendo a experiência brasileira uma experiência complexa, se a compararmos com a experiência da Coreia ou da China. Eu também gosto de provocar as discussões em relação a isso. Brinco dizendo que se quisermos fazer igual à Coreia precisamos ter uma guerra, dividir o país em dois, chamar os Estados Unidos para apoiar um deles, ou fazer uma revolução completa e enviar os outros para uma ilha. Nós não temos uma ilha para isso. Enfim, são contextos diversos e que não são fáceis de serem replicados.

Entretanto, tendo em vista essa complexidade que é o Brasil, temos alguns exemplos de sucesso do desenvolvimento científico e tecnológico. Em todos esses exemplos, o fator tempo foi um fator de médio prazo. Podemos pegar qualquer um desses exemplos: Embrapa, Petrobrás, Instituto Tecnológico da Aeronáutica, o domínio da tecnologia nuclear, qualquer desses exemplos mostra o fator tempo, que precisa ser equacionado na análise. É necessário ter essa resiliência e levar em conta que a sociedade, sim, quer resultados em curtíssimo prazo. Esse foi o primeiro ponto.

Quanto ao segundo ponto, sobre a relação entre sociedade e Estado, alguns exemplos que mostrei de quando a ciência esteve conectada com certos interesses de crescimento econômico e de desenvolvimento, são exemplos em que quem os enunciava não era o governo, mas a sociedade. O projeto de tornar o Brasil o maior produtor de café do mundo era um projeto da sociedade brasileira. Era um projeto acoplado à manutenção da escravidão e sabemos, pela história, que o Império não tinha muita escapatória: caso ele se descolasse dessa expectativa da sociedade, teria terminado mais rápido do que acabou.

Eu não tive tempo de me estender aqui sobre esse assunto, mas, nos anos 1990, colocamos a culpa nos governos Collor e FHC, mas não podemos esquecer que a sociedade brasileira aderiu àquela ideia de neoliberalismo, achando que seria o futuro para a sociedade brasileira. Quando pensamos no desenvolvimento da informática, e no período de reserva de mercado para desenvolver a informática aqui no Brasil, vemos que isso se tornou uma “coisa do diabo”! O sonho de consumo da sociedade brasileira, que não era um computador Itautec, não satisfaz a sociedade e isso teve que ser mudado na legislação; abrindo o caminho para a aquisição no exterior das novidades que a informática passava a oferecer.

Agora, o que está implícito no meu argumento, não tenham dúvida, de que é a sociedade e, às vezes, o Estado, na figura de um líder político que antevê certos objetivos que podem mobilizar uma sociedade. A premissa que está implícita no meu argumento, muito embora não seja o Estado

quem define tudo, mas desenvolvimento econômico e desenvolvimento científico-tecnológico em países retardatários – e aqui ousou em usar essa categoria – não há exemplo na história sem a presença do Estado. Do fim do século XIX para cá, não importa se foi capitalismo ou socialismo, não importa se o Japão ou se a China, o papel do Estado sempre foi absolutamente crucial. Os exemplos em que não foi o caso de o Estado ser crucial são exemplos da emergência do capitalismo até o final do XIX.

Quanto ao problema que o professor Márcio levanta sobre a conjuntura internacional, eu sou pessimista e acho que estamos marchando para uma situação difícil. O que mais me impactou no filme *Oppenheimer* (Nolan, 2023), que achei uma história belíssima, foi a cena final: o mundo está armado até os dentes para acabar com a espécie *Homo sapiens*. A ideia de uma guerra global, que ficou muito afastada nos anos 1990, com o final da Guerra Fria, está agora sendo retomada, e o é de forma completa. Acho que o grau e a generalidade dos conflitos locais em escala global apontam para um cenário, no mínimo, muito tumultuado. O modo como os atuais líderes, Putin e Biden, falam das armas atômicas: eles não coram! Eu tenho saudades do tempo em que Kennedy e Krushev, os quais tinham uma linha telefônica vermelha para, em caso de crise, um poder falar com o outro diretamente para tomar a decisão de lançar bombas ou não.

A única observação que faço em relação a isso é que espero que o Brasil busque tirar vantagem desse cenário no caso das ciências, como foi mencionado. Aqui falo como pessoa, e não como CNPq, mas acredito que haja muitos cientistas russos querendo muito fazer alguma colaboração bilateral, e se for o caso até montar algo aqui. O Brasil precisa tirar vantagem dessa situação, do mesmo modo que outros países tiraram vantagem de outros contextos. O reforço da ciência norte-americana na década de 1930 com a afluência para lá de cientistas de origem judaica foi extraordinário, conhecemos bem essa história. Evidentemente, essa não é a solução para o problema, a solução, me parece, é o que o Estado brasileiro está fazendo, e que Lula realiza bem, que pé o papel que o Brasil busca fazer de desarmar os conflitos que surgem, já que podemos estar marchando para a beira do precipício.

Por fim, quero voltar a comentar sobre o que a professora Heloísa falou, dos eventos que citei, não tenho dúvida de que cabe perguntar qual é o desenvolvimento. Eu tenho uma ideia que, para mim, é uma conclusão forte: se pudermos falar em uma lição da história no Brasil, essa é que ciência e desenvolvimento estão relacionados. Se me pergunta, portanto, qual desenvolvimento, seria um desenvolvimento igual ao da cafeicultura, com massacres de indígenas? Não quero esse desenvolvimento. Seria um desenvolvimento igual ao da ditadura militar, esgarçando a sociedade brasileira que ainda hoje busca curar as cicatrizes que ficaram, também não quero esse desenvolvimento. Então, no debate, levamos em conta que ganhamos a eleição em outubro passado, um passo importante, sem dúvida, mas não houve o debate na sociedade brasileira sobre para onde queremos ir.

Sem essa clareza, o apoio à ciência e tecnologia andarão a passos lentos, pois, se não se sabe aonde ir, se não se tem um projeto, não se pode direcionar adequadamente. Por exemplo, se o projeto é mitigar os problemas da mudança

climática, encontrando soluções de sustentabilidade, o tipo de pesquisa que a professora Ganade está fazendo passa a ter enorme prioridade. Se o projeto for outro, como uma reindustrialização à antiga, a sua pesquisa seria a continuação de uma curiosidade de ecólogos. Desculpem os meus exageros, mas são para efeito de maior clareza dos argumentos. Claro que o professor Rizzo não disse que deveríamos todos caminhar uniformemente, eu exagerei, para efeito da argumentação. Eu sei que são complementares.

Volto a reiterar; precisamos debater o desafio da sociedade brasileira. Para onde quer ir? Minha convicção pessoal é a de que todos os problemas que tivemos com a ciência, por exemplo, durante a pandemia de Covid-19, não houve uma palestra minha que eu encerrasse sem dizer algo como o seguinte. Se temos uma chance de sobreviver como espécie neste planeta, como espécie, as baratas sobreviverão, como já sabemos, e se temos chance de viver em uma sociedade menos iníqua, será com mais e não com menos ciência, pois a ciência é um fator adaptativo que a espécie humana encontrou para aumentar a sua capacidade de sobrevivência neste mundo.

Gislene Ganade – Em relação a em que medida podemos saber o que é o problema, quanto tempo precisamos para apresentar soluções e o quanto o Estado precisa estar presente, acho que muitos problemas pontuais poderiam ser resolvidos de maneira muito rápida, poucas décadas, alguns anos. Além disso, não é necessário muito dinheiro. Às vezes, me parece que vivemos como se estivéssemos imersos em uma cegueira coletiva. Há coisas que são tão lógicas, tão fáceis de se fazer, por que não as fazemos? É algo que até agora não compreendo.

Minha reflexão sobre o papel do Estado é a seguinte. Acho importante ter um Estado forte, como foi o caso da China e da Coreia, que empurraram o país para frente, investindo em ensino, ciência e tecnologia. Entretanto, também é importante que o Estado não atrapalhe. Acredito que frequentemente problemas burocráticos são barreiras, até mesmo dentro da academia, reforçamos e aceitamos a burocracia, passamos 30, 40% do nosso tempo dedicados a ela, quando não faz sentido, é um tempo precioso que poderia ser utilizado pelas melhores mentes do país de maneira mais produtiva. Acredito que alguns procedimentos burocráticos do Estado entravam o desenvolvimento tecnológico. Esse é um problema que deveria ser resolvido, não só em relação ao Estado oferecer maior investimento, mas também o Estado desburocratizar a vida do cientista e do cidadão.

Nós brasileiros e brasileiras temos esse jogo de cintura de fazer as coisas com o pouco que se tem. Há coisas que poderiam funcionar se tivessem menos amarras, ainda que não tivéssemos dinheiro. Reitero que fazemos várias coisas importantes com muito pouco dinheiro, vindo de um estado que talvez seja um dos mais pobres aqui representados. Isso seria o meu comentário sobre a pergunta do professor Videira.

O professor Luiz Carlos Soares se pergunta sobre que modelo queremos utilizar para a ciência, o desenvolvimento e a tecnologia. Na minha opinião, precisamos fugir desse mercado das grandes empresas, precisamos trabalhar com distribuição de renda. Se fizermos isso, o país apresentará um crescimento veloz. A distribuição de renda alinhada ao fun-

cionamento de pequenas empresas que usam ciência e tecnologia nacional pode trazer um grande sucesso para a nossa economia. Além disso, o mundo das empresas arcaicas que não trabalham com conceitos de sustentabilidade ambiental é um mundo ultrapassado, e os próprios empresários as vezes não fazem ideia do quanto isso é antigo. Não temos mais por que viver esse tipo de poluição excessiva e de destruição dos ambientes naturais. Sabemos que isso está levando a consequências seríssimas para a humanidade e, portanto, está ocorrendo uma grande mudança na mentalidade mundial.

A criação de uma economia aliada à proteção da natureza é o grande medo das pessoas que afirmam que as mudanças climáticas não estão acontecendo. Trata-se de uma reviravolta conceitual de como viveremos. Como queremos viver? O que queremos fazer? Era isso que se comentava – trata-se muito mais do que só uma cegueira, é a maneira de manter o *status quo*, o petróleo, as grandes empresas – alguém está ganhando com isso. Acredito que, nós, no Brasil, temos a flexibilidade necessária para tentar “correr por fora”. Podemos, por vezes, nos sentirmos abandonados, mas, enquanto abandonados, ninguém presta atenção em nós, enquanto avançamos em coisas que ninguém imaginava.

Quero colocar aqui uma reflexão. Imaginem que nós tivéssemos uma empresa de carros elétricos populares no Brasil. A pessoa teria uma placa solar na sua casa na qual pudesse carregar o seu carro. Pararíamos de emitir combustíveis fósseis, todos iriam circular sem poluição e a economia se aqueceria de maneira acelerada. Nós temos cérebros no país para realizar esse sonho. Nós temos muita gente bem formada, capaz de desenvolver esse tipo de tecnologia. Por que isso não acontece? Eu serei a primeira pessoa a comprar um carro elétrico popular, já tenho a placa solar, vou parar de emitir combustível fóssil e, mais relevante ainda para o meu conforto pessoal, eu não vou mais gastar com combustível. Quem são os prejudicados com isso? Em quem esse tipo de ideia dói? Certamente nas grandes corporações baseadas em petróleo. Contudo, o uso do combustível fóssil está levando a consequências seríssimas para o meio ambiente em todo o mundo. Ressaltando que o Brasil é um dos grandes produtores de energia limpa do mundo (eólica e solar).

Assim, se tivéssemos mais liberdade, ainda que não houvesse investimento do Estado, talvez, lá no interior do Nordeste, alguém pudesse produzir um carro elétrico e começar a vender para os vizinhos por um preço popular. Todos comprarem e circularem sem gastar combustível. O ser humano faz isso: toma decisões que são melhores para ele. Todo mundo vai querer não ter que gastar dinheiro com combustível, podendo produzir energia no telhado da própria casa. Essa é minha reflexão sobre a mudança de paradigma. Ela é lógica, e quando ela acontece as pessoas olham para o passado atônitas se perguntando qual seria a razão do ser humano agir assim daquela maneira.

Acho que o crescimento só vai acontecer com investimento em educação básica, ciência e tecnologia e a liberdade de implementação tecnológica com apoio da infraestrutura do Estado, mas sem amarras burocráticas. O Estado deve criar mais infraestrutura de apoio e menos mecanismos de controle que consomem o recurso investido que poderia de outra forma estar sendo direcionado para a atividade fim.

Reitero que não precisamos de muito para as coisas funcionarem. Não sei por que estamos tão paralisados.

Fernando Rizzo – Gostaria somente de complementar o que já foi comentado. Quanto à questão do tempo, que foi colocada, isso é algo que se coloca equacionado antes mesmo de se propor o problema. Quanto à questão da relação entre Estado e sociedade, nos exemplos que procurei trazer foram exemplos de países que seguiram as receitas de outros. No caso, nem a Coreia nem a China estavam seguindo exemplos de lugares que estavam divididos ou não. No caso da Coreia, ainda precisamos considerar que houve grande investimento do Ocidente na Coreia do Sul.

Ao considerar essas questões, teremos sempre que levar em conta o problema geopolítico, especialmente hoje, em que temos, em algumas dessas guerras, funções quase que comandadas. Quando observamos o conflito entre Rússia e Ucrânia, podemos constatar, por trás, Estados Unidos e China. Ou seja, o que se observa no tabuleiro não é exatamente tudo que está em jogo.

A experiência mostra que a tecnologia é pervasiva. Quando se traz um benefício, e o *smartphone* é o melhor exemplo, todos vão querer ter um. Acabamos nos rendendo ao fato de que quando uma nova tecnologia aparece ela aniquila a anterior. A tecnologia nova tem esse fator disruptivo. Assim, o que seguimos nem sempre é fácil prever. Recentemente, observamos o chat GPT e tudo o mais que veio com isso, foi uma revolução. Uma nova tecnologia repentinamente muda por completo tudo o que está acontecendo.

Um exemplo que dei foi o da transição, em pouco mais de 20 anos, com relação à riqueza das empresas, que mudou completamente de lugar, de Detroit, com a indústria automobilística para o Vale do Silício, com as empresas digitais, que praticamente são quem controla o mercado hoje. Essas são mudanças irreversíveis. O que me preocupou quando comentei esse exemplo foi a tendência natural que as pessoas passaram a ter com o Google, de não aprender as coisas mais, pois obtêm-se as respostas de maneira quase imediata. Isso causa superficialidade no conhecimento da população em geral, o que dá margem ao aparecimento de *fake news* e tudo mais, o que é um fenômeno global.

Houve um estudo sobre isso, sobre o efeito do Google, e não só do Google, mas do efeito dos *hyperlinks* e esse contexto, em que separaram pessoas em dois grupos, para um deram um texto impresso e no outro as pessoas podiam usar *hyperlink*. Deram um tempo para as pessoas responderem um questionário sobre o texto. O grupo que terminou mais rápido de responder ao questionário foi o grupo que somente tinha o texto impresso para ler. Além disso, o grupo que pode usar os *hyperlinks* para responder teve 30% a menos de acertos no questionário. Isso mostrou que a *internet* e o Google estavam sendo uma distração. Ao consultar a rede, a pessoa fica insegura, quer consultar mais, e acaba de desconcentrando do texto lido.

É interessante observar nesse exemplo que o interesse do Google é que a pessoa clique – pois a cada clique isso gera recursos. A preocupação não é se a pessoa acessou a informação. É como se disséssemos, “Para que ler o livro, se posso pegar o resumo?” Essa é uma mudança que não só afeta a cada um individualmente, mas permeia toda a so-

cidade.

Outro comentário que queria fazer sobre isso é que, ao clicar num *link*, a pessoa toma uma decisão. Foi feito um estudo mostrando que, quando a pessoa mantém esse processo de utilizar os *hyperlinks* para tudo, a sua capacidade de tomar decisões aumenta. Assim, começamos a ter maior capacidade de tomar decisões, em bases mais superficiais. Sabemos menos sobre os assuntos, mas nos sentimos mais poderosos. Isso resulta no que observamos: pessoas com opiniões formadas fortíssimas sobre assuntos que não compreendem.

Quanto à presença do Estado, eu concordo que seja fundamental. Os exemplos que dei podem mostrar isso. Mais uma vez, acho que a questão fundamental é esta: para quem? O exemplo da Índia é típico, formam 20 milhões de doutores por ano, ultrapassando muitas potências e, ao mesmo tempo, um país de contrastes violentos. Todos esses modelos têm as suas dificuldades. Precisaremos escolher qual será o nosso. Acredito que este governo tenha definido as suas prioridades. Entretanto, será importante perseguir nelas, manter alguma continuidade. Algo que me parece era facilitado pela existência de um governo central é essa possibilidade de continuidade. Em vez de durarem 4 ou 5 anos, os projetos têm um período maior.

Em relação à geopolítica, é fundamental levá-la em consideração, principalmente em conflitos em que há conflitos que surgem aqui e ali em que as partes são fantoches para poderes mais substantivos.

Márcio Albuquerque – O que quis chamar atenção foi para o fato de que, no passado, os elos entre os cientistas eram um fator que ajudava a facilitar a solução dos conflitos. Agora, parece haver uma situação diferente, em que o cientista entra na disputa.

Fernando Rizzo – Sabemos que existe o esforço da chamada diplomacia científica, que tem esse caráter que você menciona. Eu me lembro de estar no LAB, e havia o pessoal da Alemanha Oriental, que interagia. O ambiente sempre foi propício ao convívio. É claro que, no caso de uma guerra, de um conflito direto, é mais complicado.

Alberto Guimarães – Gostaria de direcionar uma pergunta ao professor Olival. Em sua apresentação, você não mencionou uma palavra que tem sido frequentemente discutida na imprensa: a desindustrialização. Esse é um fenômeno importante?

Olival Freire Jr. – Sim, vou enfrentar essa questão, mas, antes, queria só comentar que houve um antecedente histórico de falta de diálogo entre os cientistas: o período após o final da 1ª Guerra Mundial. O preço pago pelas nações que promoveram o isolamento dos cientistas alemães, principalmente no ambiente da Física, foi um preço alto: foi ficarem alienadas da criação da mecânica quântica. Um dos fatores que nos leva a caracterizar a mecânica quântica como um fenômeno germânico, e o mundo cultural germânico não é só a Alemanha, pois incluía nações que não bloquearam os cientistas alemães, como a Dinamarca, a Áustria, entre outras. Portanto, o exemplo de antecedente histórico que temos

foi trágico para quem achou que, por ter ganho a guerra, podia isolar o outro.

Em respeito aos desafios que temos, acho que eles são complexos. Acho que a questão trazida pela professora Gilane é importante de ser colocada na mesa. Queremos carro elétrico? De onde sairá a bateria do carro? As baterias são produzidas em larga escala de industrialização, pode não ser a metalúrgica, mas exigirá uma indústria. São esses os desafios e não só para o carro elétrico. Esses dias, minha esposa, que trabalha com isso, satisfazia a minha curiosidade em relação aos moinhos de vento. Quando ela me mostrou o número de problemas ambientais que a energia eólica ocasiona, fiquei surpreso. São chamados de aerogeradores, eu os chamo de moinhos de vento, que é à maneira antiga.

Nós, no Nordeste, temos um entusiasmo com esse tipo de geração de energia. Entretanto, os problemas ambientais que os aerogeradores trazem são imensuráveis. São esses dilemas que precisamos resolver enquanto sociedade. Não existe tecnologia que não tenha algum efeito destrutivo e, enquanto sociedade, teremos que tomar as decisões de quais caminhos enfrentar.

Em relação à desindustrialização, acho que ficou subentendido na minha exposição, trata-se de um problema real do Brasil. O Ministério da Indústria e Comércio é comandado, hoje, pelo Alckmin, e tenho acompanhado os debates que fazem. Eles buscam soluções que precisamos encarar para poder enfrentar esse problema da desindustrialização. Sem dúvida, a desindustrialização do Brasil é um fato, os números mostram a queda da participação da indústria na produção do PIB e na geração de empregos.

Luiz Carlos Soares – Temos o exemplo da própria Grã-Bretanha, que foi o primeiro a se industrializar e que, a partir dos anos 1960 e 70 se desindustrializa. Hoje, vê-se naquele país uma predominância do mercado financeiro. Tiveram o impacto forte da saída da União Europeia com o chamado *Brexit*. Houve um crescimento da bolsa de Frankfurt e a redução da londrina, e eles se tornaram uma economia agrária, com alguma indústria de armamentos, outras de tecnologia da informação, mas é um exemplo de país que se desindustrializou.

Felipe Tovar Falciano – Eu queria problematizar ou complexificar a discussão, pois senti falta de que discutíssemos a globalização que aconteceu na virada do século. Temos, hoje, me parece, uma desconexão entre as empresas produtoras e consumidoras de tecnologia e os países. Estamos falando de nações, de povo, da sociedade, e nos perguntando para quem, para quê. Entretanto, tenho a impressão de que hoje vivemos em um cenário muito mais complexo. Eu senti falta dessa perspectiva da globalização, mas não me arriscarei a tentar responder, assim, coloco a questão para a mesa. A questão específica é sobre a desconexão entre as nações e as empresas. As empresas não são mais nacionais, ou seja, elas não precisam mais ter uma nação, as empresas são do mundo; elas são transnacionais. Isso é um problema muito sério para a produção de tecnologia e tudo mais.

Wagner Corradi – Atualmente, sou diretor do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA), mas sou também professor

da UFMG na área de Física. Refletindo sobre o que foi falado, quero fazer um comentário sobre a fala da professora Gislene. Acho que a parte fundamental desse trabalho que você está fazendo não é o resultado. O fundamental foi aquele pequeno ponto em que houve a inovação: quando você disse, “Vou colocar a muda em um cano mais longo para alongar as raízes e possibilitar que a planta não morra rápido.” Esse é o ponto.

Um dos aspectos que quero abordar em seguida na nossa discussão é que o método é a inovação. Na minha opinião, isso tem sido abordado de maneira errada. Deveríamos tratar toda a produção de conhecimento como inovação: cada artigo escrito é uma inovação. Ao dizer que algo pode ou não pode ocorrer – isso é a inovação. É a colocação de mais um “tijolo no muro do conhecimento”. Quando falamos de fazer escolhas e nos perguntamos sobre que solução queremos, a solução que tenho, e sobre a qual gostaria de ouvir o comentário da mesa, é que estamos deixando de olhar para a parte fundamental disso tudo: esquecemos que cultura é maior que educação.

Quando nos distanciamos dessa noção, isso foi prejudicial para nós. Quando nos perguntamos “Para quem?”, não seria essa a pergunta, mas, sim, “Nós queremos?” O Brasil quer? Quando ele coloca a questão das indústrias globalizadas, em que não se tem mais fronteiras, e tenho enfrentado problemas desse tipo. Para terem uma ideia, temos um telescópio russo no LNA com o qual fazemos observação espacial. Por erro, escrevi a palavra “guerra” numa comunicação com eles, isso criou uma grande confusão por lá. Como estou num nível hierárquico alto, e eles são muito hierárquicos, ao dizer “guerra” responderam, “como assim? Não é guerra! É conflito”, existe uma negação.

Entretanto, essa negação, é um fenômeno global e passa por isso que estamos discutindo aqui. Evidentemente, somos uma elite intelectual com capacidade de tomar decisões, mas é necessário ouvir às pessoas. O que a sociedade quer? Ou seja, temos a possibilidade, partimos de um processo em que a gente recupera a história, percebe os erros, mas o que, de fato, as pessoas querem? Ao olharmos para a publicação *Ciência & Sociedade* alguém poderia dizer, “São os mesmos assuntos, isso está ficando maçante”.

O nosso PPA, o Plano Plurianual, está na versão 4.0, mas não mudou nada. Precisamos nos perguntar seriamente: estamos indo ao caminho certo? Talvez fosse o caso de reiniciar toda a construção do processo. Isso é algo que vou abordar na minha apresentação: nós já começamos, em geral, nos tratando como lixo, como se não tivéssemos valor. O médico, ao se formar, pode curar ou matar alguém. Um engenheiro, faz uma ponte, e o mesmo pode ocorrer. Entretanto, nós, físicos, astrônomos, historiadores, nós somos bolsistas até os 30 anos de idade. Não devíamos ser bolsistas – devia ser um salário, é um emprego. Não é geração de renda quando não se devolve o que se ganha ao país.

Minha pergunta, então, é sobre a sociedade: que sociedade é essa? Será essa sociedade que o professor Rizzo menciona, que não sabe que caminho tomar, que talvez esteja tão superficial que perde a noção do que é o caminho. É impressionante o jogo feito entre verossimilhança e verdade. Reúnem uma coleção de factoides, de pequenos fatos e geram uma representação que é factível, que é verossímil, mas que leva

a um caminho sem saída. O que vemos hoje é muita gente se entrincheirando naquele lugar sem saída, cavando mais. O nível da loucura do negacionismo é tal que não se consegue mais sair desse lugar.

Estamos na posição de indicar qual é o caminho de saída, e afirmamos, ciência é importante. Será a ciência importante, ou será a cultura importante? Será que primeiro teremos que fazer o esforço para interromper esse processo para depois caminhar – para não caminhar arrastando? Será esse movimento do grupo, esse arrasto, que causará a mudança? A sociedade quer isso? Estamos pedindo mais dinheiro, mais formação, pedimos para focar e para escolher. Assim, minha pergunta a vocês é esta, estamos de fato fazendo o ataque da maneira correta? Eu pergunto, quantas disciplinas de história da física temos em qualquer curso de física no país? Uma, e muitas vezes oferecida por alguém que gosta de ler sobre o assunto, não é um historiador da ciência.

Desconectamos o curso de física do curso de filosofia, pois esquecemos que somos filósofos naturais. Discussões como esta, fazemos, pois gostamos de compartilhar, mas frequentemente somos os primeiros a colocar barreiras. Gostaria de ouvir de vocês como pensam sobre isso.

Alan Alves Brito – Sou professor da UFRS, e na sequência poderei também apresentar algumas ideias. Estava ouvindo atentamente às falas e, primeiramente, quero agradecer por estar aqui, participando desta discussão. Acho que as apresentações e as perguntas trouxeram várias questões fundamentais de serem abordadas sobre a relação entre a sociedade, o desenvolvimento e os problemas nacionais, e me senti muito representado pela fala do professor Olival, pois trouxe questões que são muito importantes para a discussão.

Observando a história, notamos que a ciência atua em uma dinâmica com o sentido de combater desigualdades, ao mesmo tempo em que reforça desigualdades. No Brasil, a partir das falas aqui trazidas, percebemos que os projetos de desenvolvimento que estão em jogo ficam evidenciados. A professora Gislene trouxe a questão de ouvir as outras vozes. Os sistemas de ecologia, por exemplo, que trazem as vozes dos povos indígenas e quilombolas, das comunidades tradicionais, que têm outro projeto de desenvolvimento. Nós acabamos não ouvindo, não escutando essas vozes.

Também foi mencionada a escola pública e a educação de qualidade. Eu gosto de lembrar sempre que a educação pública no Brasil é um território negro, é frequentada majoritariamente por estudantes negros, mas as perspectivas, as metodologias e as oportunidades são extremamente desiguais e não perpassam esse outro projeto de desenvolvimento.

Ou seja, historicamente, a maior parte da população brasileira foi excluída desses temas de ciência, tecnologia e desenvolvimento. Na minha apresentação falarei mais sobre isto, mas, a partir daquilo que vocês colocaram, gostaria de lhes fazer uma pergunta objetiva: Tendo em vista as diversas escalas temporais que apareceram aqui, neste momento, no Brasil de agora, do século XXI – qual seria o grande problema nacional que relaciona ciência, tecnologia e desenvolvimento?

Fernando Rizzo – Quero comentar sobre a globalização. Na

minha apresentação, comentei aqueles estudos de 2007, em que eles colocaram sempre como perspectiva o fato de estarmos em um mundo globalizado. A solução da Coreia, que se considerava um “camarão entre duas baleias”, ao se comparar com China e Índia, e a Coreia sabia que não era com o mercado próprio que conseguiria certos resultados, e a Coreia conseguiu realizar coisas fantásticas.

Mais uma vez, quero deixar claro que o problema da industrialização será sempre importante, por ter, a reboque, a questão do emprego. O problema hoje é que com as novas tecnologias se está promovendo claramente um desemprego em massa, pois as pessoas não têm tempo de se reciclar para as novas oportunidades de trabalho, gerando uma situação em que, por um lado, há falta de profissionais para a área de tecnologia da informação e, por outro, uma multidão de desempregados sem oportunidades de emprego.

Há aquele exemplo interessante das pessoas que cortavam gelo nos lagos no início do século XX para as cidades. Eles viviam disso, cortavam gelo para fornecer. Quando surgiram as fábricas de gelo, isso se tornou um comércio. Foi quando surgiram as geladeiras em casa. O que aconteceu foi que o pessoal que trabalhava em cada um dos comércios desapareceu. O efeito da nova tecnologia geralmente é aniquilar a anterior.

Com relação à globalização, concordo que é um fato implacável. Eu conheço um pouco mais do exemplo da indústria siderúrgica, hoje, os centros de pesquisa dessa indústria são globais. A ArcelorMittal, por exemplo, que era de Tubarão e foi comprada, como todas as indústrias siderúrgicas brasileiras, são internacionais. O seu centro de pesquisas, portanto, compete com o centro de pesquisas da ArcelorMittal do mundo todo.

Com relação ao comentário do professor Wagner Corradi, a realidade, às vezes, é inexorável. Eu gostaria de dar soluções, mas sempre brinco que todo problema, por mais difícil que seja, sempre admite uma solução simples, elegante e errada. Evidentemente, apresentamos soluções, mas não é simples fazê-lo, e nem as soluções são simples.

Acompanhar o desenvolvimento das instituições no Brasil, como o CNPq e todas mais, nos mostra como o nosso sistema é um sistema bem-informado. Evidentemente, está sempre sujeito a algumas intempéries, que eu diria são muito influenciadas pela política. Podemos ter até um bom modelo, se não houver condições de colocá-lo em funcionamento, ele acaba não avançando.

Quanto à pergunta se estamos na direção certa, eu diria que o que se observa é que, sim, em algumas áreas o país avança, em outras, não, perde oportunidades, mas isso ocorre dentro de um jogo de poder, em que há pressões diversas. Trata-se de uma luta inglória.

Sobre qual seria o grande problema nacional, eu diria que a educação é o grande problema nacional. Embora já tenhamos a universalizado a educação, o seu nível é ainda muito insuficiente. Mais uma vez, é fácil falar de soluções, entretanto, o estado do Ceará mostrou, recentemente, como, através de um processo contínuo que começa na cidade de Sobral e vai se espalhando por outros municípios e até ultrapassa as fronteiras do estado, se espalhando pela região. É um modelo em que as melhores escolas recebem um prêmio, e têm que apadrinhar as piores escolas. Dessa forma, produz-

se um círculo virtuoso. Como falei, há soluções. Elas tomam tempo, precisam ser, primeiro, colocadas em discussão.

Com relação à cultura, acredito que o Brasil tenha cultura de alta qualidade, mas tenho as minhas dúvidas se podemos buscar as soluções dos problemas somente com base na cultura. Volto ao exemplo do *smartphone*. Se você for a uma comunidade carente, as pessoas lá vão querer o *smartphone*. Não adianta, por exemplo, apresentar um celular monocromático, que possibilita falar e é muito barato – as pessoas não vão querer.

Quanto à questão dos carros elétricos, dos quais sou partidário, totalmente, mas, temos que levar em conta também que a produção de silício é altamente antiecológica. A produção de silício como insumo para os painéis fotovoltaicos é muito antiecológica, ou seja, vem um problema com aquilo que se apresenta como solução. Tanto é que temos o hidrogênio verde, azul, cinza, branco – são vários tipos, por conta dos impactos ambientais que eles têm. Assim, eu diria que não existem soluções simples. O que temos é muitas possíveis soluções e precisamos adaptá-las.

Quero insistir na importância de olhar para as experiências que funcionaram, que deram certo. Por exemplo, a Índia, na época de Nehru, decidiu fazer o seu desenvolvimento totalmente usando tecnologia nacional. Até o fecho ecler precisava ser feito por uma empresa nacional. Foi uma catástrofe. Nós, aqui, tivemos a reserva de informática – o que aconteceu? Ficamos com “carroças” aqui, que eram mais caras. Tudo porque tínhamos que produzir aqui. Não é simples. Podemos saber qual é a solução, qual a direção que devemos tomar em direção a ela. Isso não garante que conseguiremos persegui-la.

Estudante – Estou muito angustiada, apreciei muito a discussão, mas fico angustiada com a conversa sobre buscar soluções. Será que sabemos a direção a tomar? Acho importante a questão de ouvir a população, ouvir a sociedade, incluindo discutir o que estamos chamando de sociedade. O que me angustia é essa questão. Talvez, como foi dito, seria o caso de parar tudo para ouvir as pessoas na rua, o que já estão fazendo. Acredito que, na academia, muitas vezes temos produções que se distanciam da vida cotidiana e se descolam da realidade. Será papel do acadêmico, do intelectual, propor soluções? Seria o nosso papel somente analisar o mundo, a natureza, e deixar as soluções para outros? Quando me vejo nesse lugar de cima para baixo propondo soluções, isso é um caminho que me angustia.

Gislene Ganade – Vou responder com um exemplo; as pessoas querem soluções. Nós temos condições de dar soluções, pois estudamos muito tempo. Nós compreendemos o método científico que propicia gerar mudanças tecnológicas e de paradigma. O exemplo que dou é belíssimo que aconteceu na Amazônia. Ele diz respeito ao peixe pirarucu, que devem conhecer, é um peixe gigante, conhecido como “o bacalhau da Amazônia”. A população de pirarucu estava em terrível decréscimo. Um grupo de pesquisadores trabalhou, então, com a dinâmica populacional do animal, para poder entender até que limite se poderia pescá-lo, ou seja, em que ponto a população declina, em que ponto se estabiliza e em que ponto cresce.

Eles trabalharam no Lago Mimirauá junto com as pessoas, com regras que elas identificaram que as possibilitava medir a quantidade de peixes que havia no lago. Esse é um peixe que respira, ou seja, sobe até a superfície para respirar e voltar ao fundo. O ribeirinho é capaz de contar, “aqui tem 500 pirarucus.” Quando conferiam a medição, era aproximadamente correta, os ribeirinhos eram muito bons em medir.

O que fizeram foi trabalhar com as populações ribeirinhas desses lagos e a contagem, regulando a quantidade de pesca para o número exato que evitasse o declínio populacional. Isso foi uma revolução na Amazônia. O pirarucu era um peixe que, quando eu fazia coleta de dados para meu doutorado na Amazônia, estava decrescendo, era raro demais, não se podia nem comer, agora está aí, é o bacalhau da Amazônia, está sendo exportado. Foi uma coisa tão simples: as pessoas querem a solução. Elas querem isso da ciência, querem isso da tecnologia.

Não se trata de uma questão de chegar de cima para baixo. As pessoas têm necessidades que, quando supridas de diferentes maneiras, isso os fará felizes. No nosso trabalho que mostrei, no Nordeste, as pessoas estão muitas vezes preocupadas com o que vão comer no dia seguinte. Então, é importante dar oportunidades – e as pessoas vão agarrar isso com unhas e dentes. Elas sempre vão escolher estar melhor, comer melhor, ter algo melhor para fazer, para usar. Isso é do ser humano. Nós temos como trazer isso para a sociedade.

Referências

NOLAN, Christopher. **Oppenheimer**. Obra cinematográfica. s.l.: IMAX, 2023.

SARAMAGO, José. **Ensaio sobre a Cegueira**. Lisboa: Caminho, 1995.

MAZZUCATO, M.; DOSI, G. (Eds). **Knowledge Accumulation and Industry Evolution: Pharma-Biotech**. Cambridge: Cambridge University Press.

A ciência e a sociedade no Brasil e no mundo entre 1963 e 2023: apresentação à mesa redonda

*Heloisa Meireles Gesteira*¹

Começo parabenizando aos professores Antonio Augusto Videira e Márcio Albuquerque pela iniciativa de organizar esta discussão tão cara também para nós no Museu de Astronomia (MAST), especialmente para nós de história da ciência, para quem é importante entender esses meandros da ciência, da sociedade e da configuração do país e, aqui, vamos abordar o tema de ciência e sociedade de 1963 a 2023.

Em texto de 1962, publicado em *Ciência & Sociedade* em 1963, chamado *A significação da ciência no mundo contemporâneo: o problema brasileiro* (Leite Lopes, 1962), ele diz:

A ciência tem sido chamada a desempenhar um papel decisivo na vida de vários povos quando estes, em vários momentos da história, estiveram sob a ameaça de desafios e catástrofes. O êxito da intervenção da ciência em cada caso dependeu de dois princípios fundamentais óbvios. 1. A ciência floresceu no país ao ponto de existirem homens capazes de contribuir para a solução dos problemas graves de emergência. 2. As autoridades responsáveis tiveram a sabedoria de convocar os cientistas e dar-lhes meios para a realização da tarefa (Leite Lopes, 1963).

Acho que, a partir dessa questão que ele coloca, nesse texto, Leite Lopes faz história da ciência, que merece um futuro artigo sobre essa visão. Passo para o professor Juan Queijo Olano que fará a primeira apresentação.

¹ Doutora em História (UFF, 2001). Professora da PUC Rio e pesquisadora titular do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MCTI).

Ciência e sociedade: reflexões do passado e do futuro

Science and Society: Reflections about the past and the future

Juan A. Queijo Olano¹

Resumo: Este artigo pode ser entendido como uma análise da história do periódico *Ciência & Sociedade* quanto ao conteúdo, propósitos, alcance e significado. Desenvolve também a relação entre ciência e sociedade a partir do título do periódico.

Palavras chave: *Ciência & Sociedade*; Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas; História da Física no Brasil; José Leite Lopes.

Abstract: This article can be understood as an analysis of the history of the journal *Ciência & Sociedade* in terms of content, purposes, scope and meaning. It also develops the relationship between science and society based on the title of the journal.

Keywords: Science & Society; Brazilian Center for Physics Research; History of Physics in Brazil; José Leite Lopes

Uma forma de celebrar o aniversário da série *Ciência & Sociedade*, é refletir sobre seu sentido. Por que *Ciência e Sociedade*? No final do texto pretendo discutir esses conceitos, bem conhecidos, mas gostaria de começar – para ajudar a pensar esse título – centrando a nossa atenção nessa pequena letra, “e”.

Existe relação entre a ciência e a sociedade? O que pensou o criador de “*Ciência & sociedade*”, sessenta anos atrás, quando imaginou esse nome? Ao comemoramos o seu 60º aniversário, merece isso ser analisado. Cabe ser analisado à luz do papel desempenhado por José Leite Lopes nela, o que também é motivo de comemoração hoje, quando o seu arquivo intelectual é aberto ao público.

Como já disse, mais do que analisar o que a palavra *ciência* e a palavra *sociedade* designam, interessa-me analisar a conjunção que as une, aquele “e” que estabelece uma ponte entre os dois conceitos, entre as duas definições de atividade humana. Porque esse “e” é, acima de tudo, uma tentativa, uma aspiração, um ideal de tentar unir dois espaços que são concebidos como separados, e a pergunta que me proponho a fazer é saber por que eles são separados. Por que a ciência

está separada da sociedade? Em que sentido está separada da sociedade, se é que sempre esteve separada da sociedade, e por que é importante construir essa ponte, esse “e” que aspira a uni-los.

Não quero falar sobre a ciência em geral, mas sobre a física em particular, porque pretendo falar sobre José Leite Lopes, sobre seu papel, não como físico, mas como alguém que queria ocupar o lugar desse “e”, o lugar de alguém que desenvolve uma ciência, a física, que havia se tornado extremamente complexa, sofisticada e inatingível quando começou a praticá-la, mas que quer se tornar uma ponte para os problemas da sua sociedade, do Brasil.

Ciência além dos resultados

Com apenas 24 anos de idade, antes da sua partida para os Estados Unidos, Leite Lopes fez um discurso de formatura para os formandos da Faculdade de Filosofia da Universidade do Brasil (atual Universidade Federal do Rio de Janeiro). Apesar de ainda curta carreira acadêmica e da sua juventude, foi claramente um discurso carregado de uma atitude intelectual militante, refletindo suas preocupações sobre como pensar a ciência na sociedade. Em uma passagem, que considero impressionante para um jovem de 24 anos, ele diz o seguinte:

Além de sua importância técnica e do seu alcance filosófico, possui também a ciência um valor moral que é, certamente, o mais relevante de todos. Existe na pesquisa científica, como em todo trabalho intelectual honesto, um plano de conduta, de amor à seriedade e ao bem, de simplicidade humana. O grande mal é justamente este: os que buscam os resultados das mãos do sábio para aplicá-los esquecem-se de receber os critérios de aplicação, esquecem-se de que as teorias, as equações e as experiências são, antes de tudo, verdadeiras obras de arte, poemas tecidos em louvor das virtudes espirituais do homem. Esquecem-se de receber também, os predicados humanos do sábio e de que a vida do homem de estudo, através de todos os sofrimentos, tem um objetivo supremo a atingir: o melhoramento das condições humanas, o progresso das sociedades tendo como base o indivíduo livre, bom e construtor (Leite Lopes, 2012 [1943], p. 3).

Acredito que essas declarações do jovem Leite Lopes, de apenas 24 anos, escondem grandes verdades sobre a ciência, que nem sempre são bem compreendidas pela própria comunidade científica. Pensemos que esse jovem aspirante a físico está nos dizendo algo extremamente relevante: a ciência não são os seus resultados. Longe dessa ideia, a ciência é justamente tudo o que está envolvido na busca de um resultado, seja ele obtido ou não. Penso nessa ideia de um jovem físico latino-americano, uma ideia proferida 20 anos antes de ser sistematizada, organizada e viralizada na obra *A Estrutura das Revoluções Científicas*, produzida nos Estados Unidos por Thomas S. Kuhn (1962). A minha impressão é a de que a obra de Kuhn, a sua chamada virada para a prática científica, para a história científica, tem a ver com essa ideia tão clara e enfática em Leite Lopes: a ciência não é só os seus

¹ Juan Andrés Queijo Olano (Montevideo, 1979) é Doutor em Filosofia (UERJ, 2021) e Mestre em Filosofia Contemporânea (Universidad de la República, 2016). É professor e pesquisador da Universidad de la República. Suas publicações mais recentes têm abordagem dentro dachamada Historical Epistemology, onde pode ser destacado o trabalho feito com estágio no Max Planck Institute for the History of Science (Berlin, 2017). É membro dos grupos de pesquisa sobre História e Filosofia da Física (Udelar), e Instituto de Estudos Sociais e Conceituais de Ciência, Tecnologia e Sociedade (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro, Oficializado no CNPq); é membro do Comitê Acadêmico da Revista *Em Construção* (Rio de Janeiro). Atualmente é professor (Grado 2) do Departamento História e Filosofia da Ciência, e professor de História das Ideias do Centro Universitário da Região Este (Udelar).

resultados.

A posição de Leite Lopes sobre o papel da física: formação, pesquisa e papel da comunidade científica para os países em desenvolvimento

É claro que, como físico profissional, Leite Lopes sempre trabalhou para obter resultados. Como poderia ser um físico, um cientista, sem tentar obter resultados? A questão é o que entendemos por resultados, o que a História da Ciência entende como Resultado, com inicial maiúscula.

Resultados, com maiúscula, poderiam ser considerados – na época em que Leite Lopes iniciou a sua formação profissional em física – os artigos de Einstein de 1905 e sua generalização da teoria da relatividade de 1915; os avanços da jovem geração da mecânica quântica de Heisenberg, Pauli, Schrödinger, Dirac e outros. Todos esses foram autores de grandes resultados, pois abriram caminho para novas pesquisas experimentais e teóricas. Leite Lopes era um jovem querendo entrar nesse mundo, mas consciente de que a importância desse mundo não eram os resultados. Tenho a impressão de que Leite Lopes nunca abandonou essa ideia, mesmo quando estava em Princeton, trocando correspondência com Wheeler e Josef Maria Jauch sobre a teoria dos mésons e seu papel na interação nuclear forte, ou compartilhando com o próprio Pauli os resultados do seu trabalho. Esse conhecimento não podia ser tudo, pelo menos para Leite Lopes. Daí que foram outros cientistas as referências intelectuais mais mencionadas pelo próprio Leite: Richard Feynman (1918-1988) e Mario Schenberg (1914-1990).

Feynman e Leite Lopes nasceram no mesmo ano. Ao contrário do que ocorre com outras figuras, pode-se ver em Richard Feynman a representação do movimento jovem que irrompeu na física, com uma nova mentalidade, mais preocupado com as demandas que a física despertava do que com o cânone de cortesias e costumes que acompanhavam a classe acadêmica das universidades americanas da Ivy League. O físico americano estabeleceu boas relações com a comunidade brasileira, provavelmente também fascinado pelo charme do Rio de Janeiro. Ele também estava comprometido com o projeto científico que estava surgindo no Brasil: quando a biblioteca do CBPF foi incendiada em 1959, ele foi um dos principais responsáveis por pedir a várias universidades e associações de físicos que doassem material para reconstruí-la. Aprendeu português e, nas ocasiões em que foi convidado a dar palestras pela Academia Brasileira de Ciências – que o tornou membro correspondente – sempre o fez no idioma local, apesar de o costume acadêmico determinar que o idioma a ser usado fosse o inglês.

Com Feynman, Leite Lopes abriu a possibilidade de pensar que a ciência de alta qualidade poderia ser desprovida das formalidades que ele havia experimentado em Princeton. De certa forma, para ser ousada em seus projetos, a ciência precisava dessa vitalidade juvenil. Seja para postular novas ideias ou para desenvolver um projeto de física latino-americana a partir do Brasil, o fogo da juventude parecia ser o motor da possibilidade.

Mario Schenberg foi um dos principais professores de Leite Lopes. Foi com ele que ingressou profissionalmente no campo da física. O próprio Luiz Freire recomendou que

continuasse seus estudos com Schenberg, pois ele também havia sido seu aluno em Pernambuco, na Escola de Engenharia. Schenberg interagiu com Fermi em Roma, com Pauli em Zurique, com De Broglie em Paris e com Gamow e Chandrasekhar nos Estados Unidos. Era um físico que acompanhava a prática da ciência nos centros que motivavam as descobertas mais importantes da época, mas que, ao mesmo tempo, podia se aprofundar em qualquer campo da física. Assim, uma das descobertas mais importantes de Schenberg tem a ver com a manutenção dessa perspectiva pluralista dentro da física. Subjacente à memória de Leite Lopes está essa condição de seu compatriota:

As contribuições de Mario cobrem uma grande variedade de campos da física. Antes de Schwinger, discutiu a função de Green de Klein-Gordon em trabalho publicado pela Union Matemática Argentina. Publicou sobre radiação cósmica, teoria quântica dos campos, mecânica estatística, teoria do elétron, astrofísica, teoria dos muons (sua extensão projetiva das interações mesônicas sugeria violação da paridade), relatividade geral, reflexões sobre geometria e física (Leite Lopes, 1984).

Por que essa característica aberta e pluralista de Schenberg se tornou importante para Leite Lopes? Manter as possibilidades abertas – com relação às estruturas fechadas das instituições, suas agendas, suas metodologias – não é apenas uma característica saudável para a prática científica; ela se torna necessária para aqueles que pensavam em construir ciência em países totalmente áridos para isso, como era o caso de toda a América Latina na época (com algumas exceções).

Não ter uma tradição científica, como era o caso de nossos países em meados do século XX, era uma situação preocupante, mas era um campo aberto de oportunidade para construir com novas regras. Schenberg era uma nova regra, alguém que estudou com Gamow o colapso de supernovas e encontrou a sua explicação nas reuniões e discussões com Pauli sobre neutrinos.

Feynman e Schenberg: juventude, pluralidade, rebeldia, poesia... Um físico como Leite constrói os seus heróis com base naqueles homens que estiveram próximos a ele, que lhe mostraram possibilidades e que, nessa rápida e incompleta interpretação que proponho, o ajudaram a se tornar o intelectual que ele foi.

Diálogo com o mundo para o desenvolvimento da América Latina

O que a letra “e”, ponte entre Ciência e Sociedade, tem a ver com essas breves referências a Leite Lopes? Uma primeira reflexão final que eu gostaria de deixar tem a ver com o entendimento de que a ideia de “físico” (em particular), ou de cientista (em geral), não é única nem universal. Acredito que Leite Lopes era um físico, um cientista, muito mais preocupado com aquela letra “e” que aparece no título da revista *Ciência & Sociedade*, do que poderia estar em entender a ciência e a sociedade de seu tempo. Conhecer a ciência ou a sociedade requer apenas um trabalho metódico, ordenado, guiado por um pensamento estabelecido, seja para segui-lo, seja para questioná-lo; mas conhecer e pensar

a ligação entre ciência e sociedade requer, além do exposto, um certo posicionamento político, filosófico.

Leite Lopes pensa em seus heróis científicos como aqueles grandes físicos que conheceu e que o motivaram não particularmente pelos resultados que alcançaram (inegável em ambos: obviamente em Feynman, mas também em Schenberg), a admiração de Leite Lopes por esses colegas tem a ver com o fato de encontrar neles trabalho e criatividade na física além das convenções, normas e estruturas que ditam essas convenções, normas e regras.

Costumo pensar em Leite Lopes como um físico da margem. Não pelo fato de ter desenvolvido a física à margem do mundo ocidental, como o Brasil poderia ser tido em meados do século XX, mas porque valorizava, me parece, aquela liberdade oferecida pela falta de tradição, a possibilidade de construir um novo projeto, próprio, adequado à sociedade brasileira e latino-americana.

Gostaria de contar uma anedota de meu país, o Uruguai, e de minha universidade, a Universidade da República (Udelar). Não sei quantos de vocês sabem, mas, no Uruguai, até 1985, havia apenas uma universidade, a Udelar, que foi fundada em 1849, alguns anos após a declaração da independência do país. Historicamente, ela tem sido uma universidade dedicada ao treinamento de profissionais, a elite política que deve dirigir o país. Assim, primeiro, foram criadas as faculdades de direito, jurisprudência, depois a de medicina e, enfim, a de engenharia.

Entretanto, foi somente no início do século XX, de forma muito gradual, lenta e modesta, que se começou a discutir a importância de se cultivar a ciência na Universidade. Isso gerou alguns frutos, também lentos e modestos, como a criação de dois institutos, um de Física e outro de Matemática, na Faculdade de Engenharia; e, alguns anos depois, a criação da Faculdade de Humanidades e Ciências. Esses primeiros marcos, lentos e modestos, possibilitaram a construção – lenta – de comunidades científicas modestas, com forte ênfase na matemática.

Em 1966, apoiado principalmente por uma jovem geração de matemáticos e alguns físicos, o engenheiro Oscar Maggiolo chegou à Reitoria da Udelar. Ele propôs uma mudança, não lenta e modesta, e essa mudança era criar Institutos Centrais de Pesquisa, principalmente em áreas básicas. No que diz respeito à Física, em 1966 ele organizou uma reunião com os físicos do país (WS Hill, Félix Cernuschi, Caticha Ellis) e duas figuras estrangeiras, como J. J. Giambiagi e o ganhador do Prêmio Nobel de Física Emilio Segré. Maggiolo queria construir institutos centrais de pesquisa científica, porque a própria universidade mostrava as dificuldades intrínsecas de uma instituição que nunca havia sido concebida para esses fins, mas para uma formação profissionalizante.

O fato é que, naqueles anos, Darcy Ribeiro estava morando em Montevideú. Ribeiro escreveu a Leite Lopes no início daquele ano para participar da reunião organizada por Maggiolo, propondo-lhe inclusive a direção do Instituto de Física com um salário fora do comum para nossa região. Leite, que acabara de voltar de Paris, deveria pedir licença, mas o pedido oficial do governo uruguaio nunca chegou, e a ideia de Leite Lopes participar da discussão sobre a criação dos Institutos Centrais de Ciências e, eventualmente, poder dirigir o Instituto de Física, acabou não sendo aceita. No

ano seguinte, em 1968, quando a proposta para os Institutos estava sendo discutida, mas não pôde ser concluída devido a problemas políticos no Uruguai, Leite escreveu o seguinte para seu amigo Darcy:

Devo dizer-lhe com toda franqueza que o trabalho do Maggiolo, que contém importante contribuição, deixa totalmente de lado as contribuições de latino-americanos que pela primeira vez tiveram a coragem de abordar certos temas sobre ciência e tecnologia, inclusive a explicação dos obstáculos opostos ao desenvolvimento científico no Terceiro Mundo como devidos ao caráter alienado da economia e não a ignorância de personalidades governamentais. O tema é aí repetido, mas tudo se passa como se ninguém antes houvesse discutido, com risco, e com prioridade o tema. Não deixarei de mencionar nomes como os de Walter Osvaldo Cruz, Haity Moustache e seus colegas do Instituto, os quais devo tantas discussões esclarecedoras. Naturalmente Maggiolo não podia deixar de citar o Embaixador Carlos Chagas e creio que ele deveria ter sido convidado (Carta de Leite Lopes a Darcy Ribeiro, 15 de março de 1968).

Se faço essa observação é porque, nos últimos meses, ressurgiu a ideia de criar Institutos Centrais de Pesquisa na Udelar que, naquela época, nunca foram criados, pelas questões políticas do próprio Uruguai. A discussão que faz parte das discussões universitárias atuais continua mantendo os problemas que Leite Lopes apontou: se, por um lado, pretende-se gerar espaços de pesquisa em áreas básicas do conhecimento, com institutos de qualidade e de vanguarda dentro da Universidade; por outro, nem sempre é compreendida a ideia de Leite Lopes de que essa pesquisa latino-americana precisa estar em diálogo com a sociedade uruguaia, reunir as experiências latino-americanas e assumir que o desenvolvimento científico orientado para a melhoria de nossas sociedades é possível; e que isso não é isolamento. Essa é a verdadeira ponte que, acredito, Leite Lopes tentou construir.

Ciência e sociedade para o futuro na América Latina

O tempo de Leite Lopes não é mais o nosso. As condições, os propósitos e as perspectivas que ocupavam os intelectuais na década de 1960, quando a revista foi criada e quando Leite escreveu muitos artigos sobre a relação entre ciência e sociedade, não correspondem mais ao nosso mundo. Era uma época de mudanças, quando grande número de intelectuais e cientistas – como Amílcar Herrera, Manuel Sadosky e Jorge Sábato, entre outros – refletia sobre como a ciência poderia ser uma ferramenta para o desenvolvimento de nossas nações latino-americanas.

Entretanto, aquele mundo de possibilidades está muito distante do nosso e, portanto, quando nos deparamos com a questão de saber se existe uma relação entre ciência e sociedade, podemos pelo menos começar dizendo que essa relação não é a mesma que era percebida há 60 anos.

Por que não é a mesma? Em primeiro lugar, porque nem a ciência nem as sociedades são as mesmas. Uma carac-

terística peculiar dos últimos 60 anos foi o avanço da complexidade tanto na ciência quanto em nossas sociedades. Se pensarmos em ciência, a própria singularidade do termo para abarcar um complexo extremamente diversificado de atividades e práticas científicas nos fez questionar se é apropriado continuar a aglutinar em um único termo (singular) o que vemos como uma pluralidade diversificada de práticas científicas. Em outras palavras, a ciência não é mais uma, não tem mais uma única expressão ou modelo, ela é múltipla, diversa e, muitas vezes, uma ciência é irreduzível à outra.

Acho que pode ser um erro tentar pensar em ciência como algo único, monolítico. Se pensarmos em todas as áreas que vemos estar em atividade aqui no CBPF, cada uma em seu campo de pesquisa, podemos afirmar que se tratam, cada uma, de uma ciência individual. Sendo assim, é importante levar em conta que a ciência, como prática humana, é algo plural, múltiplo e bastante complexo.

Com o conceito de sociedade, poderíamos dizer algo semelhante. A estrutura social da década de 1960 mudou muito em comparação com a atual. As categorias que costumavam definir grupos ou classes são inúteis diante da complexidade social dos grupos de hoje.

Além disso, os projetos intelectuais também não são os mesmos. Era típico da década de 1960 oferecer grandes narrativas que explicavam a situação mundial, acompanhadas de soluções gerais que pareciam ser capazes de se adaptar ao mundo concebido como tão claramente estruturado. Hoje, a atomização do conhecimento, a força da localidade dos contextos, e o valor das particularidades de cada sociedade tornam quase inconcebível o retorno à era das grandes narrativas, as grandes narrativas sociais e ideológicas que caracterizaram o período da Guerra Fria.

Isso significa que todas as possibilidades de vincular ciência e sociedade acabaram? Não acredito nisso, mas significa que o trabalho desse vínculo dependerá de novos elementos a serem considerados. Um deles é que não será mais tarefa exclusiva dos cientistas oferecer o caminho para o desenvolvimento, porque até mesmo as antigas noções de desenvolvimento estão ultrapassadas. Se o desafio atual é construir sociedades mais justas que ofereçam oportunidades genuínas de vida para todos os seus cidadãos, em uma lógica de desenvolvimento sustentável e igualitário, então a comunidade científica não pode pretender assumir essa tarefa sozinha. Ela será um ator entre muitos, oferecendo as suas contribuições para a realização geral dessa ideia. As ciências não podem mais se arrogar o poder de sessenta anos atrás. Por outro lado, ela deve convencer, no diálogo social, aqueles que duvidam dos seus benefícios, abrir-se para ser penetrada por um número cada vez maior de pessoas e ser submetida a críticas pela sociedade que a abraça. Ela terá de mostrar que grande parte da ciência tem um impacto importante na sociedade, mas que também é necessário cultivar muitas outras ciências cujo impacto é imprevisível, até mesmo extremamente obscuro para o futuro. Além disso, essa convicção só pode ser alcançada quando a ciência também mudar as práticas que não incentivam esse diálogo aberto com a sociedade.

Foi perguntado, neste evento, quais seriam os grandes problemas nacionais a serem enfrentados pela ciência. Isso é muito difícil de responder. Acredito que, na época de Leite Lopes, os cientistas se colocaram nessa posição por acharem

que poderiam colocar respostas. O mundo hoje percebe que essas respostas não podem ser dadas por somente um grupo, mas construída por muitos grupos em diálogo. Este é motivo para agradecer a esta oportunidade, por gerar diálogo, já que não há um só tipo de ciência, não há uma só perspectiva de sociedade, e a única possibilidade de encontrar respostas é o diálogo.

A relação entre a ciência e a sociedade é uma incógnita sempre presente. Ela dependerá dos esforços contínuos dos cientistas e da sociedade para não deixar que o “e”, a ponte que os conecta, se torne um ponto final.

Referências

LEITE LOPES, José. **Discurso de Formatura dos Bachareis da Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil**, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas: Rio de Janeiro, 2012 [1943].

LEITE LOPES, José. **Carta de Leite Lopes a Darcy Ribeiro**. 15 de março de 1968. Arquivo José Leite Lopes. Rio de Janeiro: FGV/CPDOC, 1968.

LEITE LOPES, José. **Mario Schenberg**: lembranças em sua homenagem. Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas: Rio de Janeiro, 1984.

KUHN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas**. BOEIRA, B.V.; BOEIRA, N. (Trads.). São Paulo: Perspectiva, 2013 [1962].

Ensino de ciências: interface entre Ciência & Sociedade Science Teaching: The Interface between Science & Society

Silvia Fernanda de Mendonca Figueiroa¹

Resumo: Aborda-se a interface entre ciência e sociedade a partir do recorte do ensino de ciências. Apresenta-se igualmente experiências práticas, histórico e questões para reflexão.

Palavras chave: Ensino de ciências; Ciência & Sociedade; História do ensino de física no Brasil.

Abstract: The interface between science and society is approached from the perspective of science teaching. Practical experiences, history and questions for reflection are also presented.

Keywords: Science teaching; Science & Society; History of physics teaching in Brazil.

Agradeço enormemente o convite dos organizadores do evento e do CBPF, assim como a oportunidade de conversar com todos os presentes e participar dos debates. A mesa ontem foi de extremo interesse, bem como a apresentação dos colegas que falaram antes de mim, Juan, que conheci hoje, e Ildeu, que conheço há algumas décadas. Fica aqui, portanto, o meu testemunho de gratidão.

Como o tema da mesa é muito amplo, vai “ao infinito e além” (estou brincando), escolhi fazer um recorte exatamente sobre a conjunção “e”, sobre a qual Juan chamou atenção na sua fala. Assim, para abordar o tema de ciência e sociedade, escolhi falar do tema ensino de ciências, pois penso que essa é uma interface entre a ciência e a sociedade. Esse tema também se adequa ao meu perfil, fiz esse recorte

por atuar tanto em história das ciências como em ensino de ciências ao longo da minha vida. Portanto, é a partir dessa perspectiva que falarei aqui.

A relevância desse tema se dá por conta de uma série de questões, algumas das quais, como vou mostrar, vêm de longa data, pois há uma presença importantíssima da ciência e da tecnologia no nosso cotidiano, mas também a partir de desafios contemporâneos que vivemos.

Podemos elencar as questões importantes nessa temática, e que abordaremos, como segue. Primeiro, a presença da ciência e tecnologia no mundo e no cotidiano. Em seguida, temos que a pandemia tornou a recomposição das aprendizagens um tema ainda mais urgente, por conta de algumas carências e desigualdades que são históricas, mas que foram aprofundadas na pandemia. Vale ressaltar que temos essas desigualdades mesmo sem a pandemia. Essas desigualdades estão enraizadas há muito tempo.

Além disso, vivemos uma “epidemia” de desinformação e negacionismo. A educação científica não é a panaceia para resolver esse problema, mas ela certamente tem um papel crucial a desempenhar, ao qual devemos estar atentos. Este é um desafio importante. Temos outros desafios para os quais a ciência e a tecnologia são chamadas a contribuir. São questões como mudanças climáticas, desastres “naturais”, transição energética, novo mundo do trabalho etc. Como geóloga, sinto que posso trazer essa perspectiva especializada para o debate, possibilitando que entendamos, por exemplo, as mudanças climáticas em seu contexto temporal.

Na parte anterior, foi falado do tempo e do tempo geológico, dimensão que não é apropriada pela população em geral. A dimensão da existência deste planeta traz desafios para o ajuste de nossa compreensão das transformações naturais, ou seja, as transformações do Antropoceno. Além dessa, há a questão da transição energética e a grande transformação que vivemos no mundo do trabalho. Enfim, trata-se de uma série de desafios que a educação científica precisa, no mínimo, enfrentar e buscar dar conta de alguma maneira.

Portanto, minha abordagem será a da história das ciências. Embora o tema seja muito amplo, a saber, a sociedade no Brasil e no mundo nesses 60 anos, e eu tenha ressaltado isso, eu vou extrapolar bastante para antes desse período. Isso porque, para avaliar os pontos que já mencionei, há que se ter presentes algumas das implicações que decorrem de cada um deles. A primeira delas é que será necessário que trabalhemos uma educação científica e midiática de qualidade, crítica, conectada à realidade e à cidadania. Precisamos de uma educação que construa cidadãos. Esse é um trabalho necessário e é um desafio que tem sido trazido por diversos educadores. Ou seja, é necessária uma, perdoem o termo, “alfabetização” científica e midiática para as pessoas em geral, capacitando-as a avaliar as informações, as fontes das informações e sua veracidade.

Outro desafio é romper com o projeto de escola, já denunciado há tempos por sociólogos como Bourdieu e Passeron (1970), que faz da escola uma ferramenta de reprodução social da cultura hegemônica, que passa por cima ou exclui os diferentes, que neutraliza as diferenças. Precisamos apostar numa escola de inclusão, emancipação e justiça social, que contribua efetivamente para isso.

Outra implicação é a que a educação em geral, e a edu-

¹ Geóloga pela Universidade de São Paulo (1981), mestre (1987) e doutora (1992) em História Social pela Universidade de São Paulo, ambos na especialidade da História das Ciências. Obteve a livre-docência em 2001 na Universidade Estadual de Campinas e tornou-se professora-titular em 2006. Seu pós-doutorado foi junto ao Centre Alexandre Koyré d’Histoire des Sciences et des Techniques (França, 2002). De 1987 até 2013 foi docente do Instituto de Geociências da UNICAMP, onde exerceu o cargo de Diretora (2009-2013). A partir de 2014, passou à Faculdade de Educação da UNICAMP. Tem experiência na área de História, com ênfase em História das Ciências, assim em Ensino de (Geo)Ciências e na temática de arquivos científicos, atuando principalmente nos seguintes temas: História das ciências e das Geociências, com ênfase no Brasil; relações entre história das ciências e ensino; documentação científica / tecnológica. Atua na graduação e na pós-graduação, orientando pesquisas de iniciação científica, mestrado e doutorado, bem como supervisionando pós-doutorados. Participa das seguintes associações científicas: Membro, desde 1987, da International Commission on the History of Geological Sciences (INHIGEO - IUPHS/IUGS), ocupando a presidência de 2008 a 2012; Presidente da Sociedade Latino-americana de História da Ciência e da Tecnologia (SLHCT) (1995-1998); Councillor (1997-1999 e 2015-2017), President-ellec (1999-2001) e President (2001-2002) da History of Earth Sciences Society (HESS); Presidente da International Commission “Science & Empires” (IUPHS-DHS) (2001 a 2005). Membro Correspondente da International Academy of the History of Sciences (IAHS) (a partir de 2019). Tem dois filhos, nascidos em 1993 e 1999 (#parentin-science).

cação científica, é um direito fundamental. Isso precisa ir além de ser um bom *slogan*, ou de ser um tema que é sempre repetido em documentos oficiais, mas que seja transformado em prática – precisa estar colocado no cotidiano das nossas vidas como projeto de sociedade. Esses são desafios que precisamos continuar perseguindo e trabalhando neles. Isso, evidentemente, implica entendê-los e, para tanto, como já adiantei, achei necessário recuar mais para trás no tempo, visto ser importante compreender como o ensino de ciências começa e por quê.

O ensino de ciências tem início no século XIX, a partir das mudanças que ocorrem no século XIX já identificadas há muito pelos historiadores, e que vou explicitar a seguir. O ensino até o início do século XIX, nas primeiras décadas dos anos 1800s, era um ensino herdado da Idade Média. Tínhamos, então, essa divisão básica que, às vezes, se perpetua, e ainda mencionamos na nossa nomenclatura, que é a ideia de ensino *primário* e ensino *secundário*. O ensino *primário* incluía leitura, escrita e aritmética, ou seja, uma formação muito básica para formar minimamente a mão-de-obra. Isso seria uma descrição geral. Esse modelo também foi reproduzido no Brasil e em outros países, mesmo com escravidão, então, não era um ensino universalizado. Já o ensino *secundário*, ao qual menos pessoas ainda tinham acesso, era o ensino das línguas clássicas grego e latim. Era, portanto, uma educação clássica que visava separar educados de não educados, impondo uma marca de classe social. Era uma educação claramente excludente. Não quero aqui julgar esses fatos históricos, esse era o projeto de sociedade daquele momento.

Começam mudanças, então, no ensino, com o aparecimento de fortes críticos do ensino clássico e defensores da educação científica. Os defensores do ensino clássico argumentavam que o havia grande valor no desenvolvimento das faculdades intelectuais por meio do conhecimento dos antigos (clássicos) e das matemáticas. Valorizavam a memória, que era central para essa defesa, como qualidade a ser desenvolvida. Podemos observar, infelizmente, que muito dessa marca ainda está presente na nossa escola, com conteúdos que precisam ser memorizados e a crítica que sempre se faz a esse procedimento de “decoreba”. Além disso, também afirmavam que o estudo de línguas e matemática trazia um prazer pessoal que vinha desse conhecimento. De fato, o conhecimento sempre produz prazer pessoal.

Já os defensores do ensino científico apresentavam, como argumento, a presença crescente da ciência e da tecnologia no mundo. Ou seja, não mudou muito daquilo que dizemos até hoje e do que constatamos, como vem sendo repetido há cerca de 200 anos ou mais. Defendiam, também, a importância e a necessidade de julgamento independente e do raciocínio, elementos que a ciência poderia trazer, em lugar da crença na autoridade de palavras escritas e repetidas ao longo de séculos, que era o modelo medieval. Além disso, defendiam a experiência com as coisas do mundo.

Muito dessas defesas podemos identificar em discursos que ainda ouvimos ou fazemos. Trago as palavras de Ami Boué (1794-1881), geólogo e médico austríaco, em pronunciamento na recém-criada Sociedade Francesa de Geologia:

Le dix-neuvième siècle est celui où les sciences ont envahi le domaine public, changé la

civilisation, et enfanté des prodiges. Depuis quarante ans une masse énorme de documents, d'observations, d'expériences, de découvertes, se sont entassés dans les archives scientifiques ; et si l'esprit humain a suffi à cette besogne prodigieuse dans l'espace du tiers d'un siècle, quelles lumières, quelles féeries n'attendent pas nos descendants vers la fin de cette ère toute scientifique ! Partout (...) on voit se former journellement des centres bienfaisants de lumière : ici des écoles, là des sociétés. Dans ce mouvement vers la perfection des races humaines, les sciences physiques et naturelles sont partout au premier rang parmi les études, soit à cause de leurs applications nombreuses et souvent immédiates, soit pour leurs effets salutaires sur l'esprit humain (Boué, 1834, p. 2).²

Mutatis mutandis, seria possível adaptarmos esse discurso e ouvi-lo nos dias de hoje, o que nos faz perguntar: Por que algumas coisas continuam a ser repetidas e continuamos lamentando, ou enfrentando alguns desafios que até se agravam, como aqueles relacionados à negação científica e à desconexão entre as ciências e as diferentes parcelas constituintes da sociedade? Essa reflexão pode ser alargada por outras, entretanto, em nosso tema, seguiremos adiante.

O fato é que, no embate entre o ensino científico e o ensino clássico, o científico saiu vitorioso e, ao final do século XIX, esse ensino está implantado e valorizado em diversos países do mundo, incluindo a educação das crianças. Um exemplo desse fenômeno foi o estabelecimento, nos Estados Unidos da América, dos chamados *Nature Studies*, dos quais um dos seus maiores defensores, promulgadores e praticantes foi Louis Agassiz (1807-1873), naturalista que esteve aqui no Brasil. Nessa proposta, faziam formações de professores durante as férias, faziam viagens, saíam em campo para coletar peixes, conchas, plantas, que eram levadas para as salas de aula. As crianças cuidavam e viam crescer essas plantas e animais – cenas provavelmente parecidas às que a professora Gislene mostrou ontem, naquela atividade das crianças no jardim da escola. Esse modelo foi se enraizando. Evidentemente, isso ocorreu em escalas diferentes nos diversos países, mas foi acontecendo.

Os principais defensores da educação científica eram Thomas Huxley (1825-1895), Herbert Spencer (1820-1903), os Positivistas e, no Brasil, Rui Barbosa (1849-1923), que fez um discurso no parlamento, em 1882, em defesa do ensino

² O século XIX é o século das ciências, onde elas invadiram o domínio público, mudaram a civilização e pariram prodígios. Ao longo de quarenta anos, uma massa enorme de documentos, observações, experimentos e descobertas se acumularam nos arquivos científicos; e se o espírito humano for suficiente para produzir essa conquista prodigiosa no espaço de um terço de século, quantas luzes, quantas maravilhas não aguardam nossos descendentes em direção a essa era completamente científica! Por todos os lados (...) nós vemos formarem-se diariamente centros espalhadores de luzes: aqui escolas, lá sociedades. Nesse movimento em direção à perfeição das raças humanas, as ciências físicas e naturais estão em todos os lugares no primeiro nível dos estudos, seja por conta das suas aplicações numerosas e muitas vezes imediatas, seja por seus efeitos salutares sobre o espírito humano (Boué, 1834, p. 2, tradução nossa).

científico, e que foi emblemático para a história da ciência. Havia, também, debates sobre como fazer esse ensino, principalmente na transição para o século XX. Questionava-se como esse ensino deveria ser tratado, se seria um curso geral em ciências, no qual a geografia física seria a ciência mais geral, por lidar com o globo, com o planeta, e todos os outros processos ocorrem no planeta. Hoje, talvez nem os geógrafos defendam isso, rachados que são entre a geografia física e a geografia humana. Outro lado defendia cursos específicos, como de biologia, química e física, divisão na qual as geociências seriam colocadas de lado. O modelo que acabou vencendo foi o modelo disciplinar, de três ciências.

Outra questão discutida era se o ensino deveria se concentrar nos fundamentos ou nas aplicações, debate que envolvia determinar por onde se começa ou como atrair os estudantes para esse estudo. Essas são questões que até hoje nos perseguem e os professores se perguntam como atrair o aluno, como interessá-lo, que pedagogia ou metodologia de ensino será mais efetiva. Outra questão era sobre a abordagem, se deveria ser feita a partir de princípios gerais ou se do cotidiano.

Aqui vale notar que o ensino de ciências foi implantado de forma inovadora a partir da Revolução Russa, em 1917, na Escola Experimental de Lepehinsky, que conectava o conhecimento científico ao mundo do trabalho de maneira muito interessante, principalmente o trabalho de Nadezhda Krupskaja (1869-1939). Desse modo, encontramos uma infinidade de modelos, perspectivas e tendências que foram debatidas quanto ao ensino de ciências.

Ainda antes do período a que se dedica a nossa discussão desta mesa, a primeira metade do século XX, ou seja, até 1950, o ensino de ciências é caracterizado por historiadores da ciência como tradicional, com informações e conceitos apresentados de forma “definitiva”, fragmentários e estanques, sem qualquer múltipla ou interdisciplinaridade. Se formos observar a prática, encontraremos esse tipo de ensino ainda presente em muitas escolas, em muitas salas de aula, pois mesmo a formação de professores ainda os encaixa para isso.

Nas décadas de 1960 e 70, vivemos o momento em que se usava o chamado método da “redescoberta”, que considerava o aluno como um pequeno cientista, buscando, assim, reproduzir de maneira simplificada uma série de experiências simulando a descoberta científica. Esse é um modelo pensado nos Estados Unidos, no contexto da Guerra Fria, e da perda de espaço para os soviéticos. Esse modelo foi posteriormente muito criticado, por conta do seu reducionismo,

por apresentar uma ideia muito simplista de ciência, em que se resolveria tudo com *kits* de experimentos.

Exemplos de modelos que foram adaptados e utilizados no Brasil em algumas escolas são o do Physical Science Study Committee (PSSC), o do Earth Sciences Curriculum Program (ESCP), o Chemical Bond Approach (CBA), o Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) e o Science Mathematics Study Group (MSG). Ou seja, para quatro ramos das ciências, a física, as geociências, química e biologia, e para as matemáticas. Chegando ao Brasil, esses modelos foram adaptados e produzidos para cada um desses projetos pelo Instituto Brasileiro de Ciências (IBEC) e pela Fundação Brasileira para o Ensino de Ciências (Funbec).

Nos anos de 1980 e 90, o ensino de ciências no Brasil vai ser novamente repensado, surgem novas metodologias, como a visão das metodologias construtivistas, baseadas nas ideias prévias dos estudantes. Valorizava-se engajar os estudantes a partir do seu saber prévio, sem desprezar suas ideias anteriores. Entretanto, vale observar que havia visões distintas, uns viam as ideias prévias como obstáculos a serem superados, outros com a visão de integrar esses saberes do cotidiano e do conhecimento popular ao ensino. Esse modelo se desenvolve em um momento de crítica à ciência, crise ambiental e de estímulo à multi e interdisciplinaridade, que é algo que, na prática, ainda buscamos que aconteça em algumas escolas.

Nesse ponto, nos perguntamos quais são os desafios do século XXI e que caminho podemos tomar no sentido de ressaltar essa conjunção “e” que o professor Juan ressaltou. Podemos nos perguntar como podemos aproximar ou reaproximar as ciências da sociedade através da educação científica que, embora não seja o único caminho, é um caminho importante e privilegiado. Essa aproximação deve se dar com a sociedade com toda a sua diversidade, as suas desigualdades, as suas iniquidades, mas na direção de uma educação emancipatória, crítica, que possa superar esse quadro com o qual nos deparamos hoje, já mencionado diversas vezes.

Eu acredito que se continuarmos reforçando a visão padrão que se tem de cientistas, não conseguiremos ir muito longe. A Figura 1 mostra uma busca que fiz semana passada no Google Imagens usando a palavra “cientistas”, e observamos o que aparece. Essas imagens talvez representem alguns químicos, ou talvez biólogos em laboratórios específicos. Essa situação já está um pouco melhor do que há alguns anos, pois vemos diversas mulheres aqui representadas. Ainda assim, mostra um estereótipo tremendo daquilo que seria a imagem de cientista veiculada à sociedade.

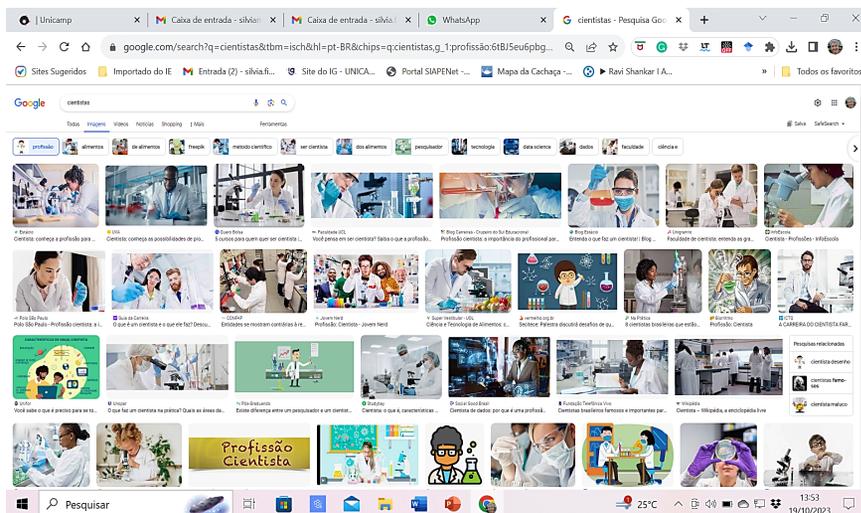


Figura 1 – Pesquisa da palavra “cientista” em mecanismo de busca por imagens.

Fonte: a autora.

Essa visão padrão não ajuda. É importante reconhecer que há linhas de pesquisa que defendem que os modelos (*role models*) ideais são muito importantes como estímulo. Entretanto, temos diversos estudos que mostram que ocorre o contrário. Esses modelos idealizados, em que se toma o exemplo de um grande cientista, como Einstein ou Marie Curie, não são exatamente modelos estimulantes. Foi visto, ao contrário, que esse tipo de modelo pode ser muito desestimulante, pois o aluno não se identifica com a pessoa. Ele pensa, “Ele era um gênio. Eu nunca chegaria lá. Isso não é para mim.” Ou seja, ele se autoexclui e não considera a possibilidade de seguir uma carreira científica.

Nada disso significa que não podemos trazer outras imagens, com novas propostas, como aquilo que vimos ontem com a professora Gislene, que faz a sua ciência literalmente no campo, fora do laboratório. Como geóloga, para mim, o campo é importante e, assim, gostei muito de ver esse exemplo, fora o fato de que o trabalho é lindo em si mesmo, com a recuperação da caatinga. Entretanto, a Figura 1 é algo que nos desafia à reflexão quando fazemos divulgação científica, quando ensinamos ciências, quando buscamos trazer a ciência em diálogo próximo com a sociedade.

Cabe questionar, portanto, qual a origem dessa visão padrão da ciência. Em grande parte, ela se deve à própria historiografia da ciência – este é o local para a autocrítica – muitas histórias são narradas a partir da biografia de grandes nomes, centrando-se nas pessoas excepcionais, nas genialidades, como se fossem a regra. A partir dessa historiografia, podemos observar a construção de mitos diversos, que vêm, no mínimo, desde o Iluminismo, ao final do século XVIII, como o mito de “gênios” versus “ignorantes”, “racionais” versus “obscuros” e “ciência” versus “religião”, entre outros. Chamamos de mitos pois, ao nos aprofundarmos na história da ciência, nenhuma dessas oposições se sustenta, nem de maneira distante. Essa reconstrução histórica é, em geral, feita amparada na concepção iluminista de história, que precisa e está sendo rompida nas últimas décadas, embora o caminho a percorrer ainda seja longo.

Outra origem da visão padrão sobre ciência são idealizações e normativas trazidas pelas reflexões dos filósofos da

ciência, principalmente aqueles que se apoiam menos nos fatos históricos. O professor Antonio Augusto Videira sabe muito bem disso, pois é um filósofo da ciência que tem esse lado bastante forte de pesquisa em história da ciência, bem como vê o desenvolvimento da filosofia na própria história da ciência. Entretanto, diversos filósofos da ciência falam de modo idealizado, de maneira normativa, ou seja, apresentam propostas sobre como a ciência deveria ser, em vez de falar sobre como ela é. Evidentemente, nunca chegamos à verdade total, não se trata disso, mas os trabalhos de sociologia, antropologia e história da ciência têm mostrado dados mais interessantes, ricos e nuançados sobre a prática científica.

Essas visões infelizmente ainda estão presentes nos livros didáticos, pelo menos na grande maioria, e são difundidas por professores em todos os níveis da educação. Começa na universidade com a formação dos futuros professores, dos nossos bacharéis, estabelecendo um ciclo de reprodução que vai desde o ensino fundamental até retornar ao superior. Ainda outro fator de propagação da visão padrão sobre ciência são as visões expostas por muitos autores de divulgação científica que apresentam essa imagem de cientista.

Essas ideias já têm sido criticadas há muito tempo e essa discussão já chega ao ensino de ciências, embora ainda falte muito caminho e esse percurso talvez percorra diversos âmbitos que podem extrapolar o alcance daquilo que podemos ver. Um educador britânico, Derek Hodson (1985), já em seu tempo, defendia a ideia de que precisamos aprender ciência e aprender sobre ciência, ou seja, entender, também, como a ciência funciona, as suas diferentes interações, as suas dinâmicas. Isso significa pensar a sociologia da comunidade científica, na sociologia das práticas mais concretas da ciência e da tecnologia.

Nesse caminho, a história e filosofia das ciências, campos que, ao serem desdobrados para o ensino, chamamos de “natureza das ciências”, tem ganhado espaço. Há revistas importantes que têm publicado sobre isso. Está aqui a colega Andreia Guerra que presidiu o Grupo Internacional de História e Filosofia da Ciência e Ensino, que gira em torno da revista *Science Education*, e que tem reflexos em outras revistas e produções. Nessa esfera, busca-se trazer esse de-

bate e a crítica à visão padrão de ciências para dentro do seu ensino.

Podemos identificar, no século XXI, algumas tendências, como a de Alfabetização Científica (AC); Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP); e Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), que representam buscas que a comunidade de educadores de ciências tem tentado introduzir e caminhar por elas. Temos muita pesquisa sobre isso acumulada, principalmente nas primeiras décadas do século XXI, no mundo e no Brasil, pois também temos muitos trabalhos nessa direção.

Mais recentemente, a proposta de ensino crítico e emancipatório, de Paulo Freire (1921-1997), tem entrado com cada vez mais força no ensino de ciências. Além disso, observamos o crescimento da ideia de uma educação para a cidadania, pensando em uma educação inclusiva em todos os sentidos, diversa em todos os sentidos, inclusive nos sentidos epistêmicos, ou seja, trazer conhecimentos de outros grupos, que têm tanto saber acumulado e válido quanto quaisquer outros, e que são incluídos, em diálogo com o saber científico ocidental.

Outra proposta que vemos surgir cada vez mais é a de fazer conexões com o mundo real e o cotidiano no ensino de ciências de maneira mais efetiva, utilizando problemas reais, em vez de simulações de problemas. Assim, no lugar de imaginar problemas e soluções, trazem-se os problemas das comunidades em que o ensino se dá, e vemos experiências lindas, como a que a professora Gislene apresentou sobre o trabalho com o grupo dela de educação ambiental e em parceria da comunidade com a universidade.

Também podemos afirmar que hoje já observamos a prática de multidisciplinaridade de fato, e não só como discurso. Trata-se de efetivamente trazer o diálogo entre diferentes disciplinas. Isso é mais fácil e mais factível ao se trabalhar com problemas concretos, com problemas reais do cotidiano. Enfim, vemos ganhar fôlego a proposta de educar para um mundo que está em transformação, como tem sido dito em alguns trabalhos, de educar para a incerteza.

Em nosso debate da parte anterior, vimos que havia questões que eram mais urgentes do que a pausa para o café. Pudemos ter um exemplo da angústia que as pessoas expressam sobre a sua vivência, e é uma angústia real. Ninguém tem condições de prever o que será, nem mesmo de fazer descrições tão exatas. Contudo, precisamos formar os nossos alunos, formar os cidadãos para poderem lidar com essas transformações que ocorrem em ritmo cada vez mais rápido e que são cada vez mais surpreendentes. Do dia para noite, nos vimos todos trancados em casa, no mundo inteiro, por conta de uma pandemia. Como lidar com isso sob todos os aspectos? A educação em ciências, repito, não é uma panaceia, mas é importante para essa possível transformação.

Evidentemente, não devemos ser ingênuos e achar que o nosso trabalho será efetivo somente com os nossos esforços. Os cientistas sozinhos podem muito, sim, as associações científicas podem muito, se abraçarem essas causas, como têm abraçado, mas precisamos de ação política. Isso se dá em uma dimensão que, às vezes, não podemos alcançar. As políticas culturais, educacionais e científicas precisam ser políticas de Estado, não podem ser políticas de governo – isso é algo sobre o qual parece haver consenso.

Nenhuma transformação será possível se essas questões não forem abraçadas em projetos; e que nos incluam, na perspectiva que estava sendo discutida na mesa anterior, ou seja, a perspectiva do desenvolvimento. Evidentemente, isso é feito com crítica, respondendo à questão de qual desenvolvimento queremos ter, a que lugar queremos nos direcionar. Para encerrar, mais uma vez, obrigada.

Bibliografia

AMARAL, I. A. Currículo de Ciências: das tendências clássicas aos movimentos atuais de renovação. In: BARRETO, Elba S.S. (org.). **Os currículos do ensino fundamental para as escolas brasileiras**. Campinas: Autores Associados; São Paulo: Fundação Carlos Chagas, 1998.

ANGOTTI, José André Peres; AUTH, Milton Antonio. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciências & Educação**, Bauru-SP, v. 7, n. 1, 2001, p. 15-27.

BOUÉ, Ami. **Conferência para a Sociedade Geológica da França**, Paris: N/A, 1834.

BOURDIEU, Pierre; PASSERON, Jean-Claude. **A reprodução**: elementos para uma teoria do sistema de ensino. Lisboa: Vega, 1970.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. 3 ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

DeBOER, George E. **A history of ideas in science education**: implications for practice. New York: Teachers College Press, 1991.

KOHLSTEDT, S. G. **Teaching children Science**: hands-on nature study in North America, 1890-1930. Chicago: University of Chicago Press, 2010.

NARDI, Roberto (Org.) **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil**: alguns recortes. São Paulo: Escrituras, 2007.

TRIVIZOL, Louise; FIGUEIRÔA, Sílvia. O ensino de História e Filosofia da Termodinâmica como meio para o pensamento complexo. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 4, 2021, p. 1315-1340.

Discussão

Helóisa Gesteira – Vamos, a seguir, passar para as perguntas. Antes, entretanto, quero tentar fazer uma provocação. Eu teria várias questões a colocar, mas vou tentar pensar de maneira pontual, sobre curiosidades e questões, e não necessariamente serão respondidas. Professor Juan, uma coisa em chamou atenção e gostaria de perguntar o que queremos dizer quando afirmamos que em certos lugares não há tradição de conhecimento científico. Acho importante problematizar isso. Isso parece ser algo afirmado frequentemente em nossa comunidade, e parece ser algo dado, mas gostaria de pensar o que dizemos quando afirmamos isso. Essa questão também permite pensar que modelo de conhecimento temos em mente quando afirmamos isso. Deixo, então, essa questão para pensar.

Na apresentação do professor Ildeu, que achei muito interessante, fiquei muito curiosa em relação ao seguinte. Nessa atuação sobre a formulação de políticas científicas pelas associações e os cientistas é possível perceber como antes de formular uma política se as pessoas expressam em que sociedade elas estão e o que esperam da ciência nessa sociedade? Ou seja, pensar o cientista enquanto um intelectual tentando implementar as políticas. Pode-se falar do intelectual técnico-científico – como essas associações veem a sociedade? Sei que o mundo dos cientistas é um mundo muito diverso, mas como isso aparece?

Professora Sílvia, compartilho muito dessa ideia de que a forma como se educa para a ciência é importante. Entretanto, tem uma questão pontual que me provoca a pensar. Como podemos apresentar as ciências e o método científico e, ao mesmo tempo, respeitar as diversidades, misturando tudo, ainda que sem relativizar demais. Vimos que isso também não dá certo: ao relativizar muito o conhecimento científico, perde-se algo. Esse parece ser um desafio também, diante de vários outros. Eu imagino, em relação à questão do experimento, que, se mostramos experimentos que dão certo sempre, isso é mágica. Achei interessante, porque essas são questões antigas e atuais. As ciências, às vezes, têm respostas às questões que vão mudando com o tempo.

Passo a uma rodada de questões antes de voltar aos oradores.

Márcio Albuquerque – Primeiro, quero parabenizar a mesa, que se centrou nas questões colocadas pelo tema proposto. Gostaria de comentar a questão do ensino. Que tipo de ferramentas a ciência, no sentido da divulgação científica, dá para o cidadão comum, que está um pouco longe do cientista, para que possa compreender como lidar com aquilo que esse cidadão comum tem diante de si para resolver. O caso típico dessa situação foi a quantidade grande de notícias falsas durante a pandemia. Que tipo de reflexão o cidadão pode fazer sozinho que o levasse a questionar o que está sendo apresentado, sendo capaz de discernir entre as informações. Penso na situação em que o cidadão está sozinho, sem ajuda, o que frequentemente ocorre. Como conciliar o ensino que apresenta as incertezas com essa necessidade?

Olival Freire Jr. – Quero parabenizar as apresentações, que apreciei muito. Tenho duas perguntas. Uma é para o professor Ildeu.

Eu gostei muito do fato de, na sua apresentação, você não ter escondido a existência de opiniões diversas na comunidade científica, sobre certos aspectos das políticas científicas. Acho essa abordagem historiográfica muito importante. Você citou a ambiguidade do José Reis, na Folha de São Paulo, bem como na edição da Reunião Anual da SBPC, já criticando o golpe. Quanto a isso, via de regra, em muitas das publicações que fazemos na comunidade científica, os cientistas são sempre vítimas. Estamos falando do período da ditadura militar. É evidente que, por termos tido muitas vítimas, é natural que, por dever de memória, falemos sempre desses episódios.

Entretanto, o trabalho do historiador precisa ir além disso, identificando essas tensões. Ainda nesse capítulo, eu sou muito impressionado pelos dois extremos; a decisão do

Salmeron, do Tiomno, e dos que estavam na primeira leva dos professores da UnB, de não se curvarem a uma intervenção na universidade, e entregarem os seus cargos. Se não me falha a memória, foram 250 professores. É um exemplo sem precedentes no mundo.

Na outra ponta, eu teria mais um exemplo, que também me impacta muito. A fonte é o livro K, relato de uma busca, de Bernardo Kucinski (2016), que é um romance histórico que descreve a sua busca pela irmã, Ana Rosa Kucinski, química da USP, assassinada pela ditadura em 1971. O que mais me chocou no romance, entretanto, foi a descrição da Congregação da Química da USP, 2 anos depois da prisão, sabendo que ela tinha sido assassinada, votando o seu abandono de cargo, numa imposição da reitoria, para demiti-la da USP. Hoje, ao entrarmos no Instituto de Química, há uma homenagem à Ana Rosa, mas nem as sociedades científicas, nem nós historiadores da ciência vimos isso, estávamos olhando para outro lado. Eu compreendi essa história lendo um escritor que é irmão da cientista falecida.

Cito esses casos que me impactam muito para fazer uma pergunta específica. Você ressaltou a posição dos cientistas contra o uso das armas nucleares. Concordo plenamente contigo, eu falei isso ontem, que o impacto maior do filme Oppenheimer (Nolan, 2023) é a cena final do mundo armado até os dentes. Pelos dados que você colocou, você sugeriu que a ABC e a SBPC se pronunciaram contra proliferação desde o início dos anos 1950, você coloca que foi dos 50 aos 60. De 1970 para frente, eu não tenho dúvida dessa posição. Você tem evidências das posições críticas sobre isso da ABC e da SBPC já no início da década de 1950?

Para a professora Sílvia, a pergunta é mais genérica. Gostei muito da sua apresentação, no seu conjunto. Essas implicações mais críticas que você defendeu para o ensino de ciências, diante desses dilemas do mundo de hoje, como os problemas da sustentabilidade, dos impactos ambientais e tudo mais, em que medida você acha que a nossa comunidade de pesquisadores em ensino de ciências está sensível a esses desafios? Eu não estou me referindo aos divulgadores de ciências, quanto a isso, a sua crítica foi boa. Minha pergunta é quanto à comunidade de pesquisadores.

Juan Queijo – Quanto ao problema da tradição de conhecimento científico. A tradição, pelo menos segundo aquilo que pesquisei, no início do século XX, na Argentina, Uruguai e Brasil, justamente foi quando se viram com esse problema de como construir uma comunidade científica a partir de nada. Ou seja, os problemas eram problemas de outro lugar do mundo, os primeiros físicos profissionais tiveram que encarar esse problema da tradição.

O que me chamou atenção foi o fato de Leite Lopes, sendo tão jovem, reconhecer, simplesmente viajando e voltando ao país, que se poderia estar replicando uma agenda que não é própria. Nesse sentido, é que me referi ao termo, e é um termo que aparece em outros autores. Para muitos, a falta de tradição, que pode ter sido uma dificuldade para muitos nessa época, na minha interpretação, Leite Lopes vislumbrou uma oportunidade, uma liberdade que não seria possível se continuassem com uma agenda de pesquisa que não é própria. É claro que não se pode ficar isolado.

Vamos interagir com essa agenda internacional, tentando

fazer ciência, sobretudo física, segundo os próprios termos. Eu pensei isso porque ele resgata quem são esses heróis, ele reconhece alguns, como Einstein, mais do que a outros, entretanto, resgata outras particularidades de cientistas brasileiros, em vez de construir os seus heróis fora. Há também alguns aspectos da vida humana desses cientistas que muitas vezes são reconhecidos por fórmulas ou leis, mas parece que não têm corpo, que não tinham vida humana. Nesse sentido, acho que Leite Lopes tenta mudar, construir outra história para a física, mais adequada ao seu projeto para o Brasil.

Eu não sei se esse modelo deu certo ou não, mas a ideia de que é possível construir uma agenda própria, que não seja desligada da agenda internacional, mas que também atenda aos problemas nacionais, me parece ter sido um projeto que eles tentaram construir, Leite Lopes e muitos cientistas latino-americanos.

Ildeu de Castro – Quanto à questão que a professora Heloísa colocou, que foi, se compreendi bem, Como os cientistas que pensaram as políticas públicas para a ciência pensavam no sentido mais amplo da sociedade? Eles pensavam, mais amplamente, que sociedade pretendiam, ao levar essas batalhas sobre essas formulações de políticas?

Todos nós somos seres políticos. Ontem, eu estava num embate lá no Ministério, com a destinação de recursos. Podemos nos perguntar quais as visões subjacentes aos que estavam naquela reunião que determina aonde vai o dinheiro do MCTI. Primeiro, há as visões pessoais, a visão de mundo que cada um de nós carrega. Aquilo que se diz “lugar de fala”, cada um está situado no mundo a partir do seu ponto, o que chama atenção à importância da diversidade em qualquer dos órgãos de decisão sobre políticas, pois as pessoas respondem também à sua própria história pessoal. Além disso, há os interesses localizados, as pessoas são movidas pelos interesses pessoais, de carreira, ou de grupo. Quando se vai representando uma sociedade científica, vai-se representando os interesses daquele grupo.

Existem limitações. Às vezes, estamos lá, e temos ideias sobre outras coisas, mas estamos circunscritos ao papel que exercemos lá. Por exemplo, se uma pessoa está representando uma sociedade científica, obviamente, a opinião pessoal influencia, mas não só ele, todo o contexto. Vivemos com as ideologias que estão por trás de todos, que estão presentes em todas essas situações. Entretanto, há uma diferença. Vemos pessoas, como Leite Lopes, por exemplo, em seus textos, todo o tempo pensando em um país diferente, em uma sociedade mais avançada, com desenvolvimento científico. Isso está situado, também, no momento histórico da onda do desenvolvimentismo.

Em outros momentos, certamente é muito incômodo, ao menos para mim, ver pessoas tomando decisões com uma visão muito restrita, uma mente muito miúda. Pelo menos, essa perspectiva não está explícita nelas. Quando uma ideologia não está explícita, ela se torna aquela do usual, do cotidiano, que mantém as desigualdades em que vivemos, em um país que valoriza muito mais o dinheiro do que qualquer outra coisa. Ou seja, as pessoas que não estão pensando nisso, se não o estão, é porque estão absorvendo a visão de mundo que está posta.

Eu não tenho uma resposta que seja clara em nenhum aspecto, mas tem tudo isso, tem todo o espectro político – somos entes políticos, como mencionei – e os cientistas também o são. Eles refletem as visões de mundo da sociedade e, portanto, os seus valores. Evidentemente, temos algumas particularidades. Nós, os cientistas, em geral, possuem valores característicos dessa atividade. Se observarmos uma reunião entre empresários e cientistas, por exemplo, vê-se claramente os diferentes olhares, com cada grupo mirando para um lado. Nós valorizamos determinadas coisas, o outro grupo tem a visão do dinheiro, da produção isso fica muito claro numa reunião dessas. Os empresários, inclusive, são muito mais objetivos ao pedir dinheiro do que os cientistas, eles vão direto ao ponto, enquanto nós buscamos muitas justificativas. Acho que não respondi, mas esse é o meu sentimento.

Quero ressaltar o ponto que mencionei, que é a importância da diversidade nessas sociedades científicas e nos órgãos decisórios sobre políticas públicas. Isso torna o processo de tomada de decisão muito mais representativo da sociedade. Se temos alguns tomadores de decisão representando somente alguns setores da sociedade, geralmente aqueles que conseguiram estar lá.

Eu me lembro de criticarem o presidente Lula por viajar muito e estar sempre indo a comunidades. Isso foi quando ele viajava pelo país no primeiro e segundo mandatos, hoje está com problemas de saúde. Ele dizia, “Não vou ficar só aqui em Brasília, não. Se eu ficar só aqui, os que precisam de fato não chegam aqui.” Somos uma sociedade profundamente hierarquizada e sabemos que a democracia é algo muito complexo. Ele reconhece essa necessidade de ir até lá para ver.

Se tomarmos o exemplo de um órgão de fomento, a Finep, os dirigentes, os reitores, precisam ir lá na licenciatura noturna da UFRJ para saber como é a nossa realidade de sair do Fundão às 22 horas com tiros, para compreender como tudo funciona. A universidade deveria adotar políticas diferenciadas. É o mesmo caso do presidente do país em Brasília, se o administrador universitário fica no seu escritório no 7º andar com ar-condicionado, o olhar sobre o país é outro. Isso mostra a importância da diversidade. Isso também se dá ao formular políticas e ações, a diversidade é essencial nessas formulações, quaisquer que sejam.

Em relação à pergunta do professor Márcio, nós estamos fazendo pesquisas com jovens, e já estamos fazendo a segunda após a pandemia, sobre como as pessoas lidam com a onda de informações, como as pessoas, como indivíduos, fazem para distinguir as informações válidas para si. O que se observa é enorme incerteza, inclusive para os jovens. Diante da massa de informações, em geral, ficamos perplexos, e as pessoas buscam as suas fontes de confiança para se situarem. Evidentemente, é uma opção fazer essa busca sozinho, mas, em geral, as pessoas decidem mais coletivamente; conversando com a família, com amigos, com as redes. Assim, geralmente, a pessoa busca alguma fonte que confie, ainda que em certa medida, que pode ser o pastor, o site do CBPF, ou da Fiocruz, no caso da pandemia. As pessoas buscam essas fontes de sua confiança. A perplexidade é muito comum, hoje, e particularmente os jovens expressam uma sensação de muita insegurança em relação à massa de informações que

há e sobre como decidir o que é certo e o que é errado em relação a elas. Nesse sentido, o apoio dos coletivos locais influencia muito.

Em virtude disso, é claro que será necessário também buscar as redes sociais, em que há divulgadores de todos os tipos atingindo milhares, mas não podemos renunciar às nossas entidades científicas serem fonte de credibilidade, apresentando pontos importantes nos quais as pessoas possam confiar, mesmo que não estejamos tão presentes assim, se não tivermos milhões e milhões de assistências na internet, ainda assim, somos referências importantes.

A Fiocruz, por exemplo, na pandemia, mostrou isso. A sociedade civil nos procurava de todas as maneiras. Evidentemente, a presença nas redes sociais inteligentes, diversificadas, como o importantíssimo trabalho de divulgação que o professor Alan Brito faz, por exemplo, vai também ganhando credibilidade. Não podemos ficar pensando que perdemos essa batalha em virtude de haver um jovem tendo 40 milhões de acessos e nossa sociedade ter, vamos supor, 100 mil acessos. Faz diferença por ser uma marca que é mantida.

Eu não respondi à sua pergunta. Acho que a maior parte das pessoas não encara essa situação como sendo a pessoa sozinha tendo que tomar posição. Isso ocorre, sim, mas em geral parece ser o coletivo do nosso entorno o que exerce mais influência, ou seja, as pessoas com quem interagimos e que confiamos. Portanto, precisamos agir muito nos coletivos e na educação, que também é coletiva. Ao educar, é importante formar para que o indivíduo compreenda a importância de, ao se informar, tenha uma visão crítica e de consultar outros para construir a sua própria ideia. Na minha opinião, o nosso ensino é extremamente individualizado. Estou lecionando para licenciatura noturna agora, e para todos os meus alunos eu peço trabalhos coletivos. Não tomo como base somente a avaliação individual, pois o aluno precisa saber discutir com os outros, formar posição. Isso é feito usando o celular – o pessoal fica surpreso.

Uma professora num curso de formação me perguntou, “Mas, professor, eu proíbo o celular. Usar celular torna impossível e estou apavorada com a inteligência artificial.” Respondi afirmando como o celular era uma ferramenta maravilhosa, eu, na infância, para conseguir consultar a enciclopédia Barsa precisava viajar 50 quilômetros. Agora, não se precisa mais comprar uma enciclopédia, você tem todas as informações através do celular, as músicas do mundo inteiro, é algo fantástico. Não faz sentido tolher o uso do celular e, sim, utilizá-lo como mais uma ferramenta de ensino.

Fiz um exercício com a inteligência artificial. Eu já sabia que eles utilizariam para responder às questões, portanto, fiz o seguinte. Pedi a eles que perguntassem ao Chat GPT (uma das inteligências artificiais disponíveis online agora) qual era a interpretação da Segunda Lei de Newton. Em seguida, de posse dessa resposta, iniciamos uma discussão sobre essa resposta, avaliando sua correção e perguntando-se como o programa chegou a essa resposta. Acredito que esse tipo de discussão precisa ser iniciado.

A educação científica deve valorizar cada vez mais esse aspecto coletivo do conhecimento, ainda que seja indo em direção contrária a essa meritocracia que avalia o indivíduo por seus feitos individuais. No meu caso, as pessoas me cobram, “Como você vai avaliar o aluno?” Resolvi isso fazendo uma

prova individual e diversas atividades coletivas – a avaliação é feita desse conjunto. Acredito que precisamos caminhar nessa direção, em que as pessoas aprendam a tomar decisões de acordo com a própria reflexão, mas que essa reflexão faça parte de um diálogo, de uma preparação feita em debate com outros.

Professor Olival, essa questão que você trouxe sobre as posições diversificadas na comunidade científica em certos momentos históricos é algo muito interessante. Na minha opinião, devemos, sim, nos aprofundar nesse aspecto. Frequentemente, nossos relatos sobre instituições científicas se concentra na criação delas, “criamos o CNPq, criamos a CAPES”, as faltas de recursos, mas não entramos nesse aspecto ao qual você bem chamou atenção.

Eu também fiquei espantado quanto ao filme *Oppenheimer* (Nolan, 2023). Nós organizamos uma discussão sobre esse filme e foi muito interessante. Por exemplo, o relato daquela reação dos cientistas participantes do Projeto Manhattan, contra o lançamento da bomba só começa a aparecer agora. Houve inúmeras reações. Fizemos uma pesquisa entre os cientistas que participaram do projeto na época, e 70% era contra o lançamento das bombas, isso, depois que a guerra já tinha acabado com a Alemanha. Isso foi ocultado e ficou como documento sigiloso. Robert Oppenheimer (1904-1967) não bancou devidamente a representatividade que ele tinha daquele coletivo.

Um momento singular que podemos relembrar foi o caso da Universidade de Brasília (UnB), quando a grande maioria da comunidade disse “não, não vamos abaixar a espinha”. Vocês conhecem o trabalho de Rodrigo Patto (Motta, 2021), e o modo como a sociedade brasileira reagiu à ditadura, houve muita convivência, bem como pessoas que tiveram medo, que é um sentimento humano para onde há risco. Ou seja, são muitos aspectos a considerar, mas houve muita acomodação e convivência, com gente que se aproveitou – o caso da USP é muito claro – para derrubar os outros colegas e poder assumir posições em função do uso da repressão da ditadura.

Você, Olival, mencionou Kucinsky (2016), que é, de fato, um relato impressionante. Todas as universidades enfrentaram essa situação, principalmente no conselho universitário que, como coletivo, propicia a situação em que certas posições prevaleçam. Sabemos como isso é. Podemos estar num bar fazendo um discurso muito mais radical e, ao nos vermos diante da Congregação, terminamos sendo muito mais conservadores. Esse é um fenômeno complexo. Usando uma expressão que está distante no tempo, a massa pode ser mais revolucionária em certos momentos, mas quando as pessoas são colocadas em postos de decisão coletiva, parece haver uma tendência coletiva a maior conservadorismo. Eu não sei como interpretar isso, talvez seja uma explicação psicológica. É uma situação, podemos dizer, em que os receios afloram, pois uns têm medo dos outros, podem pensar que sua posição está ameaçada. Isso tudo atua sobre essas decisões, incluindo aquelas feitas na comunidade científica.

Sílvia Figueirôa – Eu começaria pensando a partir da ideia de colocar no plural. Trata-se de métodos científicos, no plural. Uma das grandes críticas à descoberta utilizando os kits

em sala de aula, é que a experiência vinha pronta para não dar errado, embora às vezes desse errado. Era difícil isso ocorrer, pois tudo já vinha com as medidas feitas. Como era feita, então, a correção? “Este deu errado, você fez errado”, em vez de aproveitar a discussão sobre aquilo que não saiu conforme o planejado e esperado. Isso é algo que acontece muito mais frequentemente do que a situação em que um experimento funciona perfeitamente.

Então, defendo e apostaria num ensino que partisse para uma prática concreta, para o envolvimento com problemas reais, cotidianos, problemas da localidade, do entorno dos alunos, de onde aquela escola específica está situada. Essa também é uma maneira de envolver a comunidade escolar num sentido amplo. Ou seja, não envolve apenas os professores e estudantes, mas as famílias, os trabalhadores daquela escola, o bairro, as associações de bairro, e tivemos experiências muito interessantes no grupo do qual fiz parte de ensino de ciências no Instituto de Geociências. Talvez, pelo fato de ter sido nas geociências, que favorecem determinadas possibilidades, e pelo fato de ter sido feito um trabalho interdisciplinar. Entretanto, a ciência mais real, na prática, conectada aos problemas efetivos do entorno parece ser, na minha perspectiva, o principal caminho.

Em relação à pergunta do professor Márcio, eu serei concordante com o professor Ildeu. Acredito que as pessoas tomem menos decisões individualmente e mais em grupo. Contudo, no grupo, cada indivíduo contribui à soma total do grupo. Assim, se pensarmos abstratamente sobre uma pessoa, não importa como tenha sido formada, sozinha é mais difícil que consiga algum discernimento. Acho que depende do caminho de formação que essa pessoa teve.

Qual seria, portanto, o caminho que ajudaria a decidir de maneira mais ou menos embasada, ou, como está na moda, baseado em evidências? O caminho seria o percurso de formação do pensamento crítico. Isso é algo que é a escola quem precisa oferecer. A escola precisa ensinar a discernir, a avaliar, a pesar as coisas. Há relatos de artigos muito interessantes de alguns colegas que têm posto essa alfabetização midiática em prática, e trata-se de exercícios feitos com os alunos dentro da sala de informática. Um exemplo é pedir para que façam pesquisas sobre coisas que os interessam, temas aleatórios que os interessem. Depois, passam-se algumas questões para que os alunos façam buscas a respeito, individualmente. Em grupo, depois, pode-se comparar as respostas recebidas do Google. Há enorme diferença nas respostas obtidas, ainda que sejam as mesmas perguntas feitas. O que ocorre é que, pelo histórico de pesquisa anterior daquele indivíduo no mecanismo de busca, o *software* direciona as respostas para aquela direção. Faz-se, então, o tipo de questionamento ao qual o professor Ildeu fez alusão; o que se obteve de resposta com o programa? Por que essa resposta? Ao fazer a comparação dos resultados obtidos, propicia-se um momento de tomada de consciência. É no momento em que o aluno percebe que, a partir da mesma pergunta, o Google responde diferente para ele e para cada colega, cada um recebendo respostas distintas, baseadas no histórico de buscas feito por cada um. Esse é o momento de desmonte dessa arquitetura das redes e de como elas funcionam.

Evidente que não se trata de processar o Google ou de

tentar qualquer mudança, mas de compreender que nenhuma informação que se obtém é neutra ou pura. Esse é apenas um caminho de construção de uma visão crítica, ainda que num ambiente inundado de notícias falsas. Isso é possível com o debate em conjunto buscando a formação de visões mais críticas e buscando debates. A nossa aposta é essa, ou seja, no trabalho com o grupo.

Em relação à pergunta do professor Olival, não tenho vivenciado a experiência do estado da arte para poder responder, ou seja, não tenho nenhum levantamento sobre isso, mas tomando como base a minha vivência como parte da comunidade científica, com um pé no ensino de ciências, e pelo que vejo nas revistas científicas, me parece haver um despertar para essas questões mais prementes, urgentes e desafiadoras. Acho, contudo, que ainda falta muito; ainda estamos patinando no lugar, no sentido de apostar em algumas temáticas e de ousar mais. Podemos encontrar diversas razões para essa situação, talvez a forma como é feita a avaliação da CAPES, e o modo como as coisas são vistas, mas o fato é que ainda encontramos mais do mesmo. Acredito que podemos ousar, no mínimo, em relação aos temas. Há que continuar se investigando metodologias e fazendo estudos sobre esse longo caminho a percorrer. Existem exceções, com o aparecimento de trabalhos que buscam o olhar decolonial para o ensino de ciências, que procuram ter um olhar informado por gênero, por etnia, por interseccionalidade, mas são trabalhos ainda minoritários. Esse parece ser um desafio urgente a enfrentar.

Ildeu Moreira – Professor Olival, perdoe, eu me esqueci de mencionar a resposta à sua pergunta sobre se a Academia Brasileira de Ciências havia se manifestado contra a proliferação de armas nucleares e, sim, a ABC tem um comunicado de 1945, inspirado no texto crítico do Bohr em relação à bomba atômica. Eles fizeram manifestação, puxada pelo almirante Álvaro Alberto (1889-1976), criticando o uso de armas nucleares. Evidentemente, naquele momento os Estados Unidos estavam liderando em termos de poderio militar. Entretanto, houve, sim, essa manifestação.

No veículo da SPBC, *Ciência & Cultura*, também houve, em diversos momentos, manifestações. O Manifesto Russel-Einstein (Born *et al.*, 1955) teve repercussão importante. Portanto, houve, sim, a preocupação nesse período, talvez não tão explícito como nas décadas posteriores, mas houve. A ABC organizou encontros para discutir a questão nuclear naquele momento. Bernard Russel (data ref) escreveu um livro de divulgação sobre a bomba atômica, em 1945, do MIT e houve manifestação dessas entidades, inclusive nos jornais diários, no período de 1945 a 55, aproximadamente.

Fernando Rizzo – Acho que todos os oradores deixaram pontos importantes, há muita riqueza no que foi dito aqui. Quero fazer uma pergunta especificamente ao professor Ildeu. Eu não vi na apresentação que você fez sobre a participação na Constituinte (Brasil, 1988) e das discussões que houve para a participação na formulação das políticas, a participação da informática. A questão da reserva de mercado para a informática ocupou muito a imprensa e foi um debate que mobilizou muito a sociedade na época. A comunidade científica participou muito dessa importante dis-

cussão. Houve alguma razão para você não ter destacado esse aspecto?

Ildeu Moreira – Isso ocorreu por incompetência minha de dar conta desse tema. Nós levantamos diversos dados, queríamos fazer uma entrevista com Ivan da Costa Marques, que foi o primeiro presidente da empresa Cobra, mas ainda não conseguimos reunir o material de modo completo para poder apresentar esse aspecto da história. Isso ocorreu por falta nossa. Entretanto, você tem razão, esse é um dos aspectos importantes desse episódio da nossa história. Não dei esse destaque por deficiência minha. No livro, esse aspecto é incluído, mas não com os detalhes que gostaríamos, pois seria importante incluir outras perspectivas que não só aquela da SBPC. Você tem toda razão, foi um aspecto muito importante e que teve impacto significativo nas discussões da constituinte.

Antonio Augusto Videira – Gostaria de ouvir a opinião das pessoas da mesa sobre o seguinte, se tivermos tempo para isso, pois essa discussão também está relacionada ao tema da próxima mesa. Direciono-me mais aos professores Juan e Sílvia, deixando o professor Ildeu de lado mais por uma questão de tempo, e para não tumultuar demais o tema.

O professor Juan começa dizendo que, em 1942, no discurso de formatura da faculdade de filosofia, Leite Lopes diz que precisamos ver os resultados da ciência como obras de arte. Minha pergunta é Como isso pode ser feito?

Para a professora Sílvia, a minha pergunta é a seguinte. Ao final do século XIX, podemos constatar uma oposição. Encontro essa posição, por exemplo, em Ernst Mach (1838-1916), que vai se envolver em uma enorme polêmica. Isso pode ser observado em diversos autores. Como podemos fazer essa aproximação entre resultados científicos e obras de arte se não for através do Clássico? É evidente, podemos nos perguntar o que é o Clássico. Pegando o exemplo daquilo que Leite Lopes diz como significando que a ciência não é mais clássica, nem tem como ser clássica. Robert Oppenheimer (1904-1967), quando veio aqui em 1961, diz algo similar; diz que a ciência não é padrão para avaliar a si mesma.

A história e filosofia das ciências foram pensadas como instrumentos através dos quais poderíamos fazer essas avaliações, ou seja, entram no lugar do Clássico. Contudo, vemos que não é possível. A professora Sílvia mesma criticou isso, afirmando o que também pensamos; que não serve de nada tentar ser normativo ou prescritivo ao atuar na filosofia e história. Portanto, em que medida podemos fazer essa apresentação que Leite Lopes recomendava sem usar os clássicos? Também cabe perguntar que clássicos seriam esses que permitiriam fazer isso?

Sílvia Figueirôa – O que apresentei, na verdade, no embate da história, foi o ensino clássico, que é diferente de pensar Os Clássicos. O que se chamava de “ensino clássico” se restringia ao ensino das chamadas línguas mortas, latim e grego, que têm, sim, o seu papel. Acho que o embate nesse tempo era feito com um entusiasmo que criticamos com nosso olhar de historiadores, ou seja, parece-nos um entusiasmo desmesurado com a ciência aquele que observamos

no século XIX. Uma ilustração disso é a fala de Ami Boué (1794-1881) em 1834 sobre as luzes e a maravilha do futuro luminoso que vai chegar para os nossos descendentes. Embora ele o faça de maneira crítica, não é possível para ele se distanciar daquilo que está vivenciando.

Desde que comecei a fazer meu trabalho na universidade e principalmente a partir dos anos 1990, sempre citei muito o artigo de Michael Mathews de 1991, que foi traduzido ao português em 1995, que trata dessa aproximação entre as humanidades e as ciências pela via da história e da filosofia das ciências. Então, não acho que devamos apostar na dicotomia. A dicotomia está na história, e no século XIX está no embate sobre o ensino. Entretanto, com cada vez mais aproximações, não podemos segmentar o conhecimento. Para mim, é necessário seguir o caminho da interdisciplinaridade e da observação do mundo real. Ao propor isso, a intenção é escapar de um olhar exclusivamente científico e partir para uma visão mais ampla de cultura, da qual a ciência é parte, como temos a revista *Ciência & Cultura* da SBPC, seria esse o caminho.

Juan Queijo – Se eu precisasse estabelecer qual é a metáfora que Leite Lopes está utilizando para pensar os resultados da ciência como obra de arte, eu diria que ele pensa na criatividade científica. Se olharmos para a sua atividade também como pintor, acho que podemos afirmar, por essas evidências, que ele poderia estar pensando nisso, no aspecto da criatividade.

Entretanto, não obstante a beleza e poesia dessa metáfora de pensar os cientistas como criadores, há que se analisar o fato de que ele se refere aos resultados, ou seja, a uma ciência que frequentemente está apresentando resultados, quando nem sempre é isso que ocorre.

Voltando um pouco à pergunta anterior, de se saber o que fazer com o menino que está olhando para o celular, para que ele possa discernir uma notícia falsa de uma verdadeira. O que eu observei no Uruguai, não posso falar dos outros lugares, foi que não era uma questão de haver somente notícias falsas e notícias verdadeiras, mas do fato de haver, dentro da comunidade científica, cientistas que acreditavam e defendiam a vacina, e aqueles que eram contra o uso da vacina. Isso ocorreu dentro da comunidade científica, evidenciando o fato de que não há “uma” verdade científica.

Acredito que quem faz história da ciência de maneira mais contemporânea vai sempre ressaltar esse fato de que nunca há uma posição geral compartilhada por absolutamente todos os participantes daquela comunidade científica. Sempre há disputas, sempre há discordâncias, e isso parte do que a ciência precisa mostrar de si. Com isso, temos riscos também, é evidente. Como lidar com a questão de que há pessoas que não querem se vacinar? Ainda assim, isso que pode parecer um grande perigo da ciência – a incapacidade de apresentar respostas absolutas – também é parte característica daquilo que a faz ser ciência. Ou seja, podemos descrever a ciência como um ambiente onde há muitas discussões, divergências, consensos, mas onde muitas vezes não há concordâncias generalizadas. Existem posições majoritárias e minoritárias dentro das próprias comunidades.

Entretanto, esses movimentos que terminaram fazendo com que a ciência fosse muito observada pela sociedade

durante a pandemia, terminam sendo movimentos muito saudáveis para a sociedade e para as comunidades científicas. A consciência de que a ciência não acontece com comunidades de científicas sempre concordando totalmente sobre o que é proposto como estado da arte da investigação a cada momento. Essa situação tem a ver com o modo como a ciência funciona e é parte da condição humana.

Heloísa Gesteira – Vou aceitar a provocação e tentar responder à pergunta do professor Antonio Augusto. Acho que a ideia de obra de arte é muito rica para a discussão que estamos fazendo aqui desde o início. Acho que aponta para pensar a ciência como um processo complexo de construção e, portanto, não somente os seus resultados. Os resultados são a expressão de múltiplos aspectos, desde a cultura, a diversidade e o engenho humanos, que precisam ser considerados, e acho que a obra de arte remete um pouco a essa ideia. Enfim, vamos para o intervalo e seguimos com a mesa final.

Referências

- BOUÉ, Ami. **Conferência para a Sociedade Geológica da França**, Paris: N/A, 1834.
- BORN, N.; BRIDGMAN, P.W.; EINSTEIN, A.; INFELD, L.; JOLIOT-CURIE, F.; MULLER, H.J.; PAULING, L.; POWELL, C.F.; ROTBLAT, J.; RUSSEL, B.; YUKAWA, H. **Russel-Einstein Manifesto**. London: Atomic Heritage Foundation, July 9, 1955. Disponível em: <<https://ahf.nuclearmuseum.org/ahf/key-documents/russell-einstein-manifesto/>> Acesso em: 25/11/2023.
- KUCINSKI, Bernardo. **K** – Relato de uma busca. São Paulo: Companhia das Letras, 2016.
- MATHEWS, M.M. História, filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Cadernos Catarinenses de Ensino de Física**, vol. 12, n. 3, 1995 dez, p. 164-214. [trad. original de 1992]
- MOTTA, Rodrigo Patto Sá. **Passados presentes: O golpe de 1964 e a ditadura militar**. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2021.
- NOLAN, Christopher. **Oppenheimer**. Obra cinematográfica. s.l.: IMAX, 2023.

Ensino e pesquisa nas universidades, institutos federais e unidades de pesquisa Teaching and Research in Universities, Federal Institutes, and Research units

Andréia Guerra de Moraes¹

Resumo: O objetivo deste artigo é oferecer uma análise do ensino e da pesquisa nas universidades, institutos federais e unidades de pesquisa no Brasil hoje e na história recente. Proponho também questões para reflexão, bem como elencar desafios a serem superados.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Ensino e pesquisa em física; História do ensino de física no Brasil.

Abstract: The objective of this article is to offer an analysis of teaching and research in universities, federal institutes and research units in Brazil today and in recent history. I also propose questions for reflection, as well as listing challenges to overcome.

Keywords: Science teaching; Teaching and research in physics; History of physics teaching in Brazil.

Estou muito feliz e grata por estar aqui e poder compartilhar a experiência da educação em ciências na instituição em que atuo, o Centro Federal de Educação Tecnológica de Celso Suckow da Fonseca (CEFET), no Rio de Janeiro. Acredito que o que vou apresentar vai reverberar com as discussões que as outras mesas trouxeram.

Para iniciar, vou descrever o CEFET/RJ. O CEFET/RJ não é um Instituto Federal, embora se assemelhe a um IF. Na instituição, há ensino integrado, graduação e pós-graduação. Até 2008, a graduação era exclusivamente na área tecnológica. Hoje, tanto o ensino integrado quanto a graduação possuem alguns cursos de humanidades, como os de eventos e administração no ensino integrado, na graduação temos o bacharelado em Línguas Estrangeiras Aplicadas às Negociações Internacionais, e na pós-graduação temos o curso em que atuo, Ciência, Tecnologia e Educação e a primeira pós-graduação na área étnico-racial do país. É nessa instituição de natureza mista que consigo atuar como professora

de física no ensino integrado, e na pós-graduação no programa que mencionei, desenvolvendo pesquisas e orientando mestrado e doutorado.

Por conta dessas especificidades da instituição, sou líder de um grupo de pesquisa que é o Núcleo de Investigação em Educação, História das Ciências e Cultura. Desse grupo, fazem parte professores da educação básica que já fizeram mestrado e doutorado, no CEFET/RJ ou não, além de alunos de pós-graduação e professores de educação básica que não estão fazendo pós-graduação. Isso caracteriza a minha particularidade, além da minha atuação em associações científicas.

Concluí o mestrado e doutorado na UFRJ, desenvolvendo pesquisa na interseção história das ciências e educação em ciências. Essa formação e minha atuação como docente no CEFET/RJ me levaram a trabalhar com história das ciências e com educação em ciências. Em história das ciências, as minhas pesquisas visam estudar as práticas científicas para, a partir desse estudo, compreender o que sustentou a ciência socialmente, materialmente e culturalmente e os diferentes atores sociais que participaram do seu processo de construção.

Já no caso da educação em ciências, as pesquisas em nosso grupo de pesquisa buscam analisar como toda proposta curricular revela e oculta um projeto político de sociedade, um olhar para o que representa ser cidadão na sociedade (Pinhão, Martins 2016). Nesse caminho, consideramos ser fundamental desenvolver práticas pedagógicas que potencializem a compreensão por parte dos estudantes de suas heranças culturais, para que reconheçam as origens das questões e dos problemas que se colocam no tempo e espaço em que estão imersos e as bases para a construção de respostas a essas questões (Guerra; Moura, 2022). Trata-se de estimular os estudantes a buscar não utopias, mas, citando aqui um termo de Paulo Freire (1921-1997), “inéditos viáveis”.

É, portanto, desse lugar que coloco uma pergunta: o ensino de física está em crise? Vou me concentrar no ensino de física, por conta de minha trajetória como professora na educação básica. Acredito que alguns acontecimentos dos últimos anos nos permitem responder afirmativamente: o ensino de física está em crise. Podemos ver como a Sociedade Brasileira de Física (SBF), que tem uma comissão de área de Pesquisa em Ensino de Física, uma secretaria e uma comissão de ensino, publicou vários manifestos nos últimos anos. Por exemplo, em 2018, a SBF fez manifesto contra a Base Nacional Curricular e contra a proposta de reforma do ensino médio, por essa base curricular (Brasil, 2018) trazer alterações que implicavam em redução do ensino de Física no nível médio.

Nesse contexto, estudos do INEP indicam que as licenciaturas estão em crise, porque o número de vagas não está sendo preenchido, a evasão está alta e o número de formados abaixo do desejado. Fora isso, grande número dos professores formados desiste de atuar na educação básica (Queiroz, 2023). Um dos fatores apontados para explicar esse cenário é a carga horária dos professores, o grau de exigência das escolas e os salários. Os salários dos professores estão entre os mais baixos das profissões que exigem ensino superior no Brasil (Santiago, 2023).

Diante da falta de professores de física e de tentativas de

¹ Licenciuei-me pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em 1986, concluí o mestrado em Difusão de Ciência e Tecnologia na Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em 1993 e doutorado em História e Filosofia da Ciência na Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2002. Atuo como professora e pesquisadora do Centro Federal de Educação Tecnológica de Celso Suckow da Fonseca- RJ. Fui Desde 2019, estou como presidente do International History, Philosophy and Science Teaching Group (www.ihpst.net) de 2019 a 2022. Atuo, desde 2015, como editora associada do Caderno Brasileiro de Ensino de Física e tenho participado do processo de renovação da revista. Em 2020, como decorrência desse processo editei com I. Gurgel e C. Moura o número temático Ciências, Educação em Ciências em tempos de pós-verdade. Sou líder do grupo de pesquisa do CNPq Grupo de Pesquisa em Educação Científica, História da Ciência e Cultura e coordeno o NIEHCC (Núcleo de Investigação em Ensino, História da Ciência e Cultura - niehcc.wordpress.com). Em 2021, fui eleita para membro titular do Conselho da Sociedade Brasileira de Física. Dedico-me ao estudo das relações entre história, cultura e ciências, orientando teses e dissertações nesses campos.

reformas do ensino médio que diminuam a carga horária da disciplina, antes de defender a manutenção das aulas de física, devemos nos perguntar: para que ensinar física? Uma das respostas é: devemos ensinar física para que estudantes possam se posicionar na sociedade a respeito de questões científicas relacionadas ao bem comum (Rudolf, Horibe, 2016; Hodson, 2010; Guerra, Moura, 2016). Há os que defendem que este ensino possibilita que os estudantes possam tomar decisões cientificamente informadas em questões de cunho individual (Allchin, 2014), possam avaliar fake News (Osborne; Pimentel, 2022), além de se motivarem com o estudo da física e, assim, seguir carreiras científicas.

Dentro desse arcabouço, se observarmos a experiência vivida pelos que estão exercendo a docência de física, e resultados de revisão de literatura da área de ensino de física, perceberemos que o foco do ensino de física está no aprendizado de conceitos. Nesse caminho, considera-se que há conceitos do campo da física que todos os cidadãos devem compreender e saber como são comumente aplicados, para que possam tomar decisões de cunho científico e avaliar fake news.

Os que defendem que o foco do ensino deve ser em conceitos da física, evidentemente, não estão defendendo um ensino tradicional, como o representado na Figura 1, mas um ensino que engaje os estudantes, com base em metodologias de ensino que potencialize o aprendizado de conceitos científicos (Figuras 2 e 3).



Figura 1 – Exemplo de sala de aula tradicional.
Fonte: acervo da autora.



Figura 2 – Uso de novas metodologias para engajar os estudantes.
Fonte: acervo da autora.

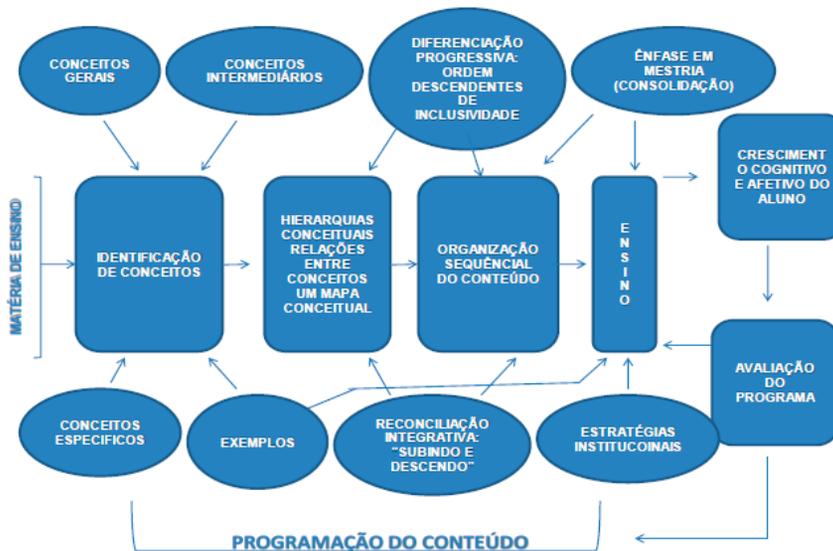


Figura 3 – Programação do conteúdo centrada em conceitos.
 Fonte: a autora.

Nesse sentido, defende-se que o ensino dos conceitos deve estar atrelado ao estudo de suas aplicações. Com destaque a discussões de questões mais fenomenológicas, como no exemplo a seguir, em que se propõe uma questão em torno da observação da chama de uma vela. Trata-se de questões que buscam responder qual a explicação científica para o fenômeno destacado.

*Você consegue manter seus dedos ao lado da chama de uma vela sem se queimar, mas não pode mantê-los acima da chama. Por quê?
 Por que um pedaço de melancia se mantém frio por períodos de tempo mais longos do que sanduíches, depois que ambos são retirados de uma geladeira em um dia quente?*

As aplicações a serem trabalhadas em sala de aula podem, também, tratar de uma questão operacional, na qual os estudantes são estimulados a encontrar soluções para os problemas apresentados, analisando as relações entre grandezas físicas envolvidas, como nos exemplos a seguir.

Uma pessoa salta de um helicóptero que voa alto. Enquanto ela cai cada vez mais rápido no ar, sua aceleração cresce, decresce ou permanece a mesma?

Lâmpadas de luz ultravioleta (UV) são indicadas para higienização e esterilização de objetos e ambientes em razão do seu potencial germicida. Considere uma lâmpada UV de potência $P = 100 \text{ W}$ que funcione por 15 minutos durante o processo de esterilização de um objeto. A energia elétrica consumida pela lâmpada nesse processo é igual a: (Hewitt; Gravina, 2015)

Existem ainda as questões clássicas, com bastante foco na aplicação de fórmulas matemáticas:

Módulo 4.6 Movimento Relativo em Uma Dimensão

69 Um cinegrafista está em uma picape que se move para oeste a 20 km/h enquanto filma um guepardo que também está se movendo para oeste 30 km/h mais depressa que a picape. De repente, o guepardo para, dá meia-volta e passa a correr a 45 km/h para leste, de acordo com a estimativa de um membro da equipe, agora nervoso, que está na margem da estrada, no caminho do guepardo. A mudança de velocidade do animal leva $2,0 \text{ s}$. Quais são (a) o módulo e (b) a orientação da aceleração do animal em relação ao cinegrafista e (c) o módulo e (d) a orientação da aceleração do animal em relação ao membro nervoso da equipe?

-70 Um barco está navegando rio acima, no sentido positivo de um eixo x , a 14 km/h em relação à água do rio. A água do rio está correndo a $9,0 \text{ km/h}$ em relação à margem. Quais são (a) o módulo e (b) a orientação da velocidade do barco em relação à margem? Uma criança que está no barco caminha da popa para a proa a $6,0 \text{ km/h}$ em relação ao barco. Quais são (c) o módulo e (d) a orientação da velocidade da criança em relação à margem? (Haliday; Resnick; Walker, 2023)

Podemos, ainda, considerar que o ensino focado em conceitos científicos embasa a construção das questões do Exame Nacional do Ensino Médio, que garantirá aos estudantes o acesso ao ensino superior.

Com essa breve descrição do que encontramos no ensino de física que foca nos conteúdos científicos, a pergunta a ser feita é a seguinte: com esse tipo de ensino possibilitamos os alunos a avaliar fake News, a tomar decisões cientificamente informadas voltadas ao bem público? Aqueles objetivos que identificamos anteriormente são alcançados com esse foco em conceitos científicos?

Em minha experiência localizada e a partir do espaço privilegiado em que atuo, encontro pesquisas que mostram que esse ensino acaba por construir uma visão de uma ciência acabada, com verdades absolutas e que tudo resolve, uma visão de ciência a-histórica. Assim, esse tipo de ensino acaba por não afetar o estudante.

Essa física a-histórica é uma física que parece sair do nada. Por exemplo, é uma física que não problematiza os nomes das unidades. Por que as grandezas científicas apontadas no Quadro 1 tem unidades com aqueles nomes? De onde vêm esses nomes?

Entendo que esse ensino a-histórico nos faz dissociar de uma realidade cotidiana que apresenta, cada vez mais rapidamente, desafios. Os alunos, com esse ensino a-histórico, não fazem ideia do papel dos físicos na sociedade, quais as funções do CBPF, qual o papel dos órgãos de fomento para a ciência ou, ainda, o que faz cientistas irem à Marcha pela Ciência. Essas são questões que parecem divorciadas de um ensino focado nos conceitos científicos.

Quadro 1 – Sistema Internacional de Unidades.

Grandeza	Nome da Unidade
Frequência	Hertz (Hz)
Força	Newton (N)
Potência	Watt (W)
Potencial elétrico	Volt (V)
Capacitância	Farad (F)
Fluxo magnético	Weber (Wb)
Indutância	Henry (H)
Resistência	Ohm (<i>Omega</i>)

Fonte: a autora.

Quanto a isso, é possível contra-argumentar que, muito embora as questões anteriormente levantadas não estejam incluídas nesse ensino específico de física, elas poderiam, muito bem, estarem incluídas em outro âmbito da educação, não necessariamente na área das ciências. Além disso, que um ensino com foco nos conteúdos científicos instrumentaliza os estudantes para avaliarem afirmações falsas que chegam a eles e se protegerem do negacionismo científico. Para melhor discutir tal questão, trago algumas considerações destacadas por

Noemi Oreskes, historiadora da ciência, por meio de análises de entrevistas com cidadãos americanos, aponta que naquele grupo, há indivíduos que se defendem o criacionismo como teoria científica, mas não são necessariamente contra a vacinação, ou seja, este indivíduo não é negacionista integral. Oreskes sugere que isso se dá porque aceitar uma proposição científica implica, muitas vezes, em mudança de visão de mundo. Ou seja, tomamos conhecimento dos resultados científicos pessoalmente, enquanto cidadãos, percebendo-os sob a perspectiva de como eles nos afetam. Esse tipo de posição em relação aos resultados científicos é testemunhada cotidianamente nas salas de aula.

Por exemplo, um aluno pode, pela religião que segue, acreditar que os homens e mulheres foram criados por deus e que este é o ponto de partida para toda a existência no planeta Terra. Para que esses alunos aceitem a Evolução, ele precisa colocar em xeque aquela visão de mundo que o orientou até então. Assim, para esse aluno, pode ser muito difícil aceitar a Evolução das Espécies, por mais que lhe sejam apresentadas evidências, porque aceitá-la afeta seus pressu-

postos religiosos e pressupõe mudar. De forma semelhante, aceitar que as mudanças climáticas são reais e dependem de ações coletivas, ou seja, é um problema que não será resolvido por meio exclusivo de atitudes individuais, pressupõe uma visão política de mundo que implica considerar ser preciso a ação da sociedade civil e do Estado na formulação de leis que garantam mudanças estruturais, que possam mitigar efeitos das mudanças climáticas. Desta forma, posicionamentos políticos neoliberais terão dificuldade em aceitar o preceito científico, uma vez que cientistas apontam que decisões individuais a respeito do ambiente, como as compras sustentáveis, não resolveram os problemas vividos hoje pelas mudanças climáticas.

Estas considerações indicam que solução do problema do negacionismo e das fakes News é complexa, sugerindo que o problema não será resolvido apenas com o aprendizado de conceitos científicos.

Diante deste cenário, pesquisadores da área da educação em ciências, apontam ser fundamental uma mudança que torne o ensino de ciências menos conceitual e mais sociopolítico em que, por exemplo, se discuta por que as unidades das grandezas físicas recebem o nome que recebem (Quadro 1).

Por exemplo, que diante do seguinte problema do livro “Haliday”,

71. Um homem de aparência suspeita corre o mais depressa que pode por uma esteira rolante, levando 2,5 s para ir de uma extremidade à outra. Os seguranças aparecem e o homem volta ao ponto de partida, correndo o mais depressa que pode e levando 10,0 s. Qual é a razão entre a velocidade do homem e a velocidade da esteira? (Haliday; Resnick; Walker, 2023)

os estudantes não pensem apenas nas operações matemáticas capazes de encontrar soluções ao problema, mas se questionem sobre o que significa “homem de aparência suspeita”.

Portanto, penso que uma questão central para a educação em ciências é a construção de práticas pedagógicas que possam promover debates e compreensões sobre o que sustentou as ciências socialmente, materialmente, culturalmente, e quem se beneficiou ou não em sua formação ao longo do tempo (Nyhart, 2016).

Existem muitos pesquisadores da área de educação em ciências trabalhando nessa perspectiva, para citar apenas alguns, temos os trabalhos de Cardinot, Moura e Guerra (2022); Gurgel, Petriocola e Watanabe (2016); Cilento e Guerra (2021); Alves-Brito, (2021); Jardim, Guerra e Schiffer (2021); Rosa, Alves-Brito e Pinheiro (2020) e Alves-Brito *et al.* (2020), dentre muitos outros que colocam em xeque o ensino exclusivamente pautado nos conceitos, e propõem uma virada sociopolítica.

Um dos caminhos que temos seguido no grupo de pesquisa que coordeno o NIEHCC, no CEFET, é o de olhar para a história das ciências, no nosso caso, a história da física, como caminho para colocar em xeque o ensino pautado em resultados e colocar em evidência questões que pareçam invisíveis dentro das salas de aula de física, na busca de afetar os alunos. Assim, possibilitar reflexões que permitam compreender que as ciências impactam a vida das diferentes pessoas e, portanto, não é algo apenas para ser consumido. É

fundamental compreender como as ciências são produzidas, não com o objetivo de formar futuros cientistas, mas para que possa ser compreendido o papel das instituições científicas, o que elas representam, o que oferecem à população e como podem trazer respostas aos problemas que enfrentamos enquanto coletividade.

Na educação básica, nós professores não temos liberdade de escolher o conteúdo a ministrar, seja por termos os sistemas de avaliação nacionais, que não podem ser ignorados, seja por haver disputas internas às nas instituições em que atuamos. Assim, em aulas de física do ensino médio um tema muito trabalhado é a eletricidade, em especial, conceitos como diferença de potencial, corrente elétrica, circuito elétrico entre outros desenvolvidos no contexto dos séculos XVIII e XIX. Tomando este recorte, peço a liberdade, para apresentar um caminho que desenvolvemos junto ao grupo de pesquisa para trabalhar conceitos importantes desta temática com base no estudo histórico das práticas científicas.

Os recortes serão os artefatos garrafa de Leiden e Pilha de Volta, que foram fundamentais para o desenvolvimento do conceito de circuito elétrico. Num ensino baseado em conceitos científicos, que traga a garrafa de Leiden como um elemento de estudo, enfatiza-se discussões a respeito de sua aplicação e quais conceitos explicam seu funcionamento. Entretanto, considerando uma virada sociopolítica para o ensino de ciências, essas discussões poderiam incluir o contexto em que esses artefatos foram desenvolvidos, como a ciência era divulgada naquele contexto, e, assim, como se constituía a República das Cartas, qual era o papel das academias científicas, como se dava o financiamento

através das diferentes academias científicas (Jardim; Guerra, 2018). Perguntar-se quem eram os sujeitos que participavam, e como participavam dessas academias científicas, qual o papel da circulação do conhecimento pela “República das Cartas” e o que circulava é fundamental para se compreender o que sustentou culturalmente, materialmente e socialmente a construção daqueles artefatos e os diferentes atores sociais que participaram diretamente e indiretamente da construção, replicação e divulgação deles.

Ao analisarmos os experimentos realizados a partir da disseminação da garrafa de Leiden e pilha de Volta, cabe perguntar quem eram as pessoas que construíam e realizavam esses experimentos e de quem eram os corpos experimentados. Também cabe questionar que mulheres estiveram envolvidas no desenvolvimento da eletricidade no século XVIII e quem eram essas mulheres (raça e classe social) e qual era a formação necessária para que tivessem participação no desenvolvimento das ciências naquele contexto.

Outra temática que o grupo de pesquisa desenvolveu práticas pedagógicas foi a Teoria da Relatividade Geral e Restrita. Ao trabalhá-las, colocamos em questão a prática científica de registro de eclipses totais em fins do século XIX e a década de 1920. Nesse recorte, o foco foi para o registro do eclipse total em Sobral, Ceará, em 1919 (Figura 4). As atividades desenvolvidas com os estudantes buscavam levá-los a refletir sobre porque Sobral foi uma das cidades escolhidas para o registro do eclipse de 1919. Quem foram os cientistas envolvidos naquele registro de eclipse? Quem foram os trabalhadores envolvidos? Qual foi o papel do governo brasileiro? Que instituições científicas estavam por trás do evento?



Figura 4 – Observação do eclipse total de 1919 em Sobral, Ceará, Brasil.
Fonte: Observatório Nacional.

Os resultados das pesquisas que desenvolvemos em aulas de ciências em que essas questões foram colocadas em debate indicam que as aulas se tornaram um espaço de debate e diálogo. Isso significa um espaço de menos conforto e de mais problematizações e instigação de dúvidas. Aquelas aulas geraram discussões sobre o papel do Brasil no de-

envolvimento das ciências, qual o papel dos trabalhadores de Sobral no sucesso do registro do eclipse em Sobral, qual a importância das relações políticas entre os países envolvidos e dos dirigentes das instituições com o governo local, os financiamentos que garantiram o deslocamento, de cientistas, de trabalhadores e de equipamentos para Sobral, e o

que aquela cidade ganhou com sediar um caso tão importante para a física.

Com estes breves exemplos, encerro minha fala defendendo que a educação em ciências deve priorizar a discussão da herança cultural das ciências, dos atores sociais que participaram de sua construção, tanto os visibilizados quanto os não visibilizados pelos documentos oficiais das ciências (artigos, livros científicos, relatórios de experimentos entre outros). Discussões estas que apontem que as práticas científicas mudam com a história. Assim, transformar as aulas de ciências em espaços que permitam compreensões de que as ciências são dinâmicas e que se certos atores sociais, como as mulheres, não participaram da construção das ciências no mesmo status que os homens, isso não significa que a situação não possa ser alterada.

Nesse caminho, discutimos como as instituições científicas são fundamentais para a produção científica, mas como movimentos sociais podem tensionar mudanças nestas instituições de forma a democratizar não apenas o acesso, mas também a construção da ciência. Podemos, assim, apontar que se, hoje, o CNPq lança editais de fomento de pesquisa, que não tínhamos no passado, incentivando a ampliação da diversidade de gênero, raça e local de atuação dos que produzem ciência, isso se deve a uma sociedade que impulsiona a ciência, assim como ela a impulsiona.

Com isso, permitir compreender que o presente não é inenarrável, e vários futuros são possíveis. Essas eram as questões que eu queria colocar. Trata-se de um tema muito complexo, pois falar de ensino de ciências hoje é pensar nas condições materiais dadas para exercer a docência. Sei que sou uma pessoa extremamente privilegiada por trabalhar onde trabalho, pois tenho uma remuneração diferenciada e condições de liberdade de atuação que me permitem, por exemplo, estar aqui hoje. Não é possível pensar em educação em ciências sem pensar nessas questões estruturais.

Muito obrigada pela atenção.

Referências

- ALLCHIN, D.; ANDERSEN, H.M.; NIELSEN, K. Complementary Approaches to Teaching Nature of Science: Integrating Student Inquiry, Historical Cases, and Contemporary Cases in Classroom Practice. **Science Studies and Science Education**. vol. 98, n. 3, may 2014, p. 461-486. DOI: 10.1002/sce.21111.
- ALVES-BRITO, Alan et al. Histórias (in)visíveis nas ciências. I. Cheikh Anta Diop: um corpo negro na Física. **Revista da ABPN**. Goiânia. vol. 12, n. 31, 2020, p. 290-318. DOI: 10.31418/2177-2770.2020.v12.n.31.p292-318
- ALVES-BRITO, Alan. Cosmologias racializadas: processos políticos e educativos anti(racistas) no ensino de Física e Astronomia. **Roteiro**. V. 46, 2021. DOI: 10.18593/r.v46.26279
- BORGES, Laís. Portal G1. Eleições. **Estudo mostra que uso de fake news cresce no 2º turno; 'desinformação está mais complexa e sofisticada', diz pesquisadora**. G1. 25/10/2022. Disponível em: <<https://g1.globo.com/politica/eleicoes/2022/noticia/2022/10/25/estudo-mostra-que-uso-de-fake-news-cresce-no-2o-turno-desinformacao-esta-mais-complexa-e-sofisticada-diz-pesquisadora.ghtml>> Acesso em: 22 julho 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a base. Brasília: Ministério da Educação, 2015. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/relatorios-analiticos/BNCCAPRESENTACAO.pdf>>. Acesso em: 08 jul 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a base. Brasília: Ministério da Educação, s.d. [2018]. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf> Acesso em: 22 out 2023.
- BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 23 mar. 2017.
- CARDINOT, D.; MOURA, C.B.; GUERRA, A. Challenging the -Science from nowhere- perspective in the classroom. **Science & Education**, vol. 32, 2022, p. 327-359. DOI: 10.1007/s11191-021-00311-1
- CILENTO, J.; GUERRA, A. Discussões em aulas de física sobre a participação de mulheres na ciência, a partir da obra Diálogos sobre a Pluralidade dos Mundos. **Alexandria**, Florianópolis, v. 14, n. 1, p. 249-275, 2021. DOI: <https://doi.org/hssh>.
- GURGEL, I.; PIETROCOLA, M.; WATANABE, G. The role of cultural identity as a learning factor in physics: a discussion through the role of Science in Brazil. **Cultural Studies of Science Education**. Vol. 11, 2016, p. 349-370.
- HALIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos da Física – Mecânica – Volume 1**. 12a ed. Barueri: LTC, 2023.
- HEWITT, P.G.; GRAVINA, M.H. **Física conceitual**. 12a ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- HODSON, B. **Evaluating and enhancing children's phonological systems**: Research and theory to practice. Wichita: Phonocomp, 2010.
- JARDIM, Wagner; GUERRA, Andreia. Experimentos históricos e o ensino de física: agregando reflexões históricas à literatura existente a partir da revisão bibliográfica da área e da história cultural da ciência. **Investigações em Ensino de Ciências (UFRGS)**, v. 22, 2017, p. 244-263.
- JARDIM, Wagner; GUERRA, Andreia; SCHIFFER, Hermann. History of Science in Physics Teaching. Possibilities for Contextualized Teaching? **Science & Education**. Vol. 30, 2021, p. 609-638. DOI: 10.1007/S11191-020-00191-X
- MATINS, I., PINHÃO, F. Cidadania e Ensino de Ciências: questões para o debate. **Revista Ensaio**, v.18, n. 3, 2016,

p.9-29. DOI - 10.1590/1983-21172016180301

MOURA, C.B.; Guerra, A. História Cultural da Ciência: um caminho possível para a discussão sobre as práticas científicas no ensino de ciências? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, 2016, p. 725-748.

NYHART, L. Historiography of the history of science. In: LIGHTMAN, B. (ed). **A companion to the history of science**. Oxford: Blackwell, 2016. p. 7-22.

NOLAN, Christopher. **Oppenheimer**. Obra cinematográfica. s.l.: IMAX, 2023.

ORESQUES, N.; CONWAY, E. **Merchants of Doubt**: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Climate Change. London: Bloomsbury, 2011.

OSBORNE, J.; PIMENTEL, D. Science, misinformation, and the role of education. **Science**. Vol. 378, n. 6617, 2022 Oct 21, p. 246-248. DOI: 10.1126/science.abq8093.

QUEIROZ, Christina. Crise nos programas de licenciatura. **Revista FAPESP**. No. 332, out. 2023, p. 12-17.

REIS, J.C.; GUERRA, A.; BOMFIM, J. Problematizando a ideia de gênios isolados: Mayer e Joule no episódio da conservação da energia. **Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología**, v. extra, 2016, p. 1075-1081.

ROSA, K.; ALVES-BRITO, A.; PINHEIRO, B.C.S. Pós-verdade para quem? Fatos produzidos por uma ciência racista. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Vol. 37, n. 3, 2020, p. 1440-1468. DOI:10.5007/2175-7941.2020v37n3p1440

RUDOLPH, J.L.; HORIBE, S. What do we mean by science education for civic engagement? **Journal of Research on Science Teaching**, v. 53, n. 6, 2016, p. 805-820.

SANTIAGO, Henrique. **Veja as 10 profissões que pagam os piores salários para quem tem diploma**. UOL. Economia. 15 out 2023. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2023/10/15/profissoes-mais-mal-pagas-brasil-pesquisa.htm>> Acesso em: 24 out 2023.

SBF. Sociedade Brasileira de Física. **Base Nacional Comum Curricular**. 26 de julho de 2018. Disponível em: <<https://sbfisica.org.br/v1/sbf/sbf-reafirma-sua-posicao-sobre-a-bncc-do-ensino-medio/>> Acesso em: 24 maio 2023.

As Relações entre ciência, universidade e sociedade em uma perspectiva antirracista The Relations between Science, University and Society under an Anti-Racist Perspective

Alan Alves Brito¹

Resumo: A relação entre ciência e sociedade com foco nas relações perpassadas pelo racismo é discutida. Além desse tópico, encontra-se também uma proposta de discussão do tema do racismo como parte da construção dos processos de divulgação científica.

Palavras chave: Ciência; Racismo; Racismo estrutural; Divulgação científica.

Abstract: The relationship between science and society with a focus on the relations permeated by racism is discussed. In addition to this topic, there is also a proposal to discuss the theme of racism as part of the construction of scientific dissemination processes.

Keywords: Science; Racism; Structural racism; Scientific dissemination.

Saudações a todas, todos e todes. Agradeço a oportunidade de estar aqui. Vou abordar o aspecto de ensino, pesquisa e, especialmente, extensão, aspecto importante das universidades do Brasil. Vou falar mais da minha experiência nas universidades, mas com foco em determinada questão,

que é pensar ciência e sociedade a partir da universidade, e como essas relações estão perpassadas, no Brasil, pelo racismo. Portanto, toda a discussão que faremos aqui é pensando nessa nova sociedade, nesse novo país do século XXI a partir desse marcador social importante, sobre o qual pouco é falado.

Meu objetivo é trazer esse tema para a discussão e pensar as ciências a partir da construção dos processos de divulgação, pesquisa e ensino de ciências no Brasil, entendendo que muitas das questões que estamos discutindo aqui desde o início, e que Leite Lopes traz em suas falas, que ouvimos aqui neste evento, nos fazem pensar que este presente em que vivemos é permeado de passado, o que ficou bastante destacado em todas as apresentações. Embora seja importante encontrarmos boas maneiras de fazer divulgação e de inserir as ciências na cultura, não podemos esquecer que é permeado de passado. Nesse sentido, observamos como a história do Brasil é perpassada de racismo, seja o Brasil Colônia, o Brasil Império, ou o Brasil República.

Assim, o racismo é um marcador importante para discutir o papel das universidades brasileiras, sobretudo no século XXI, porque ele vai se estruturando e articulando todos os processos na universidade, a relação das universidades com a sociedade, e o mesmo em relação às escolas. No Quadro 1, trago as diferentes facetas que o racismo apresenta (Alves-Brito, 2020).

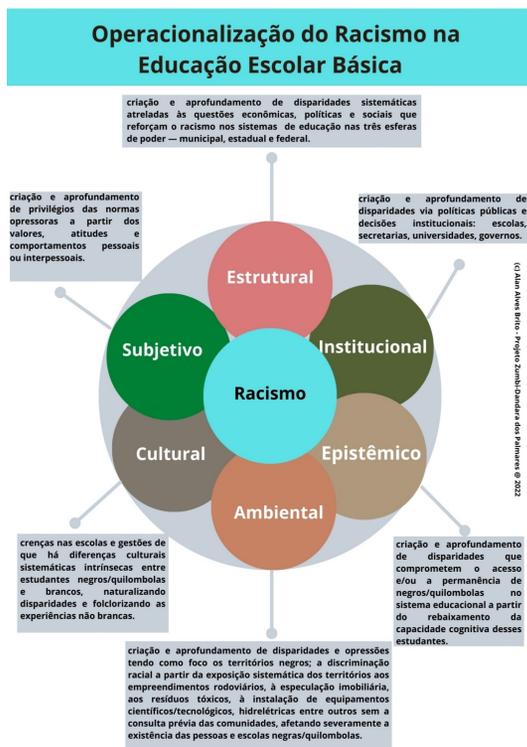
Todos esses aspectos do racismo, seja estrutural, subjetivo, institucional, epistêmico – como já foi bastante discutido aqui – ambiental e cultural vão se perpassando entre si. Essa divisão em facetas do racismo é didática, para melhor compreensão. Entretanto, elas estão orquestradas, interseccionando classes, gêneros, sotaques, origens geográficas e gerações, além de outros marcadores também muito pouco discutidos.

Qual é o papel das Instituições de Ensino Superior (IES) e das Unidades de Pesquisa ao pensarmos essas relações de racismo que nos atravessam e que vão explicar condições e situações que nós, como cientistas, naturalizamos e até negamos? Trabalho com a perspectiva de que, ao pensarmos a questão do racismo, da sub-representação de mulheres, as questões LGBTQIA+ (lésbicas, gays, bissexuais, travestis, trans, queer, intersexuais, assexuadas, entre outras pessoas), quilombolas, indígenas, neste espaço de ciências, muitos de nós, filósofos, engenheiros e cientistas trabalham a partir do negacionismo. Negam evidências, sobretudo a necessidade de nos envolvermos institucionalmente no sentido de desarticular essas estruturas.

Ao ser tratada, a questão do racismo, sobretudo a partir das universidades, entendendo a importância das universidades para a desarticulação dessas desigualdades sociais, raciais e de gênero, quase sempre é de modo articulado a partir do negacionismo. Esquece-se, frequentemente, o papel que a universidade tem na formação de professores, de cientistas, de engenheiros, de advogadas, de juízes. Obviamente, enfrentar essas questões vai implicar em iniciar outro projeto de educação e divulgação em ciências.

¹ Bacharel em Física pela Universidade Estadual de Feira de Santana (2002), Mestre (2004) e Doutor (2008) em Ciências (Astrofísica Estelar) pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, Doutorando em Educação (2023) na Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e realizou Especialização em Literatura Brasileira (2024) no Instituto de Letras da UFRGS. Realizou estágios de doutorado no Chile (Alfa/LENAC), Estados Unidos (FAPESP) e Austrália (Sanduíche CAPES). Foi pesquisador visitante em centros de pesquisa em Portugal e Alemanha. Realizou estágios de pós-doutorado (2008-2014) no Chile (PUC) e na Austrália (Swinburne University e Australian National University, onde também atuou como Super Science Fellow). Atualmente é Professor Adjunto no Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, onde desenvolve atividades de ensino, pesquisa, extensão, divulgação científica e gestão. Tem trabalhado em pesquisa (Programas de Pós-Graduação em Física e em Ensino de Física e no Núcleo de Estudos Africanos, Afro-Brasileiros e Indígenas) da UFRGS e no Programa de Pós-graduação em Divulgação em Ciências da Fiocruz, em temas voltados para a evolução química de diferentes populações estelares da Via Láctea, educação e divulgação de Astronomia e Física, incluindo questões decoloniais, étnico-raciais, de gênero e suas intersecções nas ciências exatas. Membro da União Astronômica Internacional, Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Sociedade Astronômica Brasileira, Sociedade Brasileira de Física, Associação Brasileira de Pesquisadores(as) Negros(as) e Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), foi eleito em 2014 Membro Correspondente da Academia de Ciências da Bahia. É diretor do Observatório Astronômico da UFRGS desde 2017. Coordena o PLOAD (Portuguese Language Office of Astronomy for Development) e é representante brasileiro no Office for Education, ambos da União Astronômica Internacional. Foi membro da diretoria da Sociedade Astronômica Brasileira (2018-2020) e integra a direção da ABRAPEC. É autor de artigos, livros e ensaios de ciências, educação e divulgação em ciências. Finalista do Jabuti 2020, é ganhador do Prêmio José Reis de Divulgação Científica do CNPq (2022), na categoria Pesquisador e Escritor.

Quadro 1 – As diversas facetas do racismo estrutural na educação.



Fonte: o autor.

Esse outro projeto precisa ser, portanto, não somente um projeto de divulgação das ciências, mas precisa ser um projeto de educação antirracista. Ao afirmar isso, compreendemos as interseções de classe, gênero, e todos os outros marcadores. Compreendendo que as universidades e as instituições científicas são construções humanas, a forma como se organizam está marcada a partir de um perfil identitário. Frequentemente, ao levantarmos esse debate, afirma-se que essas são questões identitárias e, portanto, questões menores, pois dizem respeito a identidades de minorias.

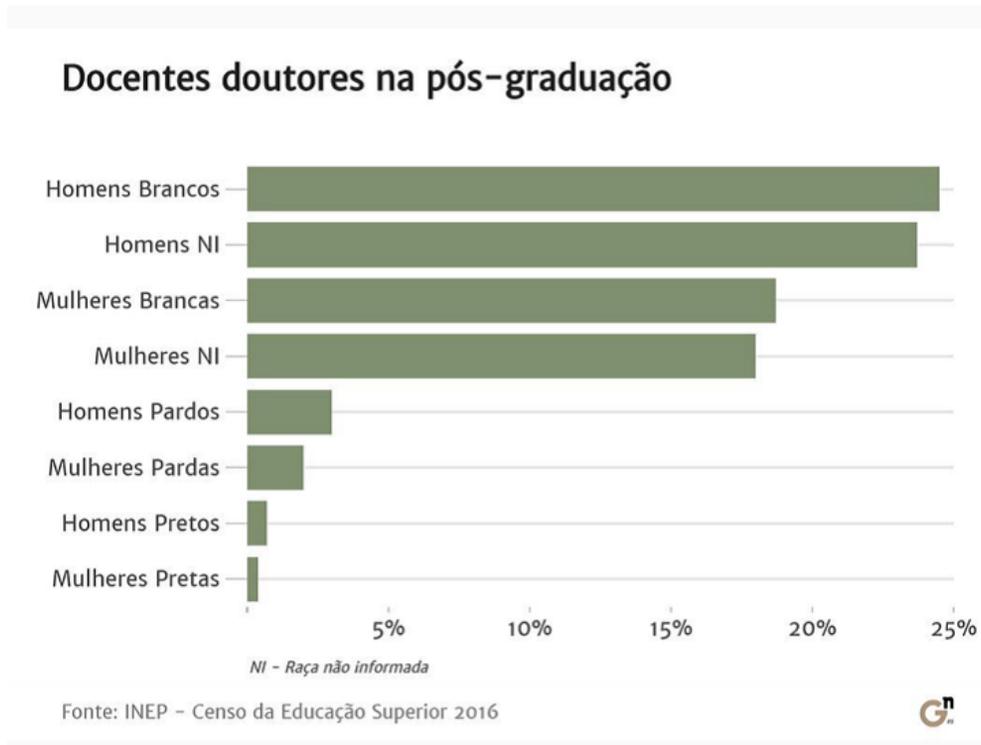
Entretanto, as ciências possuem um perfil identitário muito demarcado. As ciências, principalmente as exatas, são racializadas, desenhadas e definidas por meio do pensamento do homem, branco, heterossexual, cisgênero e bem-nascido a diferentes latitudes do norte e sul global. Assim, ao olhar para o nosso país, percebemos desafios que precisamos superar em ensino e pesquisa para desarticular essas estruturas que atravessam pessoas negras, quilombolas, indígenas, mulheres, LGBTQIA+, pessoas periféricas, com deficiência. Não é exagero afirmar que está de fora a maioria da população, no Brasil, constituída por negros, por mulheres, e essas pessoas não têm ocupado lugares de poder.

Outra pergunta que trago para esta discussão, a partir das IES e Unidades de Pesquisa, é: Se essas unidades seriam “ações afirmativas” para um perfil identitário muito bem-marcado, pessoas brancas, homens em sua maioria? Se não, vejamos os dados que levantamos no Quadro 2.

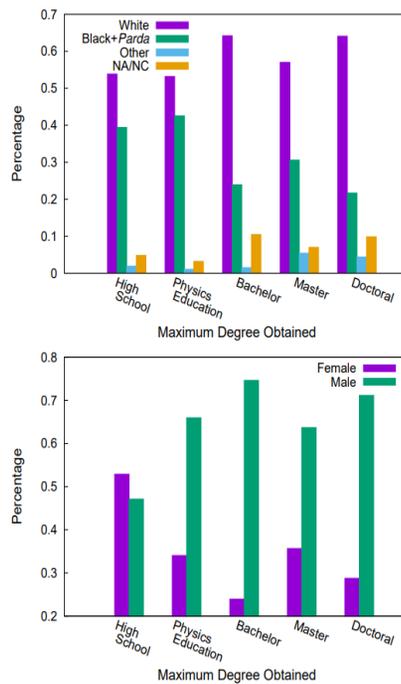
Investigamos esses dados sobre a pós-graduação por sua importância, não só na formação em geral, mas também na configuração dos institutos de pesquisa. Ao discutir o que

é desenvolvimento, o que é tecnologia, o que é inovação, isso é fundamental. O Quadro 2, então, mostra os dados de 2016. Evidentemente, posterior a isso, houve ações afirmativas e novas leis no sentido de garantir vagas na formação de professores e pesquisadores visando o recorte racial e de gênero. Vemos, por exemplo, que as mulheres pretas têm extrema sub-representação na pós-graduação, local de extrema importância para pensar o sistema de produção de protagonismo de conhecimento.

Quadro 2 – Docentes doutores na pós-graduação, Brasil, 2016.



Quadro 3 – “Efeito tesoura”: taxas de abandono dos cursos de ensino superior por mulheres e negros.



Fonte: Anteneodo *et al.*, 2020.

O mais recente Censo (IBGE, 2022) mostra que há, no Brasil, 51% de mulheres e 54% de negros, ou seja, não

se trata de minorias. Em estudo que participei (Anteneodo *et al.*, 2020), analisamos dados recentes da Sociedade

Brasileira de Física, que mostram claramente a discrepância e o já muito bem estudado efeito “tesoura” (Quadro 3), observado para gênero, também se observa para negros, em que negros são cortados à medida que avança a progressão da carreira, do mesmo modo que se observa para as mulheres. Ao pensarmos ensino e pesquisa no século XXI, é fundamental pensar não só no sistema de ingresso à universidade, mas também na permanência nos cursos.

Para a nossa discussão de hoje sobre a relação entre ciência e sociedade, é muito importante que as universidades de fato avancem nas possibilidades de outras epistemologias, como já foi discutido em outras apresentações. Como fazer isso? Como levar outras epistemologias em conta sem, por exemplo, enfraquecer a imagem de ciência, sem relativizar os seus resultados? Evidentemente, assumimos aqui que essas outras epistemologias e cosmologias são possíveis de serem incluídas.

É necessário, entretanto, pensar a cosmologia não tão somente como algo que se iguala à filosofia, como é a concepção clássica, já mencionada aqui hoje. Sim, cosmologia é filosofia, mas não se reduz à filosofia grega. Nesse diálogo com as pessoas, com a sociedade, essas cosmologias são cosmologias negras, africanas, trazidas, por exemplo, por povos bantu, iorubá e fon, que ajudaram a forjar este país, ainda que sequestrados, como todos sabem, a partir do sistema de escravidão, assim como todas as cosmologias encontradas a partir das línguas e das oralidades dos povos originários.

Como estabelecer, por exemplo, a partir de um objeto de arte, de representações artísticas, os diversos modelos cosmológicos de diferentes povos e suas línguas. Essas línguas nos trazem vastas possibilidades, que desconhecemos. Aprendemos rapidamente inglês, alemão, mas poucos estudam iorubá. É interessante o estudo, por exemplo, de como essas línguas alteram o nosso jeito de falar, de pensar e de nos organizar como sociedade.

É evidente que todo esse conhecimento e todas essas possibilidades não estão na escola, não estão nos currículos. É por isso que o projeto de reeducação e de divulgação das ciências precisa ser, sobretudo, antirracista, pois precisamos recuperar essas histórias, precisamos contar outra história.

As universidades e o sistema de produção de conhecimento na cultura ocidental têm trazido, sim, contribuições importantes para o combate às desigualdades. O racismo estrutural, sua gênese e conformação, tem sido descrito e discutido por diversos pensadores (Almeida, 2019; Carneiro, 2020; Baker; Connell, 2022; Bento, 2022; Fanon, 1968; Mbembe, 2016; Preciado, 2020). Através desses trabalhos, percebemos a forma como os sistemas globais de colonialismo, capitalismo e patriarcado se articulam para criar, por exemplo, as diferentes dinâmicas que envolvem os marcadores sociais, bem como reforçam sistemas de desigualdade.

Esse enfrentamento, essa discussão, esse debate precisam ser feitos para estabelecer políticas afirmativas, políticas públicas de ciência e tecnologia pensando em inclusão. Para essa reflexão, será necessário tensionar o conceito hegemônico de ciência como metodologia, sempre compreendendo que não se trata de negar a importância das ciências e das instituições científicas.

Não sou só eu, Alan, que posso ser considerado um

ativista, quem afirma isso. Houve um editorial da revista *Nature* (2021) reconhecendo como, historicamente, o racismo científico, enquanto pseudociência, contribuiu para a exclusão. Esse também é um ponto importante para a nossa comunidade de físicos, astrônomos, enfim, profissionais de ciências naturais, pois discutimos frequentemente diversas pseudociências. Falamos de terraplanistas, falamos da astrologia, mas não dando a importância histórica da astrologia na construção da astronomia, tratamos da questão climática, do criacionismo, mas temos muita dificuldade de tratar o racismo científico enquanto uma pseudociência.

Conhecer como o racismo surgiu permite que se identifique como ele ainda articula as nossas formas de organização. O racismo ainda dita a forma como ensinamos e quais são os parâmetros epistemológicos, o que explica as inúmeras estratégias de apagamento e exclusão de corpos negros.

Nesse sentido, as universidades no Brasil são muito particulares, porque elas têm esse papel de articular ensino, pesquisa e extensão, numa sociedade complexa no sentido histórico, com todas essas desigualdades que estamos discutindo aqui, já pontuadas por Leite Lopes há muito tempo, nessa relação com as escolas. Aqui também foi dito já, e esse é o meu ponto de vista; as escolas públicas são território negro, são frequentadas majoritariamente por pessoas negras. Ainda assim, as suas metodologias e epistemologias são eurocentradas, brancocêntricas e hegemônicas. Também entendo que essa educação básica tem papel fundamental na desestruturação dessa estrutura racista. É exatamente por ser território negro que a escola básica pública passa, historicamente, por todos esses mecanismos de exclusão.

As escolas têm um papel fundamental de discutir os conceitos de ciência, tecnologia, desenvolvimento e inovação, mas, obviamente, está nas mãos das universidades a possibilidade de promover formação inicial e continuada. Essa formação precisa ser pautada a partir das diretrizes nacionais para as relações étnico-raciais. Todos precisamos fortalecer essa história, revigorar esse passado, precisamos entender do que estamos falando, que léxico usamos. Questões como o que é preto, o que é pardo, o que é indígena, o que é trans, o que é homem, o que é mulher são fundamentais de serem abordadas, visto que as nossas salas, os nossos laboratórios e espaços de produção de conhecimento serão cada vez mais diversos a partir de tudo que está sendo promovido.

Será necessário também modificar o modo como o projeto de universidade é construído, processo em contínuo andamento, que também tem origem nas lutas históricas desses movimentos. Entretanto, precisamos fazer mais para garantir que essas universidades construam outro futuro. Ainda que o presente seja permeado por esse passado, podemos construir outro futuro. Historicamente, a extensão e divulgação em ciências nas universidades têm um lugar muito potente para ruir essas estruturas, para *hackear* esses sistemas. Também sabemos que, na lógica do pensamento ocidental, a extensão e a divulgação em ciências são quase sempre colocadas em um lugar de “sub-alteridade”, um lugar de inferioridade por ser exatamente esse espaço da universidade que tem pensado historicamente a formação social.

Com isso, temos passado por um momento muito delicado nas universidades ultimamente. Há um processo que

tem tornado a extensão universitária bastante plural, o que traz, também, muitos tipos de relações. Ainda assim, a extensão e a divulgação em ciências são espaços importantes. Ou seja, cabe a todas as IES, como o CBPF, as universidades, fazer mais e mais divulgação científica com isso em mente, com essa importância em mente, não somente na prática, mas também na aprimoração das pesquisas sobre divulgação em ciências, conhecendo mais as pesquisas nessa área, pois há pesquisadores que se voltam a essa área, que não é uma área menor em nenhum sentido para a pesquisa.

Temos, em vigor, diversos programas, como o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), a Iniciação Científica Júnior (IC Jr), o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e a Residência Pedagógica, que são parte da Política Nacional de Formação de Professores do Ministério da Educação (MEC), financiados por agências de fomento, além dos muito importantes Projetos de Educação Escolar Diferenciados.

A minha sugestão é, portanto, o estabelecimento de ensino, pesquisa e extensão em perspectiva antirracista. Nesse sentido, será fundamental compreender o foco principal da discussão teórica que gerou as diretrizes que aprovamos ao longo dos anos no Brasil, como as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e cultura Afro-Brasileira e Africana (DCNERER) (Brasil, 2004), o Artigo 26A da Lei de Diretrizes e Bases (Brasil, 1996 [2008]), pela Lei 10.639 (Brasil, 2003) e Lei 11.645 (Brasil, 2008).

Esses avanços não são parte de uma concessão desse sistema hegemônico, são parte da luta histórica promovida pelos movimentos negros, pelos movimentos sociais, do movimento feminista, do movimento LGBTQIA+. Assim, nessa relação entre ciência e sociedade, é importante reconhecer que os movimentos sociais trazem parâmetros de educação, trazem epistemologias, trazem aprendizagens do ponto de

vista de como a ciência é produzida. Será importante, nesse processo, ouvir essas vozes.

Ao pensarmos nessas relações, e na questão de por que devemos nos preocupar com normas e práticas que trazem desvantagens para as pessoas, há muitas facetas a serem abordadas. Será crucial o olhar através do princípio da dignidade humana nos âmbitos jurídico, moral, social e político, sobretudo o conceito de democracia que, ao analisarmos historicamente, se trata de palavra frequente no âmbito das instituições científicas. Entretanto, em nosso entendimento, não há democracia no Brasil, tendo em vista essa estrutura racista e desigual. Não haverá democracia no Brasil sem termos em conta a questão étnico-racial nas suas interseções. É necessário enfrentar o significado de exclusão social.

Temos, no século XXI, um papel fundamental das universidades na busca de justiça étnico-racial. Trata-se de justiça cognitiva, visto que as pessoas negras terem sido excluídas historicamente desses lugares, justiça de gênero, justiça social, enfim. Trata-se, entretanto, de um esforço que vai além do esforço individual. Isso também foi discutido nas apresentações que me antecederam. Essas mudanças precisam ser estruturais, coletivas, em ações que vão além da empatia, da boa vontade e do esforço pessoal. São ações que partem de consciência histórica e política e do papel fundamental das instituições científicas em todas essas questões, pois sem essa consciência não podem ser eficazes.

A agenda de desenvolvimento, muito valorizada para pensar o conceito de ciência, tecnologia e inovação, também precisa ser repensada. Há que utilizar as ferramentas disponíveis pelo pensamento crítico para substituir as ideias do pensamento tradicional. Nêgo Bispo (Santos, 2015), pensador quilombola, tem nos ajudado a pensar o que essa palavra ‘desenvolvimento’ significa. Por exemplo, desenvolvimento precisa refletir cada um dos pontos incluídos na agenda mundial de sustentabilidade (Quadro 4), a partir das vozes de comunidades indígenas, quilombolas, enfim, de comunidades tradicionais.

Quadro 4 – Objetivos globais de desenvolvimento sustentável segundo a Organização das Nações Unidas.



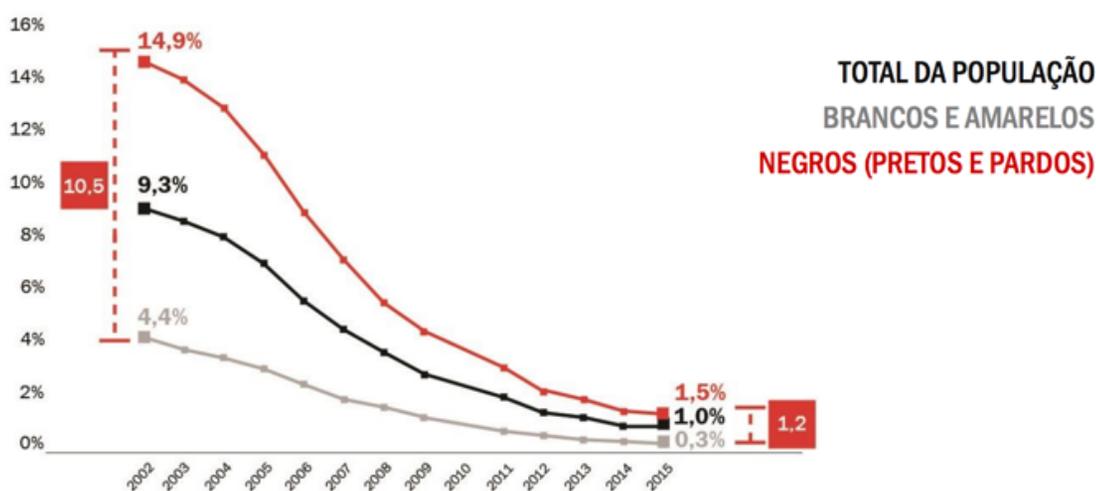
No caso da astronomia, tenho trabalhado nos eventos. Por exemplo, temos o caso do telescópio muito grande que se planejava instalar no Havaí. Esse telescópio significa um desenvolvimento tecnológico para nós na astrofísica. Através dele, poderemos responder diversas perguntas sobre o universo e sua formação. Entretanto, o telescópio teria que ser instalado em uma montanha alta, que é sagrada para o povo do Havaí. Esses tensionamentos, essas questões sociocientíficas, são importantes para discutirmos como são sentidas no processo de formação integral do professor, seja na graduação ou na pós-graduação (Alves-Brito; Alho, 2022).

É aqui que retornamos à questão que foi colocada antes: Desenvolvimento para quem? As comunidades indígenas têm diferentes objetivos de desenvolvimento. Do mesmo modo, para tomar um exemplo do Brasil, podemos considerar a plataforma de lançamento de foguetes de Alcântara, MA. Para nós, significa desenvolvimento e tecnologia. Entretanto, para as comunidades que ali resistiam há décadas, e que pensam e veem esse território como extensão do seu corpo e do seu pensamento, a noção de desenvolvimento é outra (Alves-Brito, Alho, 2022).

Quadro 5 – Intersecção entre desigualdade social e racial.

Redução da pobreza multidimensional resulta na queda da desigualdade racial

Percentual da população em pobreza crônica multidimensional por cor/raça



Fonte: IBGE/Pnad

É por questões como essas que podemos afirmar que as questões raciais não estão desacopladas do fazer ciência. A ciência não é algo apartado da vida cotidiana como frequentemente se quer apresentar. A agenda de pesquisa dos povos indígenas traz pontos, como sobrevivência, recuperação, desenvolvimento, autodeterminação, saúde (bem-viver), descolonização, transformação e mobilização, que, penso, precisamos olhar com mais atenção no século XXI (Smith, 2018).

Quero ressaltar quanto à agenda de pesquisa de povos indígenas que não é somente uma agenda, mas, sobretudo, nos faz pensar a existência. O direito primeiro, mínimo, é o direito de existir e de poder ser e estar. Por isso, os nossos processos na universidade precisam levar em conta essas disparidades e tensões ao considerar o ingresso e a permanência dos seus estudantes.

O processo de democratização do acesso ao ensino supe-

rior, pelas ações afirmativas, tem questionado a universidade no seu todo quanto a:

- as disparidades do acesso entre brancos, negros e indígenas;
- os conhecimentos que têm sido considerados legítimos de serem ensinados e pesquisados;
- a função social da universidade;
- a produção acadêmica com base etnocêntrica; e
- o “confinamento racial do mundo acadêmico”.

Isso é necessário para questionarmos o que é considerado mérito acadêmico, para ressignificar privilégios e refletir sobre o que é considerado inferioridade e superioridade. Além disso, é necessário desestabilizar a ideia de “democracia racial”, falácia que tem sido usada historicamente para

descrever o Brasil, que reflete o negacionismo e mascara o racismo estrutural observado. As universidades e os espaços acadêmicos precisam promover justiça social e cognitiva, pressionando o Estado brasileiro a sair da neutralidade. Por fim, será necessário não desqualificar os beneficiários de ações afirmativas, além, evidentemente, de agir. Este é um tema sobre o qual são importantes as discussões, mas ao qual a efetividade é inerente.

Cabe ressaltar, aqui, o fato de que a redução da pobreza multidimensional, ou seja, a pobreza em todas as suas dimensões, não só a material, resulta na queda da desigualdade racial (Quadro 5). Esse fato mostra o quanto há interseccionalidade entre as desigualdades sociais e aquelas étnico-raciais e reforça a necessidade de ações afirmativas e da contínua discussão e mudança.

Há um ponto fundamental que quero ressaltar, e que já era trazido por Leite Lopes, e é a importância de olharmos de outra maneira para a América Latina (Alves-Brito; Macedo, 2022). Para esta discussão, trago Lélia Gonzales (2020), pensadora negra importantíssima para este debate e tão pouco estudada. Lélia traz os conceitos de ‘amefricanidade’ e de ‘pretuguês’. O que me pergunto é como trazer essa América como sendo – não aquele encontro intercultural que é como outubro de 1492 nos foi apresentado – mas de fato outro encontro, com outra perspectiva.

Para terminar, gostaria de mencionar alguns dos projetos que temos no Rio Grande do Sul, junto às comunidades quilombolas e a escolas, que buscam pensar outras narrativas sobre o céu. O céu pode ser pensado como uma biblioteca de narrativas históricas (Alves-Brito; Alves, 2022; Alves-Brito; Macedo, 2022). Podemos buscar essas outras narrativas trazidas por outros povos e que não nos chegam, que não são consideradas (Alves-Brito, 2020; 2022). Pretendemos oferecer outros espaços de criação com crianças e adolescentes (Alves-Brito; Massoni, 2019). Também buscamos formas diferentes de comunicação e sua adequação a públicos diversos (Alves-Brito; Massoni; Guimarães, 2020). Além, evidente, da necessidade premente de verificar a forma como os negros foram colocados historicamente através de pseudo-conhecimento como parte desse processo social exclusivista (Rosa, Alves-Brito, Pinheiro, 2020). Por fim, temos atuado também no sentido de alterar as narrativas de museus para que deixem de refletir esse projeto hegemônico (Alves-Brito *et al.*, 2019).

Referências

- ALMEIDA, Sílvio. **Racismo Estrutural**. São Paulo: Pólen Livros, 2019.
- ALVES-BRITO, Alan. (org). **Zumbi-Dandara dos Palmares** – Desafios estruturais e pedagógicos da educação escolar quilombola para a promoção da equidade racial no Brasil do século 21. Porto Alegre: pragmatha, 2020.
- ALVES-BRITO, Alan. O ensino de física e astronomia pela perspectiva-afro indígena. **Ciência Hoje**. n. 387, maio de 2022.
- ALVES-BRITO, Alan. Cosmopolíticas da tradução: a potência epistêmica das literaturas negras e indígenas. **Organon**. v. 38, n. 75, 2023. DOI: 10.22456/2238-8915.130954
- ALVES-BRITO, A.; ALVES, A.M.A. Cosmologias africanas e afro-brasileiras: reflexões estratégicas didático-pedagógicas para professores e divulgadores de ciências. In: JAKULSKI, C.H.D.S.; SILVA, M.C. (Orgs.). **Sobre mais uma ideia para adiar o fim do mundo**: reflexões do curso de aperfeiçoamento Educação para as relações étnico-raciais na Educação Básica. Vol. 1. Porto Alegre: UFRGS, 2022.
- ALVES-BRITO, Alan; MACEDO, José Rivair. A história da ciência e a educação científica pelas perspectivas ameríndia e amefricana. **Revista Brasileira de História da Ciência**. Vol. 15, n. 2, jul-dez 2022. DOI: 10.53727/rbhc.v15i2.804
- ALVES-BRITO, A.; MASSONI, N.T.; GUERRA, A.; MACEDO, J.R. Histórias (in)visíveis nas ciências. I. Cheikh Anta Diop: um corpo negro na Física. **Revista da ABPN**. Vol. 12, n. 31, 2020, p. 292-318. DOI: 10.31418/2177-2770.2020.v12.n.31.p292-318
- ALVES-BRITO, A.; SPINELLI, P.F.; CUAMBE, V.A.; CABRAL, I.; LATAS, J.; DORAN, R. Astronomy for development in Portuguese-speaking countries. **Nature Astronomy**. Vol. 3, 2019, p. 366-368. DOI: 10.1038/s41550-019-0736-9
- ALVES-BRITO, A.; MASSONI, N.T. O papel da divulgação científica em Astrofísica na velhice: relato de uma experiência na extensão universitária. **Rev. Bras. Extensão Universitária**. v. 11, n. 2, mai.–ago. 2020, p. 199-212. DOI: 10.36661/2358-0399.2020v11i2.11423
- ALVES-BRITO, A.; MASSONI, N.T. Astronomia, ludicidade, enculturação científica: um projeto de extensão voltado a crianças e jovens com indicadores de altas habilidades. **Alexandria**. v. 12, n. 1, 2019. DOI: 10.5007/1982-5153.2019v12n1p111
- ALVES-BRITO, A.; MASSONI, N.T.; GUIMARÃES, R.R. Subjetividades da Comunicação Científica: a educação e a divulgação científicas no Brasil têm sido estremecidas em tempos de pós-verdade? **Cad. Bras. Ensino de Física**. vol. 37, n. 3, 2020. DOI: 10.5007/2175-7941.2020v37n3p1598
- ALVES-BRITO, A.; SILVA, J.; GIRALDO, V.A. Panorama da educação antirracista no Mestrado Profissional Nacional em Matemática (PROFMAT). **Identidade**. São Leopoldo. v. 28, n. 1, jan/jun 2023, p. 107-127.
- ALVES-BRITO, A.; ALHO, K.R. Educação para as relações étnico-raciais: um ensaio sobre alteridades subalterizadas nas ciências físicas. **Ensaio**. Belo Horizonte. Vol. 24, n. 1, 2022. DOI: 10.1590/1983-21172022240122
- ANTENEODO, C.; BRITO, C.; ALVES-BRITO, A.; ALEXANDRE, S.S.; D’AVILA B.N.; MENEZES, D.P. Brazilian physicists community diversity, equity, and inclusion: A first diagnostic. **Phys. Rev. Phys. Educ. Res**. vol. 16, 010136, 2020.
- BAKER, R.S.; CONNELL, H.A. Structural racism, family structure, and Black–White inequality: The differential im-

pact of the legacy of slavery on poverty among single mother and married parent households. *Journal of Marriage and Family*. **Journal of Marriage and Family**. Vol. 84, n. 5, Oct 2022, p. 1341-1386. DOI: 10.1111/jomf.12837

BENTO, Cida. **Pacto da branquitude**. São Paulo: Companhia das Letras, 2022.

BRASIL. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional de 1996**. 2ª edição. Brasília: Senado Federal, 2018 [1996].

BRASIL. **Lei 10.639**, de 9 de janeiro de 2003. Altera a LDB. Brasília: Casa Civil, 2003.

BRASIL. **Lei 11.645**, de 10 de março de 2008. Altera a LDB. Brasília: Casa Civil, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e cultura Afro-Brasileira e Africana** (DCNERER). Brasília: Ministério da Educação, 2004.

CARNEIRO, Sueli. **Interseccionalidades**: pioneiras do feminismo negro brasileiro. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2020.

FANON, Frantz. **Os condenados da terra**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1968.

GONZALEZ, L. **Por um feminismo afro-latino-americano**: ensaios, intervenções e diálogos. Rio de Janeiro: Zahar, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

MBEMBE, Achille. **Politiques de l'inimitié**. Paris: La Decouverte, 2016.

NATURE. Editorial. Tackling systemic racism requires the system of science to change. **Nature**. vol. 593, n. 313, 2021. DOI: 10.1038/d41586-021-01312-4

OLIVEIRA, A.C.; ALVES-BRITO, A.; MASSONI, N.T. Educação para as relações étnico-raciais no ensino de física e astronomia no Brasil: mapeamento da produção em mestRADOS profissionais (2003-2019). **Alexandria**. v. 14, n. 2, 2021. DOI: 10.5007/1982-5153.2021.e76542

PRECIADO, Paul B. **Um apartamento em Urano**: Crônicas da travessia. Rio de Janeiro: Zahar, 2020.

ROSA, K.; ALVES-BRITO, A.; PINHEIRO, B.C.S. Pós-verdade para quem? Fatos produzidos por uma ciência racista. **Cad. Bras. Ensino de Física**. vol. 37, n. 3, 2020. DOI: 10.5007/2175-7941.2020v37n3p1440

SANTOS, A.B. **Colonização, quilombos**. Modos e significações. Brasília: INCTI/UnB, 2015.

SMITH, Linda Tuhiwai. **Descolonizando metodologias**: pesquisa e povos indígenas. BARBOSA, Roberto G. (Trad.). Curitiba: UFPR, 2018.

Vivências e experiências de um docente e pesquisador de física

Life experiences of a physics professor and researcher

Wagner José Corradi Barbosa¹

Resumo: Aborda-se a experiência pessoal e coletiva da superação de situações e condições formadas pelo racismo estrutural. São relatadas vivências e práticas universitárias com o objetivo de ilustrar possíveis soluções e caminhos.

Palavras chave: Ciência; Racismo; Racismo estrutural; Ensino e Pesquisa de física no Brasil.

Abstract: The personal and collective experience of overcoming situations and conditions formed by structural racism is addressed. University experiences and practices are reported with the aim of illustrating possible solutions and paths.

Keywords: Science; Racism; Structural racism; Physics Teaching and Research in Brazil.

Boa tarde a todos e todas, é um prazer estar aqui. Agradeço ao convite feito pelo professor Márcio Albuquerque e à organização. Trago uma apresentação que é composta por inúmeros recortes, diversos dos quais já foram discutidos aqui. Este é um tema que me traz desconforto, por não nos parecer claro onde estamos e para onde devemos nos orientar. Sendo assim, penso em abordar o tema desta nossa mesa de modo diferente.

Para iniciar, quero trazer um trecho de um artigo de *Ciência & Sociedade* de Leite Lopes, em que ele defende a necessidade de treinar cientistas e engenheiros em ciência básica no país, caso pretendêssemos resolver nossos problemas localmente em vez de importar soluções. Leite também defende, nesse ponto, a criação de instituições modernas, onde a pesquisa estivesse intimamente associada ao ensino, o que, para ele, implicava preferencialmente na dedicação exclusiva dos professores e pesquisadores nas universidades (Leite Lopes, 1963). Esse é o embrião do conceito que hoje tanto defendemos que é o de universidade e pesquisa.

Já em 1985, ao falar de ciência, universidade e desenvolvimento, Jayme Tiomno nos diz o seguinte:

d) É necessário reconquistar a mocidade universitária para a tarefa do desenvolvimento nacional, utilizando-a desde logo no desenvolvimento universitário e em tarefas ligadas à alfabetização e ensino secundário.

[...]

e) Com a rápida expansão do ensino secundário é necessário tomar providências imediatas para a intensificação da formação de professores de nível médio antes que se desencadeie uma crise insuperável nesse setor (Tiomno, 1985).

Ou seja, a perspectiva de utilizar os jovens universitários para apoiar o projeto do país, naquele momento, de alfabetização da população. Ele faz alusão à necessidade de “tomar providências imediatas” antes que a situação de formação de professores se torne uma crise insuperável. Bem, já pudemos ver, com a apresentação da professora Andréia, que essa crise já se tornou insuperável faz tempo. Somente para termos professores de física em número necessário para dar conta da demanda no ensino médio, teríamos que formar cerca de 150 professores por ano em cada instituição de ensino superior – fora as outras disciplinas, como matemática e outras. Tiomno continua:

f) É necessário tomar providências imediatas e aceleradas para formação de pessoal de nível superior em escala suficiente para atender a expansão do ensino universitário em nível de graduação e pós-graduação.

g) A afluência crescente de candidatos às universidades e o agravamento do fenômeno “excedente” são indícios de crescente competição entre os jovens para adquirir uma posição.

h) As bolsas de graduação ou pós-graduação devem exigir obrigatoriamente a prestação de algum serviço sob controle do orientador, de modo a desafogar as tarefas do corpo docente e permitir o aumento do número de vagas.

j) a pesquisa científica tem sua localização natural na universidade que lhe dá o ambiente, estímulo e apoio indispensável e que a utiliza para a formação de novos especialistas e ampliação de seus quadros.

Não excluindo, obviamente, Institutos de pesquisas de alto nível, fora e dentro da universidade (Tiomno, 1985).

Esse trecho me faz recordar uma conversa que tive recentemente, quando alguém questionava, triste, por que não estamos mais formando 25 mil doutores por ano, apenas 18 mil. Esses dados, mencionados pelo meu interlocutor, não me impressionaram. Respondi a ele afirmando que não nos ajuda só formar tantos doutores se, afinal, empregamos pouco mais de 500 por ano. Assim, nos tornamos um país onde sobram títulos de pós-graduação, mas faltam oportunidades de trabalho para esses pesquisadores e professores.

Como o governo se baseia em indicadores para identificar aonde alocar fundos, fiz a seguinte sugestão. Devemos criar um indicador para o número de pós-graduandos formados e empregados. Desse modo, poderemos, no futuro, solicitar ao

¹ Wagner Corradi possui graduação em Física pela UFMG (1990). Mestrado em Astrofísica (1993). Doutorado em Astrofísica, com estágio no Copenhagen University Observatory do Niels Bohr Institute for Astronomy, Physics and Geophysics (Dinamarca) e no European Southern Observatory (1998). Professor Titular do Departamento de Física da UFMG. Coordenador da Universidade Aberta do Brasil UAB/CAPEs na UFMG (2010-2018). Coordenador de Extensão do ICEx/UFMG (2007-2014), do Programa de Extensão “Aproxime-se” (CAED/UFMG) e do Projeto “Planetário do Museu Itinerante da UFMG”. Vice-Presidente de EaD do Programa Inglês sem Fronteiras (SESU/MEC) de 2012 a 2014. Diretor de EaD da UFMG (2014-2018). Diretor do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA/MCTI) desde 2020. Membro da SAB, SBPC, UniRede e IAU. Representante em órgãos colegiados da UFMG, LNA, MEC e Estado de MG. Avaliador de Instituições pelo MEC. Autor de livros e ferramentas de apoio didático na modalidade EAD. Pesquisador nas áreas de Física do Meio Interestelar, Aglomerados Abertos, Formação Estelar e Educação a Distância.

Governo que aloque recursos no sentido de empregar mais doutores.

Na sequência das suas sugestões, Tiomno sugere a utilização dos estudantes de pós-graduação nas tarefas dos professores como modo de propiciar um aumento no número de vagas. Na nossa CAPES, então, surgiu a proposta do estágio docência como algo maravilhoso. Na verdade, afirmo que é justo o contrário, é algo que trará dificuldades e não ajuda. É o tipo de situação que configura aquilo que é caracterizado como desrespeito ao lado humano. Tratamos essa nossa força de trabalho como lixo.

Vejam bem, pegamos os sujeitos mais capacitados do país, formados pelas melhores instituições, com todos os privilégios, contato com instituições de todo o mundo e dizemos a eles que terão que sobreviver com a sua bolsa, e que serão aproveitados para o processo de ensino. Isso faz com que alguns até confundam pós-doutorado com formação acadêmica. Desse modo, as pessoas vão enfileirando pós-doutorados, cada um com a sua classificação, seja 1A, 2B, ou seja qual for.

Evidentemente, Tiomno, em 1985, não tinha a intenção de prejudicar o sistema. Seu pensamento provavelmente foi em torno das ideias de como podemos aproveitar a capacidade dessas pessoas para melhorar o sistema. Ao final da citação, o autor fala da pesquisa científica como tendo o seu “lugar natural” na universidade. Embora ele agregue ao final um lembrete para não se esquecer dos institutos de pesquisa, essa é uma dificuldade que temos hoje, a de explicar a função de Institutos de Pesquisa ligados diretamente ao MCTI. Isso se deve ao fato de que a maioria das pessoas, embora compreenda o que é a universidade, têm dificuldade de compreender o papel que têm os Institutos de Pesquisa.

Se o Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA) for fechado, acaba a astrofísica no Brasil, porque não haverá dinheiro para comprar um telescópio. Não há como a ciência acontecer sem esse tipo de instituição. Cerca de 2 anos atrás, fizeram a proposta descabida de cobrar dos pesquisadores para que utilizassem os telescópios.

Por exemplo, somos coproprietários dos telescópios Gemini, com espelho principal de 8 metros de diâmetro, dos melhores do mundo na sua classe, um no Havaí e outro no Chile. Para manter suas operações pagamos cerca de 2 milhões e meio de dólares por ano. Lembrando que a nossa parte para manutenção desses telescópios é de somente 7% do custo total das operações. É como se fôssemos proprietários de 7% de um carro de Fórmula 1, mas com a vantagem de que se usa o carro inteiro quando se pode pilotar. Nesse caso, se cada pesquisador tivesse de pagar para usar, não teria nem capacidade de comprar, melhor, alugar, um parafuso da roda! Por isso tem de existir uma instituição nacional pública como o LNA. Pior, visões equivocadas como essa de cada um por si, partem do pressuposto que bastaria saber colocar e tirar parafuso de roda para poder participar do experimento, ou seja deixa de levar em conta todo o conjunto de aprendizado que implica em utilizar com sucesso um carro de Fórmula 1.

Em resumo, percebe-se que o processo apesar de bem-intencionado e por vezes é tido como muito bom para o estudante e as instituições, na verdade está longe de ser a melhor solução.

Em outra edição da série *Ciência & Sociedade*, Luiz Davi-

dovich diz

Perguntas como [essas] já permeavam os debates realizados na década de 1950 sob inspiração do educador Anísio Teixeira (1900-1971) e foram tema de um simpósio organizado pela SBPC em 1960. Propunha-se modificar os padrões de conhecimento do ensino superior brasileiro, aliando a formação humanística e a livre criação cultural à ciência e à tecnologia modernas. Segundo o antropólogo Darcy Ribeiro (1922-1997), um dos líderes daquele movimento, tratava-se de criar uma ‘universidade necessária’ para o desenvolvimento do país, integrando ensino e pesquisa, e fugindo ao ‘modelo tradicional de ensinar e cultivar a erudição clássica’ (Davidovich, 2009).

Nesse modelo apresentado por Davidovich, faltaria a extensão para configurar aquilo a que hoje nos referimos como um tripé, com ensino, pesquisa e extensão. Entretanto, geralmente, esse tripé não está balanceado, pois a extensão recebe muito menos atenção e suporte. Os efeitos disso são facilmente identificados, refletindo na qualidade da formação. A extensão teve, então, que ser forçosamente implementada, buscando que as pessoas a vissem como tão importante quanto a pesquisa. Essa situação se deve ao fato de que ensino, pesquisa e extensão são indissociáveis e percebe-se o impacto da sua falta, quando ocorre (Gonçalves, 2015; Tauchen; Fávero, 2008).

Também se percebe o impacto sobre o estudante de pós-graduação, porque é ele que está lá, atuando na frente de trabalho, cobrindo a sua falta, quando você não consegue mais dar conta de tantas tarefas. Esse é o futuro, no sentido de que é essa a formação que está sendo impactada. Precisamos, portanto, ao tratar a discussão sobre a universidade, com a integração entre ensino e pesquisa, ter toda essa perspectiva em mente.

Nem toda unidade de pesquisa do MCTI terá pós-graduação, mas quando não a tem, é porque é essa instituição que fornece a estrutura que possibilita a pesquisa, e que a universidade não tem condições de fornecer. Então, esse é um pacote necessário, universidades e unidades de pesquisa, que nos ajuda a alcançar essa visão conjunta da indissociabilidade de ensino, pesquisa e extensão em maior plenitude.

Agora, quais são os desafios do tempo presente? Para isso, quero lhes trazer uma história. Na Figura 1, estão algumas imagens, certificados, e um Laboratório Eletrônico. Todas essas coisas são do meu pai, José Sant’Ana da Silva Barbosa, que foi motorista de Juscelino Kubitschek (1902-1976), e dona Sara, a primeira-dama, que só andava de carro com ele, o seu motorista preferido. Eu me emociono com essas lembranças. Ele era preto e não tinha condições econômicas de estudar. Cursos por correspondência eram o recurso que ele tinha. Havia um curso técnico que ele tentou fazer, mas o chefe no trabalho não permitiu que ele chegasse 5 minutos atrasado para poder assistir às aulas, então ele não cursou. Tudo isso mostra o racismo estrutural em ação.



Figura 1 – Objeto pertencente ao autor (no alto à esquerda) e certificados e comprovantes de curso de José Sant’Ana da Silva Barbosa, pai do autor.
Fonte: acervo do autor.

O que mais me movia era o brinquedo que está na Figura 1, chamado “Laboratório Eletrônico”. Eu aguardava ansioso chegarem as peças pelo correio, enviadas pelo Instituto Universal Brasileiro, que existe desde 1941, muito conhecido por seus cursos por correspondência dos anos 1970 a 1990. Quando chegavam as peças, nós podíamos aprender a montar mais um aparelho no brinquedinho. O mais legal que esse brinquedo tinha, e meus amigos não acreditavam em mim quando eu dizia que, eu escutava rádio sem precisar de pilhas com meu rádio de Galeno no aparelho experimental.

Outro elemento na Figura 1 é a nota fiscal do curso de eletrônica, que é de 1974. Meu pai estava pagando por ele para poder aprender a consertar rádio e televisão. Isso vai na contramão daquilo que falávamos: só o conserto dos aparelhos? Onde está a pessoa projetando e montando esses aparelhos? Nós, agora, precisamos fazer isso, ter muitas pessoas projetando e inovando.

Em vez disso, o que fazemos agora é o seguinte. Pegamos um aluno de doutorado e, no lugar de dizer, “Você tem um lugar para trabalhar aqui comigo”, o deixamos ir, ou só lhe deixamos a opção de ir. Esse aluno vai para a Europa, para os Estados Unidos, e depois volta com um brinquedinho que todos nós não conseguimos mais viver sem, como o celular, por exemplo.

Em 2012, Alfredo Marques publica um texto em *Ciência & Sociedade* sobre estudo feito quanto às expectativas profissionais dos jovens (Marques, 2012). A Tabela 1 mostra alguns dos resultados dessa pesquisa. Podemos notar que a área de ciências exatas e naturais tem de 1 a 3% em toda América Latina. Temos as áreas que oferecem mais opções, como as áreas das humanidades. Existe uma discrepância no

ensino quanto à reflexão social e histórica entre humanidades e em exatas. Enquanto em humanidades isso é constantemente estimulado e é algo que atrai, em exatas isso é reduzido, colocado de lado, limitamos a uma disciplina de história e acabou. Isso é um fator que certamente desestimula os estudantes porque muitas vezes nem conseguem entender o papel que teria seu aprendizado e trabalho para o mundo. Sem filosofia e história da ciência se tem uma formação cultural pior.

Infelizmente, parece que somos incapazes de pegar nossos melhores professores das melhores universidades e fazer cursos de educação à distância. Eu tenho tentado orientar pessoas do interior do Amazonas, de Alagoas, de São Paulo. Fui falar dessa possibilidade em São João Del Rei e foram muitos alunos me procurando, pois não há astrofísicos nesses lugares para os orientar.

Tabela 1 – Anseios de jovens estudantes quanto à carreira futura, América Latina, 2012.

Que vai estudar?	Bogotá	B.Aires	Lima	Madrid	Montevideo	S.Paulo
Votos Válidos	1196	884	1216	1004	1485	1072
Ciências Exatas e Naturais	2,9%	3,6%	0,9%	6,0%	1,0%	2,7%
Egenharia e Tecnologia	25,5%	11,7%	29,2%	19,2%	11,7%	18,8%
Ciências Médicas	12,0%	11,0%	14,3%	13,7%	15,4%	8,4%
Ciências Agrícolas	0,2%	---	---	---	---	---
Ciências Sociais	23,1%	26,1%	28,9%	19,2%	43,6%	22,9%
Humanidades	16,2%	24,7%	16,4%	17,5%	10,0%	21,0%
Não sei	20,0%	23,0%	10,3%	24,3%	18,3%	26,3%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Marques, 2012.

De todos os modos, diante desses dados da Tabela 1, nos perguntamos por que as pessoas não querem essas carreiras pouco procuradas. O artigo de Marques (2012), traz alguns dados sobre isso (Tabela 2).

Tabela 2 – Fatores negativos sobre a docência respondidos pelos jovens que já pensaram em ser professores.

Fator	%
Baixa remuneração	40
Falta de identificação pessoal	19
Desvalorização social	19
Desinteresse e desrespeito dos alunos	17
Exigência de envolvimento pessoal na profissão	15
Falta de identificação profissional	13
Condições de trabalho	12

Fonte: Marques, 2012.

Esse estudo é feito em 2012, num contexto de discussões sobre democracia, desenvolvimento, e uma busca de compreender a evasão e a não aderência em certas carreiras. Observamos, então, na Tabela 2, 40% afirmaram não querer seguir a carreira de magistério por causa da baixa remuneração, falta de identificação pessoal e desvalorização social, ambas, quase 20%. Sabemos o quanto os professores de física e astronomia são desvalorizados. Só não somos mais desvalorizados do que professores de educação fundamental, com crianças pequenas. Fico impressionado com essa situação, pois as turmas mais difíceis de lidar, para um professor, são aquelas de crianças pequenas, fora a responsabilidade que todos nós outorgamos a esses profissionais para o cuidado dos nossos filhos pequenos. Eu mesmo reconheço que não tenho qualquer preparação ou conhecimento para lidar com crianças pequenas. Trata-se de uma profissão que requer treinamento específico e especializado. Mesmo assim, tem menos pessoas dispostas a ser professor de física na educação básica do que professor da educação fundamental. Ou seja, a profissão de professor de educação básica continua pouco valorizada pela nossa sociedade, de modo geral. Tenho dificuldade de compreender o fato de que essa profissão é desvalorizada e deixada de lado, ao mesmo tempo em que virtualmente toda a sociedade faz uso desse serviço. Parece haver uma desconexão entre o valor desse profissional

para nós e o quanto realmente o valorizamos. Independente da opinião que alguém tenha sobre o trabalho desse profissional.

Outro dado da Tabela 2 a comentar é o “desinteresse e desrespeito dos alunos, que recebe 17% das respostas positivas como motivo para não escolher a carreira. Ora, esse é um aspecto cultural. Eu tive professores na minha formação de quem lembro como pessoas muito legais e como ótimos professores. Minha filha quer ser historiadora. Está lá na Unicamp. Por quê? Porque desde criança ela adorava os professores de história e de geografia, e isso a motivou a querer ser professora também. Evidentemente alguns desses fatores da tabela são mais difíceis de lidar, mas há pontos que não deveriam caber nesse quadro, como a baixa remuneração e a desvalorização social desse trabalho.

Quanto às condições de trabalho, não há como discutir isso sem falar do assunto já mencionado aqui que é o uso do celular em sala de aula. Já existem estudos sobre isso que podem nos orientar melhor (Sousa, 2022). Não será possível evitar isso, e o aparelho pode ser uma ótima ferramenta para o ensino. Estamos em um movimento inevitável. É plausível dizer que, no futuro próximo, teremos algum implante na pele, talvez já ao nascer, com o número correspondente e quem sabe mais o quê.

Recentemente, fazendo um trabalho em Manaus, em um polo distante, para fazer uma avaliação acadêmica. Um colega reclamava de que estavam gastando muito dinheiro com transporte por barco e propôs que usássemos o carro mesmo para ir até o local da avaliação. Vimos no mapa do aplicativo de localização no aparelho móvel, e buscamos o caminho a fazer para chegar ao local de ensino que avaliaríamos. Embora o mapa virtual mostrasse um “caminho”, ao tentarmos percorrê-lo, ele não existia e não conseguimos atravessar a floresta de carro, era necessário fazer o caminho de barco. Esse meio de transporte ainda tem o agravante de que demora muito mais tempo para fazer um caminho contra a corrente do rio do que a favor dela. Enfim, foi preciso essa constatação contundente para o avaliador perceber as enormes diferenças regionais, que se não forem levadas em conta, torna-se impossível melhorar a edu-

cação nesse país.

Lembro-me também de situações em que, após dar aulas a semana inteira, precisava sair às 10 da noite na sexta-feira para uma localidade distante em Minas Gerais. Todos sabem o quanto as distâncias podem ser grandes dentro do estado de Minas Gerais. Muito bem, cheguei na localidade para dar aula o sábado inteiro e havia apenas um aluno. Era o único que havia sido liberado do trabalho na agricultura da cana-de-açúcar para aprender um pouco de química e ver se podia ser professor. Enquanto isso, algumas pessoas simplesmente desqualificando essa profissão, afirmando que não precisávamos de professores de química, pois a atividade daquela cidade era a lavoura da cana.

Esse exemplo mostra a importância da tecnologia no apoio à educação à distância que pode ser uma boa resposta a situações como essa. Evidentemente, a tecnologia é só parte da questão. São necessárias algumas outras para dar conta das necessidades identificadas nessa área de formação e aderência de professores à carreira. Precisamos incrementar a assistência estudantil e estabelecer bolsas de permanência para assegurar baixas taxas de abandono. Como aqui já foi bem ressaltado, são necessárias ações afirmativas para formar o sentido de pertencimento daquele futuro profissional. Por fim, “como condição necessária para o avanço na área da educação, está a redução da desigualdade social e regional” (Davidovich, 2009).

É frequente também que os professores estejam desconectados da realidade dos seus alunos. Às vezes, as dificuldades enfrentadas são devido ao fato de que aquele aluno está tendo dificuldades em se alimentar adequadamente. Assim, na classificação para aqueles elegíveis para a ação afirmativa, esse aluno está em baixa colocação, evidentemente e não recebeu bolsa. Ao me queixar com a universidade sobre um aluno nessa situação, a resposta que recebi foi que resolveriam, entretanto, levou 3 meses. Nesses 3 meses, o aluno não tinha o que comer. Um colega, nesse tempo, queixou-se que o desempenho daquele aluno não estava bom. Tive que lembrá-lo do fato de que esse aluno não estava conseguindo se alimentar adequadamente.

Claro que meu colega que fez essa observação não estava com intenções funestas, estava somente fazendo o alerta sobre o desempenho do aluno, no entanto, sem considerar esse aspecto externo à sala de aula, mas intrínseco ao contexto da universidade, isso o levou a não considerar outras possibilidades de apoiar o aluno nas suas dificuldades de aprendizado.

Com relação às ações afirmativas, parece faltar a elas esse aspecto de alimentar o sentido de pertencimento. Esses alunos não sentem que aquele espaço da universidade pertence a eles. Isso é cotidiano, sinto isso diariamente, como efeito da cor da minha pele.

Um exemplo, fui ao médico verificar se alguns sintomas leves não eram Covid-19, e me surpreendi quando o profissional colocou cor “branco” para mim. Questionei ele sobre isso, pois não compreendi a razão. O médico se desculpou, “Fiquei sem graça.” Ou seja, o médico estava constrangido de colocar a cor da minha pele no formulário médico e, por minha posição social, achou que seria adequado colocar minha cor como “branca”. Seu constrangimento se deu por ele também ser pardo e, diante de mim, professor universitário, ficou constrangido de colocar “parda” para cor.

Tive que pedir para que olhasse para minha pele e perguntar se ele achava que eu conseguiria realmente me passar por uma pessoa branca; apesar de sua atitude não fazer sentido algum para mim, eu sou pardo. A verdade é que não passo por branco em nenhum lugar. Entretanto, em uma cidade pequena, em que sou conhecido, um pouco de status social já “embranquece” o sujeito.

Pegamos alunos que trabalharam muito duro para conseguir entrar na universidade e a primeira coisa que fazemos é colocar um abismo diante desse aluno à sua entrada. Esse abismo são múltiplas situações que dificultam ainda mais a sua entrada e aderência ao ensino superior.

Ao falarmos das IES, há que reconhecer que melhoramos muito a sua descrição e status legal, no sentido de que institutos não convencionais, como institutos de pesquisa exclusivamente, ou uma instituição como o CEFET, que precisou ser reconhecida enquanto instituto.

Não obstante, como são tratadas como diferentes, existe a crença de que professores em um instituto como o CEFET deve se dedicar ao ensino, mas não seria o caso de fazer pesquisa. Como será possível mudar o país assim? Escrevemos no Plano Plurianual (PPA), “redução das desigualdades sociais e regionais”. Pergunto, quantos astrônomos temos na Região Norte do país? Nenhum. A pessoa que temos lá é um orientando de pós-doutorado meu, que não é astrônomo, é de ciências da natureza.

Vemos algo similar acontecer nos Estados Unidos, onde os *college* não são mais considerados como necessários pelo cidadão comum para almejar uma profissão (Tough, 2023). Junto com isso, como foi bem apresentado pela professora Andréia, ainda temos que lidar com o negacionismo e combater as notícias falsas. Eu questiono terraplanistas mostrando o desenho do sistema solar e perguntando como seria possível que todos os objetos são redondos, incluindo a lua, bem ao nosso lado, e somente a Terra seria plana. O mais curioso dessa situação é o fato de que o sujeito que inventou a brincadeira de dizer que a terra era plana o fez para ver o quanto as pessoas iriam aderir àquela ideia. As pessoas racionalizam esse fato dizendo que agora não é mais brincadeira, que falam sério. É evidente que sempre haverá negacionistas, e respeito a posição pessoal de cada um. Minha dificuldade é o que fazer com as outras pessoas, que não são negacionistas, mas caem na mentira e a defendem, ainda que o criador da mentira afirme que era só uma brincadeira.

Esse é o tipo de situação que nos faz refletir sobre o impacto das universidades, institutos e unidades de pesquisa no país. Precisamos fazer a educação ser indutora de transformação social. Sem isso, não chegaremos a lugar algum. Percebo essa mesma inquietação nas apresentações deste evento. Como fazer isso? Essa é a questão.

Gosto sempre de lembrar que existe uma falsa distinção entre conhecimento e inovação. No meu entendimento, conhecimento é inovação. O próprio conhecimento é inovação – ao publicar se está inovando. Esse é o princípio da publicação científica, algo inédito, se não, não faria sentido. Cada artigo produzido é uma inovação. Poderia ser dito que esse entendimento corrompe a proposta em vigor. Entretanto, não estou tirando o caráter inovador de uma nova tecnologia ou descoberta, só afirmando que publicar é inovar.

Entretanto, ao falar de inovação, frequentemente se

esquece que muitas inovações tecnológicas advêm de pesquisas básicas cuja vinculação com aquela tecnologia não era algo óbvio ou imediato. Os frutos do desenvolvimento científico e tecnológico em astronomia, principalmente em áreas como óptica e eletrônica, tornaram-se essenciais para o nosso dia a dia, com aplicações como computadores pessoais, satélites de comunicação, telefones celulares, Sistemas de Posicionamento Global, painéis solares e ressonância magnética.

A câmara dos aparelhos de telefone celular que usamos hoje vieram de uma necessidade da astronomia. Willard Boyle (1924-2011) e George E. Smith (1930-), do Bell Labs, perceberam que a propriedade das memórias de computador de serem sensíveis à luz poderia ser utilizada para transformar a luz em informação e processá-la. Isso foi miniaturizado, pois a intenção era enviar ao espaço. Esse sensor de luz eficiente que mantinha a qualidade de luz eficiente com todos os componentes integrados em um único chip foi desenvolvido por uma equipe liderada por Eric Fossum. Os sensores derivados da NASA agora são incorporados às câmeras digitais, câmeras automotivas e de vigilância e dispositivos de imagens médicas e, como já mencionamos, nos nossos celulares.

Outro exemplo, também muito conhecido de nós por conta do período da pandemia, é o termômetro infravermelho. A tecnologia astronômica usada para mediar a temperatura de estrelas e planetas distantes, agora mede a temperatura dos humanos. Usando a tecnologia desenvolvida para a astronomia, alguém inovou produzindo um termômetro médico portátil, de alta velocidade, que permite a medição da temperatura de uma pessoa em segundos, sem contato com membranas mucosas, o que evita possibilidade de contaminação.

O exemplo do Wi-Fi também é ótimo. Nos anos 1990, astrônomos australianos estudando buracos negros usando ondas de rádio contribuíram para a invenção do Wi-Fi ao desenvolver um microchip que melhorava a transferência sem fio de ondas de rádio. Seu objetivo inicial era detectar minúsculos buracos negros em explosão que exigiam o uso de equações matemáticas para eliminar o ruído e produzir imagens nítidas. Essa técnica foi refinada e posta em uso para permitir que dispositivos portáteis se conectem a redes sem fio. Hoje, seria difícil imaginar a nossa vida sem essa tecnologia.

O último exemplo que quero dar é de um benefício direto para a sociedade brasileira. Todos acompanhamos a tragédia e as discussões sobre barragens que desmoronam. Era necessário ter um detector que medisse o movimento da terra em barragens. Uma empresa de Itajubá, que são vizinhos nossos, vieram a nós. O LNA gastou duas tardes, uma conversando sobre os requisitos com o pessoal, na outra, ajudando a fazer ajustes no desenho óptico do aparelho. Essa colaboração no desenvolvimento do desenho óptico e no projeto mecânico e testes de um detector de movimento de barragens, trouxe benefícios diretos para a sociedade em um problema atual. Ou seja, qualquer argumento de que ciência básica não teria importância para as inovações tecnológicas cai por terra. Nesse exemplo, temos um exemplo de empresa privada, a Solver Tecnologias, que utilizou os recursos do LNA, que é aberto para isso, e agora a empresa está vendendo bem o seu pequeno aparelho de detecção de

rachaduras e movimentações nas barragens.

Para nós, é muito clara a necessidade do Laboratório enquanto instituição, com sede própria, amplo espaço e com recursos orçamentários. Por exemplo, um dos telescópios gigantes que está sendo construído no mundo, tem 39 metros de diâmetro. Um dos instrumentos que o LNA está participando da construção neste momento, o MOSAIC, irá equipar esse telescópio gigante, e tem altura de uns 12 metros. O lugar na sede atual com maior pé direito é de 3,5 metros. Os instrumentos não cabem no espaço, precisamos de um lugar maior.

Portanto, é necessário o investimento na educação e a valorização do trabalho do docente, do pesquisador e do extensionista. A pós-graduação precisa ser tratada como formação profissional em serviço, com contrato via CLT, no lugar de serem bolsistas. Quanto ao custo, não haveria diferença significativa. A mudança seria no modo como tratamos os nossos estudantes já formados, já profissionais, enquanto estão se especializando. Em vez de bolsa, os estudantes teriam uma Residência em pesquisa e docência. Em outros lugares do mundo isso é tratado como trabalho profissional, um profissional em serviço, com a remuneração e os benefícios compatíveis. Essa mudança traria geração de emprego e renda na área de alta tecnologia. Evidentemente, essa sugestão implica em mudanças na legislação – requer vontade política. Agradeço a atenção.

Referências

- DAVIDOVICH, Luiz. Educação superior e inclusão social no Brasil. **Ciência & Sociedade**. n. 3. Rio de Janeiro: CBPF, outubro de 2009.
- GONÇALVES, N.G. Indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão: um princípio necessário. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 33, n. 3, set./dez. 2015, p. 1229-1256. DOI: 10.5007/2175-795X.2015v33n3p122
- LEITE-LOPES, José. The need of scientific training for engineers: problems and prospects in Brazil. **Ciência & Sociedade**. n. 001. Rio de Janeiro: CBPF, 01/01/1963.
- MARQUES, Alfredo. O que você não vai querer ser quando crescer. **Ciência & Sociedade**. n. 8. Rio de Janeiro: CBPF, 2012.
- SOUSA, Wagner Rodrigues. **Ambientes educativos inovadores: um diferencial no ensino secundário para a inserção de jovens no mercado de trabalho**. Dissertação [mestrado]. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2022.
- TIOMNO, Jayme. Ciência, sociedade e desenvolvimento. **Ciência & Sociedade**. n. 11. Rio de Janeiro: CBPF, 1985.
- TAUCHEN, G.; FÁVERO, A. O princípio da indissociabilidade universitária: dificuldades e possibilidades de articulação. **Linhas Críticas**, Brasília, DF, v. 17, n. 33, maio/ago. 2011, p. 403-419.
- TOUGH, P. Americans Are Losing Fatigh in the Value of College. Whose Fault Is That? For most people, the new economics of higher ed make going to college a risky bet. **The New York Times Magazine**. Sept. 5, 2023.

Discussão

Felipe Tovar – O nosso tema, Ensino e Pesquisa em Universidades e Institutos, é um tema muito amplo, com uma grande rede que é necessária no Brasil. Acho que o mais importante nessa ideia é o Brasil; precisamos de uma rede no Brasil, e é o Brasil o que importa. Vamos abrir a palavra para as pessoas colocarem questões.

Antonio Augusto P. Videira – Muito obrigado pelas apresentações, todas elas interessantes e instigantes, que provocam a nossa reflexão. Gostaria de colocar uma questão a partir da citação que o professor Wagner fez de uma palestra do Luiz Davidovich (Davidovich, 2009). Nessa citação, você destacou em vermelho a palavra “pertencimento”. Acho que esse é um tema que toca os três participantes desta mesa. Minha pergunta é a seguinte. Bem, primeiro, talvez seria pertencimentos, mas por conveniência, vamos usar o singular. São muitos pertencimentos. Como fazer para, no mundo de hoje, e a partir da universidade, dos institutos de pesquisa, enfim, nossos locais de trabalho, com que essas pessoas tenham pertencimento? Quando se diz “pertencimento”, o que eu entendo, seja o pertencimento a uma universidade, a uma família, a um grupo que faz uma reivindicação, são situações em que eu estou ali dentro. Fazer coisas na minha vida, de certa maneira, depende disso. São aquelas coisas das quais dizemos que nossa vida depende disso, que quando falamos nelas os nossos olhos brilham, trata-se de outra dimensão de pertencimento, não basta estar dentro do local. Como fazemos nos dias de hoje para gerar sentimento de pertencimento?

Olival Freire Jr. – Queria parabenizar a todos pela excelente mesa final. Tenho perguntas ou comentários especificamente para os professores Alan e Wagner.

Alan, tenho lido o que escreve, mas é a primeira vez que o vejo falar, parabéns, acho muito importante tudo o que está fazendo. Entretanto, há um ponto que me incomoda. Não vejo você acentuar e enfatizar tanto as raízes dos preconceitos de gênero e racial, que estiveram e estão presentes na ciência, quanto os componentes de luta contra esse racismo dentro da própria ciência.

Sei que mencionou diversos cientistas, mas vou pegar apenas alguns exemplos para ilustrar isso. O problema que vou propor tem a ver com a minha perspectiva da filosofia da ciência. Acho que há uma luta a ser travada dentro da ciência para impedir que a ciência reincida em práticas que realizou até recentemente. Ao colocar o conceito de racismo estrutural, você colocou um aspecto muito importante, “racismo científico”, ou seja, o racismo dentro das ciências – mas elas têm nome, são as ciências biológicas, foram julgamentos feitos nos Estados Unidos, foram as escolas de direito e medicina no Brasil, nas décadas de 1930 e 40.

Por outro lado, também vi que você citou diversos pesquisadores, mas me incomoda, por exemplo, na questão racial, a luta para mostrar que no Brasil há uma persistência de um programa racial que estrutura a sociedade brasileira foi ganha, do ponto de vista intelectual, por

volta dos anos 1970, por pessoas como Florestan Fernandes (1920-1995), Abdias Nascimento (1914-2011), Milton Santos (1926-2001) e não vi nenhum desses nomes na sua apresentação. Eu sei que você citou Lélia Gonzales, muito importante, mas me incomodou a falta desses outros nomes. Para mim, é como se estivéssemos perdendo importantes aliados nessa luta.

Eu sei que pode haver objeções quanto ao Abdias, pois ele foi, na juventude, integralista. Há muita gente boa no Brasil que também foi integralista na juventude. O Brasil é complexo, o mundo é complexo. Hélder Câmara (1909-1999) foi integralista, como há outros exemplos. Se a restrição for essa, compreendo, mas, ao mesmo tempo, Abdias foi o pai das ações afirmativas no parlamento brasileiro. Aqui há a conexão de ciências com política; o líder político brasileiro que apoiou Abdias Nascimento tem nome. Hoje, em várias destas intervenções, não é mencionado por diversos dos autores que assinaram esses artigos. Chama-se Leonel Brizola. Sei que, por outras razões, a pessoa pode não gostar do Leonel Brizola. Sei que aqui no Rio de Janeiro, tem gente que gosta e tem gente que não gosta, mas historicamente é isso.

Em relação à questão de gênero e de orientação sexual, vou contar um pequeno episódio. No início deste ano, vim com alguns colegas fazer palestra aqui na Urca, Rio de Janeiro, na Escola Superior de Guerra. Após as falas, a primeira pergunta que nos fizeram foi se estávamos apoiando dissertações de mestrado que estariam valorizando o homossexualismo. Citaram uma dissertação que conheço bem, pois é da UFBA e foi objeto de disputa no período Bolsonaro. As pessoas foram respondendo, enquanto eu pensava na resposta. O primeiro orador era um militar. Alguns responderam que era autonomia da banca a avaliação dos trabalhos. Outro deu uma resposta ótima, dizendo que era uma flutuação estatística. Ao chegar a minha vez de responder, disse algo no sentido do seguinte. O problema da aceitação do homossexualismo para a ciência é um problema emergente para a ciência, do mesmo modo que a energia nuclear foi emergente – não havia energia nuclear no início do século XX, e é dever da ciência estudar problemas emergentes. Mostrei as resoluções da Associação de Psiquiatria Americana, e as mudanças que a Organização Mundial de Saúde fez, tirando o homossexualismo do código de doenças mentais. Como era um ambiente militar, mostrei a decisão do governo dos EUA que passou a autorizar – ou seja, acabou a lei de que alguém poderia ser gay, só não poderia falar. Esse foi o momento em que ganhei o debate, pois vi vários militares balançando a cabeça e concordando.

Trouxe esse exemplo só para dizer o seguinte, a luta é dura. Portanto, perder aliados nessa luta não me parece ser o melhor caminho. Volto a dizer que nas ciências você vai encontrar lideranças e, portanto, na palestra, retomei isso para dizer o seguinte. O melhor resultado científico hoje, tão duro quanto a Lei da Queda Livre, é que a diversidade sexual é algo inerente à espécie humana, ponto. Se você não quer engolir isso, então, também não engula a Lei da Queda Livre. Faça como aquele prefeito do interior de Pernambuco ou da Bahia, que queria revogar a lei da gravidade para poder construir algo que ficasse com a água pairando no ar. A anedota diz que ele perguntou se a lei era municipal, estadual ou fede-

ral, porque se fosse municipal no dia seguinte ele a revogaria.

Para o professor Wagner, a pergunta é mais localizada. Nós já conversamos sobre esta questão antes. Temos um problema com os pós-graduandos que é manter a formação que cristalizamos no Brasil nos últimos anos, fruto do movimento positivo de termos aumentado as oportunidades para formação em pós-graduação. Essa formação precisa ser corrigida. Eu adorei a sua apresentação. Entretanto, do ponto de vista de custo, não é a mesma coisa pagar bolsa ou salário, podemos depois ver as contas juntos. Sei que você vai argumentar que tem parte do dinheiro que volta para o governo, o que é verdade, mas tem aumento de custo.

O problema legal é um problema que precisa ser enfrentado na sociedade brasileira. Nós tentamos, nos últimos tempos, encontrar esse caminho para um programa que está para ser lançado, um programa que saísse com contratos. Contudo, não há segurança jurídica. O que os melhores especialistas da Procuradoria me disseram foi que precisa mudar a lei. Disseram ainda que podia ser uma “geringonça”, mas que se estivesse aprovada como lei, isso daria segurança jurídica. Eles nos encorajaram a tentar convencer o Congresso a aprovar algo como o Programa Mais Médicos (Brasil, 2023) para a ciência, pois esse seria o caminho.

Eu concordo plenamente com a direção que você sugere. Agora, o tamanho da batalha é grande, mas a direção é essa, tratar a pós-graduação do mesmo modo como é tratada na Europa e nos Estados Unidos; ou seja, trata-se de um estágio de trabalho, de 3 a 4 anos, com contrato e direitos para essa fase de transição, uma residência, como você bem indicou.

Mais uma vez, parabéns a todos pela excelente mesa.

Carlos Puig – Quero fazer duas perguntas provocatórias. Tendo em vista a apresentação da professora Gislene sobre as raízes dentro do cano de PVC, aquela observação de que o processo de desertificação é muito difícil de reverter, usando essa metáfora para a desertificação da empatia, ou seja, para o racismo estrutural, as questões de gênero e todas essas interseccionalidades, o processo de virada parece ser semelhante, com o mesmo tipo de dificuldade para virar a tendência. Pensando nisso, e em duas questões, que são; parece não haver a possibilidade de aquisição de conhecimento sem ao mesmo tempo estar produzindo conhecimento. Essa é uma convicção minha. Será que há possibilidade de adquirir conhecimento sem produzi-lo? Haverá possibilidade de conhecimento sem que seja coletivo?

Na minha visão, me parece que as duas perguntas têm resposta negativa. O conhecimento precisa ser coletivo e precisa haver produção para haver aquisição. Como resolver esse dilema? Caso contrário, estamos fingindo estar educando e fingindo estar produzindo conhecimento. Como determinar isso? Qual seria a solução tal como a das raízes no cano que proporcionasse essa possibilidade de virada na desertificação da empatia?

Alan Alves-Brito – Vejamos se conseguimos responder a todas as perguntas. À primeira, feita pelo professor Antonio Augusto, sobre o pertencimento, eu diria o seguinte. Ao pensarmos as questões raciais, por exemplo, uma forma de potencializar o senso de pertencimento é trabalhar a autoestima. A questão fundamental do racismo é o dilaceramento

da autoestima. Podem pensar no fato de que o racismo tira a humanidade das pessoas. Coloca a pessoa numa situação em que ela não sabe a sua história, não conhece a história dos seus antepassados. Todos os dias a pessoa é ensinada que é feia, que fede, que não sabe pensar, que é inferior. A questão primeira do racismo é esse processo de desumanização.

Então, como trabalhar, por exemplo, no chão das escolas esse senso de pertencimento com crianças quando, na própria escola, ocorre parte do processo de reprodução desse sistema que é estruturante da nossa sociedade. É um processo que reafirma esses sentidos, a experiência desses indivíduos. Portanto, acredito que o senso de pertencimento é muito potencializado e fortalecido quando compreendemos que a nossa história é potente, que a autoestima perpassa outra lógica, que não é essa lógica de exclusão, de apagamento, de extermínio – física e epistemicamente. Muitas crianças negras, por exemplo, ao tomar certas decisões, ao fazer certas escolhas, não se trata de escolhas naturais, mas são parte da construção desse processo.

Penso, para uma criança negra do interior da Bahia, como eu fui, e no bairro em que cresci, que era um bairro extremamente negro, pobre e atravessado por todos os tipos de violência, o quanto seria diferente se a criança soubesse, por exemplo, o que significa “oriqui”; o que significa a língua africana iorubá, as palavras que indica, as cantigas que eram entoadas, o significado daquelas comidas, o significado daquele jeito de brincar, e que aquilo não era ruim. A importância do seu cabelo, de saber que o seu cabelo é um cabelo potente, não é um cabelo que fede, não é um cabelo “ruim”. Ao trabalharmos com comunidades quilombolas e indígenas, essa identidade é muito importante, e é algo que, na lógica hegemônica é sempre colocado em lugar inferior.

“Lá vêm as questões identitárias”, queixam-se, mas, na verdade, essa questão da identidade é tão fundamental para essas comunidades – se reconhecer como quilombola, se reconhecer como pessoa negra, recuperar essa história e ter essa consciência política e histórica que os seus antepassados, os seus ancestrais não são pessoas que estão somente conectadas a um projeto de escravidão, que não são escravos ou escravas, mas que foram escravizados. Que trouxeram consigo sistemas de filosofia e de conhecimento que precisam ser valorizados.

Nós reconhecemos, por exemplo, os clássicos gregos, para voltar à questão do clássico. Reconhecemos a Ilíada, a Odisseia, como um conjunto, como produção histórica importante em que se aprende o contexto social que vivia aquela comunidade. Contudo, não sabemos do que se está falando se alguém mencionar o “oriqui”. Aprendemos, por exemplo, que Exu, orixá do Candomblé, é um demônio. Como tratamos isso? No observatório astronômico, temos lá a escultura da Urânia. Um dos níveis do observatório na UFRGS, um prédio histórico de 1908, temos Cronos, como temos Saturno, Apolo, então, como tratamos essas divindades gregas e como trabalhamos com as narrativas que são colocadas a partir dessas divindades?

Por que as divindades africanas são conectadas com a ideia de “demônios”? Exu é encruzilhada, é um sistema de linguagem, é o conhecimento, é comunicação. Esse pertencimento será trabalhado na medida em que rompemos o racismo sistêmico e institucional. Será trabalhado quando

as instituições, as universidades, começarem a aplicar a Lei 10639/2003² com outro currículo e isso ser aplicado ao nosso dia a dia. O pertencimento perpassa por isso.

Há uma questão fundamental que também precisa ser vista nessa relação racial, e que é importante afirmar aqui. A educação para as relações étnico-raciais. Então, não é só sobre as pessoas negras, é também sobre como as pessoas brancas se sentem pertencentes nessa relação, como as pessoas brancas entendem o seu papel de raça, como se racializam, e como entendem o seu papel ancestral nessa relação e na propagação dessa autoestima baixa, desse processo de desumanização. Por isso é tão crítico que debatamos e nos percebamos nessa relação.

É sobre isso; sobre o eu e o outro, obviamente, não na lógica ocidental. É fundamental que as pessoas compreendam como esse “outro” é subalternizado, é inferiorizado, é massacrado o tempo inteiro. Obviamente, esse processo a possibilidade dessa criança de pensar, de ser capaz de ter bom desempenho estudantil.

Vou dar um exemplo rápido de um projeto que desenvolvi em Porto Alegre com crianças de escolas públicas com indicadores de altas habilidades. O que me chamou atenção foi que em 4 salas de altas habilidades em Porto Alegre, cidade na qual 20% da população é negra, não havia crianças negras com indicadores de altas habilidades. As crianças negras trazem problema, são um problema. Há vários estudos sobre essa questão do pertencimento. Portanto, acho que a questão psicológica do racismo e suas consequências dessa relação precisam ser estudadas.

Quanto à pergunta do professor Olival. Se o professor olhar as minhas mídias sociais, tenho um post no qual coloco o rosto das personagens históricas. Por acaso, hoje, não coloquei essa imagem na minha apresentação, mas se você olhar, em quase todas essa imagem está presente, ou seja, reconheço, sim, esses nomes que você mencionou. Abdias Nascimento, por exemplo, é uma das referências mais importantes para todos nós, não só para mim e não só para o trabalho, mas para os movimentos negros. Abdias e Beatriz Nascimento, Kabengele Munanga, Krenak, Daniel Munduruku, Petronilha Gonçalves, Fran Demétrio (1984-2021), a primeira professora trans/travesti da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, que infelizmente morreu de Covid-19. Essas pessoas são referências para nós, todos esses trabalhos, os artigos e livros, são baseados nesses autores. Cito Abdias Nascimento o tempo inteiro, incluindo iniciar apresentações com a sua arte.

Não a discutimos, e podemos voltar a esta questão depois, o quanto a arte de Abdias traz de estética e de ética de modo completamente diferente do hegemônico. Portanto, Abdias é, sim, referência para mim, em todos os sentidos e em todos os trabalhos, bem como Lélia Gonzalez e Ani Marimba, que é uma epistemóloga de mão cheia, cujo trabalho não tratamos, não vejo falarem dela. Estamos sempre focados nos epistemólogos europeus, como Bruno Latour (1947-2022),

Boaventura de Sousa Santos (1940-), Thomas Kuhn (1922-1996), mas essas perspectivas epistemológicas não são ampliadas em geral – e é o que tentamos fazer. Buscamos, nessa busca, tentar entender essas vozes dos mestres e mestras, como Nêgo Bispo, além de outros e outras que ninguém conhece, mas com os quais temos lidado no dia a dia e nos trazem grandes ensinamentos. Portanto, Abdias é referência para todos nós, concordo consigo, professor Olival.

Essa inquietação que você traz sobre por que não falamos desses aliados, e muitas vezes é porque estão bem estabelecidos como aliados. Entretanto, os processos cotidianos nas universidades, por exemplo, eu coordeno o Núcleo de Estudos Afro-Brasileiros na UFRGS, e todas as vezes em que vamos discutir ação afirmativa, ingresso e permanência na universidade, obviamente que os processos estão sendo sedimentados pelas decisões que acompanhamos. Bem recentemente, a questão das cotas e sua ampliação para quilombolas, mas tudo isso é sempre conquistado com muita disputa todo o tempo. Essa é uma disputa com pessoas que são negacionistas; colegas nossos cientistas que negam o racismo, que negam a fobia a LGBTQIA+, afirmando não existirem essas questões, que somos nós quem está inventando isso.

Essas referências, de nossos ancestrais, nos dizem, o tempo inteiro, que direção devemos seguir e qual o sentido dessa luta. Então, há, sim, pessoas brancas antirracistas, há pessoas brancas aliadas, como também temos pessoas brancas com a síndrome “de Princesa Isabel”, como temos “negros jabuticabas”, que são pretos por fora, mas, por dentro, o sistema de branquitude impera.

Essa é uma discussão que tem muitas facetas. É evidente que se reflete nas escritas o fato de que, até pouco tempo atrás, nós não estávamos escrevendo. Nós não estávamos escrevendo sobre as nossas histórias. Darcy Ribeiro estudou muitos indígenas. Historicamente, no Brasil, a antropologia falou muito dos indígenas, mas onde estão as suas vozes? A história da ciência e a história de maneira geral é escrita por quem? É dita por quem? Ainda que tenhamos dentro dos próprios processos de escrita autores que se colocaram, mas elas não são as vozes e as mãos dessas pessoas. Penso que, neste momento, em que por primeira vez pessoas negras estão chegando à universidade e podendo contar as suas histórias, como pessoas indígenas, pessoas trans, que ainda não chegam.

O sistema é tão perverso! Ao discutirmos a questão da homossexualidade, acho que o sistema é mais perverso ainda com as pessoas trans, pois elas são excluídas da educação básica. Uma pessoa gay ou lésbica pode viver no armário, embora não confortavelmente, mas as pessoas trans não têm esse privilégio. Elas são excluídas da escola, excluídas da sua casa, do trabalho, fazendo com que 95% vão empurradas para a prostituição.

Como nos comportamos diante de uma pessoa trans que vem fazer concurso público para o CBPF, para o LNA, para a UFRGS, para a USP – como se comportam as bancas de avaliação diante desse corpo que têm diante de si? O mesmo se pode perguntar sobre os indígenas. Portanto, são muitos processos de desconstrução e, por isso, também, por vezes, para nós, essa escrita ativa, afetiva, carrega, também, um ativismo muito marcado. Fazemos esse percurso entendendo quem são os aliados, mas, ao mesmo tempo, tentando trazer

² Essa lei prevê, obrigatoriamente, o ensino da história e da cultura africana e afro-brasileira em todos os níveis da educação brasileira. A lei 11645 de 2008 a ampliou para incluir as questões indígenas. Na verdade, essas duas leis são alterações da LDB, no seu artigo 26A.

às escuras a questão do racismo.

Podemos constatar o quanto é difícil aprovar uma política pública, uma mudança curricular, mesmo junto aos aliados. Tive a experiência de ver pessoas que escreveram artigos comigo sobre questões negras, que estão fazendo projeto comigo, mas que, na hora de uma ação afirmativa, compreendem como não sendo questão racial, mas de classe, por exemplo, negando o seu apoio à ação. Essas ambiguidades surgem por se tratar de um processo muito complexo. Nós somos minorias. A maioria das pessoas que estão nas posições de poder são pessoas privilegiadas, que não querem discutir os seus privilégios, não querem sequer a presença da outra pessoa ao seu lado – eu poderia ter dito “à sua frente”, mas nem ao lado – as pessoas não querem sequer essas outras pessoas ao seu lado.

É nessas situações em que essas pessoas privilegiadas em posições de poder acionam as suas lógicas racistas, transfóbicas, misóginas, classistas, entre outras, para poder manter um sistema de privilégios. Acho que é isso que posso dizer sobre a sua pergunta, professor Olival.

Quanto à outra pergunta, deixarei para os outros responderem. No nosso trabalho junto a quilombolas em Porto Alegre, e com comunidades indígenas, os saberes e os fazeres estão muito conectados. A agenda de pesquisa só fará sentido se de fato aquela pesquisa transforme e impacte completamente a luta política das comunidades. O saber e o fazer estão muito juntos e, obviamente, numa dinâmica coletiva o tempo inteiro. Acho que essas comunidades nos ensinam muito na coletividade. Ao falarmos em ações coletivas humanas, essa coletividade é relativa, mas para essas comunidades, esse jeito de saber e de fazer, bem como as decisões que são tomadas, são muito coletivas. Obviamente, não estou aqui generalizando e nem essencializando as comunidades, que são diversas, que são múltiplas e que também são atravessadas pelas lógicas ocidentais, capitalistas, de gênero, de raça e de classe. Entretanto, na própria episteme, na própria ontologia, na cosmologia dessas comunidades, esse senso de pertencimento, de coletividade, de relação do sujeito com a natureza perpassa por outras lógicas, que não são as nossas.

Andréia Guerra – Gostaria de comentar a questão do pertencimento pensando no professor, uma vez que não dá para pensar educação em ciências ou educação em geral sem considerar esse agente. Acho que é um agente que têm questões de pertencimento. Falo do lugar de alguém que está exercendo a docência. Eu circulo nesse meio e no outro, o da pesquisa. As políticas públicas que são criadas são sempre considerando que o professor seria malformado. Acredito que a mesma questão que se observa para a questão racial também se observa para o professor. Quando penso o professor como um produtor de conhecimento, e que a sua sala de aula é o seu problema de pesquisa, e que o professor precisa se situar, vejo claramente essa mesma dinâmica.

Ao falar do CEFET/RJ, por exemplo, a pesquisa precisa ser realizada e temos certo número de horas que podem ser destinadas de nossa carga horária para tal. Isso se dá dentro de uma lógica que afasta, além da questão salarial e tudo mais. Há uma questão de não pertencimento. Como professora, sou alguém para quem outra pessoa diz como devo trabalhar.

Essa é uma questão muito forte. O pertencimento pressupõe ser agente. Infelizmente, principalmente na área da Física, embora não somente, ao se chegar ao mestrado, por exemplo, os professores que fizeram licenciatura se sentem excluídos da produção do conhecimento. A eles foi dito que estavam em um curso de menor valor. Evidentemente, isso não afeta a todos os professores, mas afeta principalmente as mulheres ainda hoje. Vejo como algo espantoso o fato de haver alunas formadas em 2020 e que se sentem não pertencendo àquele espaço, o do Instituto de Física. A consequência é uma grande evasão no curso de Física.

Existe uma hierarquização na construção da ideia do que é o outro, herança colonial, que termina por impedir alguns pertencimentos. Portanto, essa questão da autoestima é fundamental. O professor não é alguém de autoestima elevada, enquanto categoria. Parte dessa baixa autoestima profissional se deve a que se atribuem todas as mazelas da má qualidade da educação aos professores.

Sempre me recordo de sair da universidade para o que se chamava, na época, de “reciclagem”. Esse título hoje seria considerado criminoso, mas era como se denominava os cursos de formação continuada para professores. Eu, recém-formada, havia me graduado há 1 ano, assistindo a uma mesa redonda para professores, ouço de um palestrante que os professores precisavam ser reciclados. Eu respondi que deveria haver algum problema com isso, pois eu acabara de sair da universidade e não era possível que já precisasse voltar para me reciclar. Esse tipo de coisa não se diz a um médico, por exemplo. Pode-se até afirmar que a medicina está em crise, mas não se diz que médicos são malformados e que precisam de formação continuada dada pela universidade. O que se diz é que médicos precisam de um espaço de discussão, de pesquisa, de formação, que eles devem frequentar congressos.

Portanto, essa questão do pertencimento é fundamental, porque os alunos que entram para fazer licenciatura se sentem produtores do conhecimento, muitas vezes, sonham com isso. Encontram nas licenciaturas um espaço que oferece a eles outra realidade. A questão da autoestima é crucial, pois significa imaginar-se como alguém que movimenta aquela roda, que participa daquela roda. Um espaço onde aquilo que se apresenta não foi feito para você, mas com você.

Acredito que esse é o grande mistério em tudo o que estamos discutindo e para compreender que Brasil é esse que queremos. Como é a educação que vai se colocar para isso? Apesar de todas essas questões e de entender que as coisas não são lineares, as lutas vão e voltam, há um processo de resistência, acho que estamos vivendo um momento de tensionamento interessantíssimo, de muita potência. Estamos discutindo isso aqui, paramos para discutir, portanto, acho que é uma questão fundamental, muito embora poder dizer quais são os caminhos seja mais difícil. É uma luta de resistência e, no meu caso, considero importante ressaltar essa questão do pertencimento do professor, talvez por ter tido essa experiência, embora eu há dois anos tenha interrompido minha atuação na educação, mas essa é a minha identidade, é o que me constitui.

Eu sou professora, tenho até o jeito típico de falar, falo como professora. Ainda por cima, professora de física. As pessoas me dizem que sou muito agitada. Após 22 anos em

sala de aula de física, se eu fosse uma pessoa calma e pacata, em vez de agitada e energética, eu não teria passado da segunda aula. Era necessário chegar gritando na sala de aulas. Eu não podia, por exemplo, ir com qualquer roupa, eu precisava chegar e parar a turma, não podia ser tranquila, precisava ser agitada, mexer com as mãos.

O que me movimento é essa valorização da autoestima desse ser que constrói conhecimento. Para mim, a resposta à outra pergunta está na própria pergunta: não tem como ensinar sem produzir conhecimento. Essa produção está ali, junto com os alunos. É muito interessante, ontem, os alunos estavam pesquisando Foucault (1926-1961), e ele “usava” os seus alunos. Sua postura nas salas de aula era a de aprender.

Na educação básica, os adolescentes são extremamente inteligentes e maduros, são geniais. Eu tive uma experiência que foi dar aula às 7 horas da manhã do dia seguinte em que a vereadora Marielle Franco foi assassinada. Entrei em sala e foi muito interessante a discussão, aprendi muito com os alunos naquele dia. O curso mudou, pois os alunos trouxeram a questão de gênero, a questão da milícia, os alunos se mobilizaram. Enfim, de fato, aprende-se muito, mas, para fazer isso, há que romper com algumas questões. Eu acredito que temos caminhado para isso, a pesquisa sobre o ensino de ciências está caminhando para isso.

Wagner Corradi – Quero falar sobre a questão do pertencimento. Acho que precisamos atuar independente de qualquer coisa. Por que aquele aluno não se sente como pertencente àquele espaço? Porque ele tem a impressão de que foi colocado ali de favor. Foi criada uma cota racial. A pessoa pode ser muito rica, mas se for preta, todos acham que ela é pobre. Eu vivo isso todos os dias, os meus colegas não acreditam quando conto. Eu entro nas lojas e sou sempre seguido. Se eu estiver de terno e gravata, sou doutor. No entanto, caso esteja vestido com menos formalidade, não importa a situação, eu sou seguido por um segurança enquanto estiver dentro da loja. Isso se dá ao ponto de já haver lojas, que não citarei quais são, as quais eu não vou mais visitar.

Às vezes, estou com a minha mulher, que é branca, mas me seguem. Como já conheço o padrão, ao notar que estou sendo seguido, vou em direção ao segurança. Como sei que há outro, ao chegar ao encontro de um, viro e vou na direção do outro. Faço isso só para perturbá-los. O meu filho é branco, alto, ele pode estar lá fazendo qualquer coisa que ninguém olha para ele. Eu entendo perfeitamente o que aconteceu quando aquele rapaz foi assassinado recentemente por seguranças de uma loja do Carrefour – sei por que aconteceu, pois aconteceu o mesmo comigo. Eu poderia ser aquele cidadão, porque cansa.

Um dia, eu estava comprando cerveja para os cunhados, eu não bebo, mas eles gostam de ir beber lá na minha casa. Como gosto de agradar as pessoas, fui comprar a melhor. Era um dia em que estava menos arrumado, calçando tênis e vestindo bermuda, era um sábado. Havia uma moça, que também era preta, que começa a me seguir, a ficar ao meu lado e, em determinado momento, ela disse, “Esta cerveja é mais barata.” “Eu não gosto de cerveja, não ligo para isso, só estou comprando para os meus cunhados que quero agradar.” Virei para o meu filho, que estava a alguns metros de distância, mas ela nem prestava atenção a ele, e disse, “Pois é, não

está escrito aqui na testa, PhD em Física, Professor Titular da UFMG.” É por isso que não faz diferença. É por isso que temos que ter cotas. É por isso que precisamos olhar para o pertencimento, pois não faz diferença.

A mudança virá à medida que nós, professores, digamos ao aluno, “Isso aqui, meu caro, é para você também.” Ou seja, quando nós, que estamos no meio, nos autoajudamos, quando não deixarmos essas coisas acontecerem. Esse é o processo, me parece.

Quando se pergunta sobre quem produz conhecimento, eu acho que está na gênese da extensão universitária a relação ser dialógica. É uma relação que vai e volta. Quando levo conhecimento, produzo conhecimento, pois aquela pessoa também tem conhecimento, embora possa não ter clareza. Houve um caso clássico de construção civil na UFMG. Estava-se construindo um prédio e temos um profissional que é o telhadista. Ele chegou e disse, “Olha, doutor, vai ficar uma pequena nesga de 10 centímetros naquele cantinho lá da ponta quando vocês terminarem de fazer.” Disseram que não, mostraram a equação diferencial para ver como estava tudo perfeito. Ao final das contas, quando foi feita a medição, havia um espaço exatamente de 10 cm no fechamento do telhado. As pessoas se revoltaram, porque não querem olhar para o conhecimento dessa pessoa.

Não estou dizendo que temos que torná-lo doutor *honoris causa* com PhD, o que estou dizendo é que essa pessoa tem algo a trazer. A pergunta que ninguém fez a ele, pois todos se sentiram humilhados, foi “Como você sabia, sem fazer conta nenhuma, que ia ter uma diferença de 10 cm?” Esse é o conhecimento que foi perdido. O dia que esse senhor falecer, foi embora o conhecimento junto com ele, e a academia ficou sem esse aprendizado.

O professor Olival trouxe a questão dos valores da bolsa e de um salário em contrato, é claro que estou exagerando um pouco aqui ao fazer a avaliação do custo, porque é uma questão na qual estou muito envolvido. Nós sabemos que não é exatamente a mesma coisa, mas quando coloco que seria essencialmente a mesma coisa, é pelo seguinte. Ao não tratar a pessoa como cidadão de segunda classe, como alguém que será um eterno bolsista, parte-se do pressuposto de que o trabalho desse profissional é imprescindível, portanto, os valores mesmo um pouco maiores são justos e não um gasto a mais. É claro que há a dificuldade que passa por alterar a legislação. Sem dúvida, terá que ser feito. Temos também que achar pequenos caminhos para essa valorização. Eu já trabalhei com o Programa Mais Médicos fazendo formação no Brasil inteiro, portanto, conheço bem o processo. É exatamente a discussão que estamos fazendo aqui. Quando há interesse conjunto é sempre possível.

Onde está, portanto, a nossa disposição de levar isso para quem necessita? Essa é uma das preocupações do professor Olival e temos tentado encontrar soluções. Espero que chegue o dia em que nós, em posições na CAPES, no CNPq, nas diversas instituições, digamos, “nós temos o poder de mudar”. Digo isso, pois somos nós que temos a capacidade técnica de argumentar. Por isso, fiz questão de trazer os trechos de textos de Leite Lopes e outros que já diziam as mesmas coisas há muito tempo.

Estamos discutindo, estamos conversando, mas nós realmente estamos implementando alguma mudança? Acho que

estamos aceitando algo que não podíamos mais aceitar. Não aceitamos negacionismo, combatemos *fake news*, quando tem um governo que não está agindo adequadamente, vamos para as ruas e fazemos o que precisa para conseguir mudar as coisas. Por que não combatemos isso também já?

Evidentemente, nem sempre conseguimos mudar as coisas. Não precisamos ser sempre a dissonância. Todos nós queremos uma nação excelente. Não precisamos ficar descrevendo o que é uma boa nação, todos têm clareza disso. É claro que há caminhos diferentes; alguns querem de um jeito, outros, de outro.

Podemos ficar discutindo e nos afastando do foco, ou focarmos naquilo que é o importante. Precisamos dessa percepção quando estamos muito fora de foco. Uma solução pode ser eficiente, mas dizimar muitas pessoas no caminho, e isso não queremos. Ou seja, para chegar no lugar que queremos, sabemos o caminho que não interessa. Portanto, somos nós que temos que mudar e passar a dizer, “Não aceitamos mais isso”, sempre que estivermos em qualquer espaço decisivo. Essa é a preocupação e a luta: propor ideias. Evidentemente, não penso que as minhas sugestões são as melhores, mas estamos em um ponto em que será necessário parar para pensar, discutir, assumir que somos agentes com poder.

Somos um grupo aqui com capacidade de discussão, com poder de síntese, poder de colocação dos problemas. Já temos várias soluções para problemas tão complicados, precisamos reunir as sugestões de um e de outro, compondo a melhor solução. Não importa se a instituição é universidade ou se é instituto de pesquisa, precisamos mudar. Ou nós mudamos, ou teremos a nossa nação, daqui a 100 anos, novamente neste local, discutindo as palestras desta data.

A pergunta mais importante em nossa discussão é como fazer. É necessário querer. Nós podemos, nós temos condições, e podemos conseguir. Precisamos fazer *lobby* no Congresso, pressionar os representantes. Não basta escrever cartas, precisamos conversar com as pessoas e mostrar a necessidade de mudar. Evidentemente, às vezes, precisamos esperar mudarem os políticos. Como vivemos numa democracia, é assim mesmo, umas horas vai para um lado, outras, para outro. Esse tensionamento é bom. Entretanto, a hora é agora.

Eu nunca vi tanta feira de livros no interior com tanto exemplar do *Mein Kampf* do Hitler. Depois nos perguntamos por que há gente atirando nas outras pessoas. Nunca vi tantos. Quando comecei a chamar a atenção de alguns colegas sobre esse fato, eles não acreditaram, pedi que fossem lá ver. O que isso significa? Significa que existe um conjunto de pessoas aderindo a essas ideias.

O inferno da atualidade é essa “caixinha” (o aparelho celular que está na minha mão). Eu sei, culpa nossa. É uma caixinha do bem, mas que pode também ser muito do mal. Isso é algo importante a salientar. As nossas capacidades são para o bem ou para o mal. Aprendemos a usar energia nuclear, ao ser usada para o bem, ótimo, mas e se é usada para o mal? Só que temos a tendência de deixar as coisas andarem sem intervenção, sem tomar atitude.

Houve um tal de Cristo que disse, “se baterem de um lado, dê o outro lado para bater”. O que ele quis dizer com isso? É que não adianta, só por que alguém pisou no seu calo, ir lá pisar no dele. Isso só nos coloca a todos em maus lençóis.

Os ataques, muitas vezes, têm como alvo crianças. Aquele menino vai crescer com aquela mágoa no coração. Sabemos muito bem o que é ter desavenças dentro da universidade. Há pessoas que, às vezes, pisam no nosso calo. Mas nem por isso temos de revidar. Só assim poderemos caminhar juntos.

O que tiro desta discussão que hoje se encerra no evento, mas que continuará, é que precisamos aproveitar o momento. Brigamos muito, mas o foco foi para onde nunca devia estar e, agora, precisamos muito acertar esse foco novamente, para brigar sobre onde está o foco. Isso nos poderá nos propiciar um caminho um pouco melhor do que o caminho que nos levava para outro lado. Acho que esse deveria ser o principal recado deste evento maravilhoso em que pudemos nos dedicar a estas discussões.

Felipe Tovar – Uma das coisas que acho interessante pensar, e que acho crucial, é que para haver o pertencimento, é preciso abrir espaço para as pessoas. Ao abrir espaço, deixa-se as necessidades daqueles grupos entrarem. As suas necessidades passam a entrar para a lista. Acho isso crucial.

Gostaria também de fazer uma provocação. O tema da nossa mesa é universidades, institutos e centros de pesquisa. Foi falado de muita coisa. Pergunto a vocês se têm claro quais ações são mais adequadas, como implementar as mudanças, se há lugares mais propícios para isso, ou como articular essa rede para de fato transformar o Brasil?

Professor – Minha pergunta vai por outro caminho. Será para a professora Andréia. Eu queria entender um pouco mais sobre essa experiência sobre o uso da história no ensino da física, e saber se vocês têm alguns parâmetros de avaliação, de medição e de comparação para ver como isso tem trazido maior atenção e interesse dos estudantes com relação à física.

Gislene Ganade – Muito obrigada por essa discussão que fizeram, acho que vou levar isto comigo por muito tempo. Eu gostei muito das reflexões. Eu parto agora, de um ponto que acho importante.

Nós sabemos apontar muitos problemas. Agora, temos que trabalhar em conjunto para conseguir avançar como unidade da ciência pensante no Brasil para resolver determinados problemas. Quantos doutorados temos entre nós? Será que não somos capazes de resolver certas coisas que levantamos, que refletimos e nos sentimos impotentes e que é muito difícil? Acho que temos condições de fazer muita coisa. Um dos movimentos muito fortes que tivemos nos últimos anos foi a expansão de igrejas cristãs evangélicas que, de certa forma, trouxeram muitos elementos de negação da ciência nesse período recente.

Como fazer para usar essa mesma capilaridade para trazer a ciência e a reflexão não dogmática para a sociedade? Com tantos doutorados entre nós, acho que vamos conseguir fazer isso de maneira bela. Acredito que temos essa capacidade.

Tem dois pontos que são importantes e muito caros para mim. O primeiro, é a melhoria da qualidade de ensino. Vocês falaram de coisas incríveis que têm que ser trazidas para o ensino básico. Se conseguirmos trazer a consciência, tirar o dogmatismo, trazer a democracia real das questões raciais, das questões de gênero para dentro das escolas, eu acho que

criaremos um novo país, a partir da base.

Eu acho que seria possível ter algum tipo de ação afirmativa global em que a ciência está comprometida a entrar nas escolas e trazer para dentro da escola informações de maneira mais ampla. Digo isso, porque vejo muitas coisas lindas que são feitas, mas que são pontuais. Como fazer para tornar isso uma prática ampla do Estado? Isso é algo que o Estado deve colocar como parte da melhoria da qualidade do ensino básico, ligando as universidades às escolas.

Essa é possibilidade grande no nosso dia a dia. Às vezes, o professor precisa complementar as aulas. Outras, há um processo burocrático que dificulta as escolas de receberem visitantes assim. Entretanto, acho muito possível, se conseguirmos trabalhar de alguma maneira em que cada área do conhecimento tenha a possibilidade de trazer seu conteúdo. Como no exemplo que trouxe na minha apresentação, em que fizemos os Mini-Museus, que é um jogo com os alunos na escola. Os alunos da universidade vão se transformar com essa experiência, e os alunos da escola também vão se transformar. Os professores da escola, por sua vez, vão achar ótimo, pois não precisarão fazer esforço, basta assistirem as coisas acontecerem e direcionando, sem tanto esforço intelectual e físico.

Nessa experiência, também observei o impacto sobre os professores da universidade. Por exemplo, quando eu fiz essa atividade, juntei as aulas que aconteciam ao longo da semana em um sábado, deixando a minha semana livre para viajar para congresso e orientar pesquisa. Em termos práticos, não vejo aspectos negativos para nenhuma das partes. Entretanto, por alguma razão, que eu não entendo, nós sabemos o que precisa ser feito, mas não conseguimos fazer.

O outro ponto que quero levantar é como trazer isso? Vocês acham que funcionaria ter um sistema em que se distribuísem jogos para todas as escolas do Brasil, dentro do tema das questões raciais e de gênero.

Pergunto à professora Andréia que dificuldades essa ideia teria de se articular com esse tipo de movimento em que a universidade chega à escola? Como a escola receberia isso? Seria uma atividade semanal, por exemplo, aos sábados em que a geologia, a física, a matemática, cada disciplina por vez iria até a escola. Existe algum impedimento estrutural na escola básica para isso acontecer?

Minha pergunta para o professor Wagner, que falava da extensão universitária é a seguinte. Primeiro, que oportuna essa sugestão de trazer a CLT para os pós-doutorados. Já vamos tarde nessa direção, pois isso é feito em muitos lugares, como Austrália, Alemanha, Reino Unido, onde todas as pessoas que são pós-doutores estão trabalhando, pagam os seus impostos, e isso conta como tempo de trabalho na vida da pessoa. Isso me parece algo tão lógico que me pergunto como isso ainda não aconteceu.

Independente dessa questão, eu queria falar da extensão. Muitas vezes a extensão é vista como algo menor. “Somos cientistas, temos tanto a fazer, por que fazer extensão? Que coisa menor!” Acredito que, no fundo, as novas tecnologias que o nosso conhecimento pode gerar e podemos difundir através dos nossos alunos, e possam ser criadas pequenas empresas. Penso na criação de tecnologia que não fosse para as grandes empresas que vão dominar tudo, mas para pequenas empresas que vão distribuir renda. Isso pode ser feito

através de nós ou através dos nossos alunos.

De certa forma, e polemizando um pouco, eu sinto que os cientistas têm um pouco de vergonha de pegar o que criaram e transformar em dinheiro para as pessoas. Por que nós não podemos criar uma série de microempresas nas quais vários cientistas comprem as ações? Depois é deixar essas empresas crescerem. Em vez disso, o que fazemos, vendemos todas as ideias para a Coreia.

Acredito em um sistema em quem vai ganhar é a pessoa mais pobre. Quem ganha é o cientista que inventou aquela tecnologia. Isso certamente quebraria a perna desse modelo que, certamente, é opressor, em que a grande empresa ganha tudo. Temos as coisas todas engessadas na economia brasileira. Nossa economia vai crescer quando tivermos distribuição de renda. Essa é a pergunta em relação à pequena empresa.

A outra questão foi a da escola. Como podemos trazer essas questões de maneira mais ampla, para todas as escolas do país? Quais seriam os problemas que as escolas enfrentariam em termos logísticos para aceitar esse tipo de interação com a universidade?

Estudante – Eu curso psicologia na Universidade Federal Fluminense. Gostei muito da apresentação da professora Andréia. Essa questão levantada pela professora, e por outros aqui, de que o ensino de física é feito de maneira a-histórica, e que você colocou de que é algo não estático, de que é dinâmico. Acho importante isso, pois traz a subjetividade da ciência exata. Para mim, isso foi algo que me impactou muito na escola, mas que só foi aprender agora na faculdade. Essa compreensão de que a ciência exata não depende somente da matemática e de coisas assim, mas depende também da subjetividade, ou seja, vai depender das pessoas, da história, da herança cultural.

Eu adorei essa abordagem, pois sinto que isso foi algo que me distanciou muito das ciências exatas, como alguém de humanidades. Tenho convicção de que foi exatamente isso, não ter noção do contexto, não saber ao menos quando, na história, aquilo foi desenvolvido, não ter essa ligação.

O professor Alan falou de antropologia, matéria que adoro. Você mencionou haver cientistas que negam o racismo no interior da ciência. Isso me surpreendeu. Como pode haver cientistas negando as próprias evidências científicas de algo? Pelo que me constava, a ciência humana já superou essa questão há muito tempo. O evolucionismo cultural, que é o que aprendemos sobre essa visão, já foi superado. Não compreendemos mais a cultura como algo singular, mas plural. Eu queria perguntar quanto a isso como isso se dá na ciência? Eu não consigo compreender. Na verdade, eu não sabia que isso era possível de existir. Enfim, adorei as palestras, parabéns.

Luiz Carlos Soares – Gostaria de fazer duas reflexões sobre a fala da professora Andréia. Achei muito interessante a colocação que você faz sobre pensar o espaço de sala de aulas como um espaço de produção de conhecimento. No início da minha vida profissional, fui professor de 1° e 2° graus (primário e secundário). Na ocasião, uma coisa que discutíamos muito era justamente isso.

Vejam, por um lado, temos a pesquisa, que é uma modalidade de produção do saber e do conhecimento. O en-

sino, por outro, ou seja, o espaço em sala de aula, nos diversos níveis, também é um espaço que não é só de transmissão, porque a transmissão seria uma repetição daquilo que é já dado. Entretanto, o espaço de sala de aula não é um espaço de transmissão do já dado, mas um espaço de transmissão de um conhecimento, onde você vai reproduzir uma série de experiências com os alunos, que são pessoas diversas. Muitas vezes, os alunos têm perspectivas diversas, percepções diversas. Portanto, é um espaço de construção do saber, do conhecimento.

Só haverá formação dos profissionais, incluindo aqueles dedicados à pesquisa, através desse elemento básico que é a construção da produção desse saber fundamental. Acredito que, para mudar a perspectiva da educação, teríamos que ir por esse caminho. Precisamos de uma escola nova, de uma escola renovada, adequada aos nossos tempos.

Professor Alan, você está tendo a experiência de escrever junto com colegas sobre esse tema do racismo, de classe. Vejo isso como sendo de uma estupidez tamanha. Se pegarmos a história da sociedade brasileira, a sociedade escravista, era uma sociedade de classes. A escravidão se organiza em termos de classes e o racismo vai ser uma das justificativas ideológicas em diversas dimensões, dessa situação de classes. Quando há uma transição para outro tipo de sociedade, ou seja, quando a sociedade escravista chega ao fim e se engendra em outra forma de relação social dominante no Brasil, vemos que vai haver um deslocamento dessa situação de classe, dos antigos escravizados para outra situação que muitos debatem sociologicamente. Há quem fale em marginalização. Eu não acho que seja marginalização, mas que vai se encontrar outro lugar em que há exclusão do acesso a uma série de elementos da cidadania para esses antigos indivíduos escravizados, e esse racismo estrutural se modifica, se adequa a essa nova situação.

Portanto, na minha opinião, é muito difícil separar a situação de raça da situação de classe na sociedade brasileira. Isso porque grande parte das chamadas classes populares tem essa origem étnica – não gosto do termo “raça”, acho que é um termo completamente desmoralizado já e a biologia moderna não aceita esse tipo de coisa. Essa é uma questão fundamental, pois mais de 50% da sociedade brasileira é etnicamente descendente de negros. Ou seja, não se trata de uma minoria. O mesmo para a questão das mulheres, embora esta tenha que ser tratada de modo diferente. Acho que é uma questão central para o tipo de abordagem que você faz, e que você mencionou, embora rapidamente. Muito obrigado, parabéns a todos os colegas da mesa.

Alan Alves-Brito – Serei rápido na minha resposta. Penso que responderei a várias perguntas com isso, mas quando você traz a questão de raça, já começo discordando de você nesse ponto. Fernanda Ostermann, professora de ensino de física na UFRGS, tentou adicionar como tema de um grande evento de ciência a questão “racial” e recebemos um bombardeio de mensagens de um grande cientista que disse exatamente isso, que não admitia a questão da raça e todos os argumentos que você trouxe. Emendo essa resposta com a pergunta da colega sobre a percepção do racismo.

Podemos observar que, frequentemente, as pessoas que negam o racismo utilizam esse exato argumento. As pessoas

que olham para a sociedade brasileira nos últimos 150 anos e para o sistema escravocrata sem, no entanto, reconhecer isso. Esses são os argumentos das pessoas que são contra as ações afirmativas. Embora não falemos mais muito disso, na nossa história, ao se discutir a questão das cotas raciais no passado, tivemos cientistas, professores, antropólogos, historiadores – eu poderia citar alguns deles, pois é público – que escreveram um manifesto contrário às cotas. É fato, inclusive, que as sociedades científicas se posicionaram em contrário às ações afirmativas.

Discutimos muito aqui as sociedades científicas e, embora, hoje, haja consenso e estejamos aqui discutindo como parte do movimento, sociedades científicas importantes na nossa história foram contrárias à ação afirmativa no Brasil com o argumento trazido da ciência de que não havia questão racial. Temos intelectuais, como Caetano Veloso, Peter Fry, Lília Schwarcz, entre muitos outros, incluindo pessoas que capitalizaram toda a sua vida de produção científica estudando escravidão.

É nesse sentido que estou dizendo que essas pessoas negam. Isso acontece o tempo inteiro. Por exemplo, quando vamos dar uma disciplina na física, “Você não tem capacidade de dar esta disciplina.” Escuto isso, escutei de colegas meus. “Aqui, não, se quiser discutir isso, vai discutir na história.” Isso, relaciono ao que você está trazendo; já sabemos, com o Projeto Genoma, entre outros, que raça é categoria inexistente, pois não há distinção biológica, genética, entre nós, do ponto de vista racial. Contudo, como as ciências são múltiplas, e o projeto de raça é uma invenção do projeto de modernidade como hoje é articulado, a raça existe socialmente. A raça não existe biologicamente, ela não nos diferencia.

É exatamente uma construção social, mas é um conceito importante, pois ao discutirmos o racismo, o discutimos a partir da ideia de raça. A partir da ideia de que há hierarquias entre pessoas brancas e pessoas negras, e as pessoas negras são tidas como inferiores. A raça determina quem nasce, quem vive e quem morre no Brasil. Ela coloca pessoas e impede outras. Temos 90% da população universitária brasileira de pessoas brancas, em média. Nos presídios, são pessoas negras, pretas, pardas, majoritariamente, e nós naturalizamos esse dado. A polícia mata majoritariamente jovens negros.

Se fizermos o estudo de variáveis como saúde, acesso a museus, planetários, acesso à universidade, veremos que a raça está ditando quem nasce, quem vive e quem morre, quem ocupa certas posições e quem não as vai ocupar. Ela existe socialmente, culturalmente, e o tempo inteiro esse conceito está sendo articulado no Brasil. Portanto, é nesse sentido que é preciso pensar políticas públicas, seja na escola pública, na saúde, usando essa variável. Se pegarmos os dados das bolsas de produtividade do CNPq, está lá, escancarado: Qual é o perfil racial das pessoas que são bolsistas de produtividade do CNPq? Qual é o perfil racial e de gênero das pessoas que ocupam determinadas posições? Nós não podemos naturalizar que certos corpos tenham direito de estar em determinados lugares, enquanto outros corpos não têm o direito de sonhar.

Portanto, a raça existe social e culturalmente e a raça, para mim, antecede a questão de classes, pois os experimentos

sociais nos mostram isso. Se observarmos dois mendigos, um negro e outro branco, há privilégios? Há. O mendigo branco tem acesso ao banheiro do shopping. O mendigo negro não tem acesso do banheiro do shopping. O professor Wagner nos trouxe as suas experiências, e cada um de nós temos muitas histórias assim para contar.

Para a outra, é uma pergunta que traz questões muito complexas. Primeiro, as escolas públicas, como territórios negros, são atravessadas por todas essas estruturas. O que posso lhe dizer do ponto de vista da minha leitura racializada do mundo, que isso tudo passa por conta exatamente de como o racismo estrutura as nossas relações, de como o racismo institucional funciona. Hoje, aqui, foi citado o capital cultural de Pierre Bourdieu (1930-2002), que também cito muito, pois é o autor mais articulado no ensino de ciências para pensar essas relações.

O capital cultural das crianças quilombolas não entra, por exemplo, nos nossos projetos de avaliação. O capital cultural que é articulado com crianças periféricas não é levado em conta em nenhuma das medidas usadas para determinar o que é sucesso. Quem são as crianças que estão em escolas públicas? Não são os filhos dos senadores, dos juízes, dos advogados, dos professores das universidades. Muitas pessoas que estão defendendo a educação pública não têm os seus filhos nessa escola.

Portanto, o racismo institucional nas nossas estruturas articuladas explica a situação da escola pública. As professoras das nossas escolas públicas não têm dinheiro para levar os seus alunos para o observatório astronômico, para o museu, para o planetário. As secretarias de ensino articulam o racismo o tempo inteiro. Não há formação para os professores, não há transporte, os professores não têm salário, a escola não tem laboratório, não tem infraestrutura, não há produção de material didático-pedagógico.

Isso tudo, falo das escolas de modo geral, se pinçarmos as escolas quilombolas, que tem um recorte identitário bem-marcado, veremos que essas escolas sofrem muito mais. Se compararmos a escola pública quilombola, com outra não quilombola, as escolas quilombolas são mais atrasadas, por exemplo, veremos que enquanto a escola não quilombola tem internet e acesso a computadores, a outra não tem. Escolas indígenas, ocorre o mesmo, escolas ribeirinhas, também.

Então, como não racializar esse mundo? Entende? Quem tem acesso aos planetários, aos museus de arte, de arte contemporânea, pontos de cultura, artesanato, arte? Como articulamos essa situação que é racializada? Portanto, a resposta que tenho para lhe dar é que as universidades também precisam se mover nesse sentido. O papel da universidade, como já foi dito aqui, não é somente levar conhecimento. Nós, na universidade, aprendemos muito com a atividade de lecionar. Existem estudos, por exemplo, sobre bacharelado e licenciatura mostrando que essas experiências são muito necessárias.

Um estudante de direito que saia da universidade sem o direito antirracista vai obviamente encarcerar pessoas negras. Ele ou ela vai articular o tempo inteiro o racismo científico achando que corpos negros são potencialmente perigosos e lidarão com eles perseguindo, matando, utilizando uma abordagem completamente diferente. É um sistema de justiça extremamente racista, no qual não há muitos juízes negros, não

são maioria. O joelho do policial que sufoca o corpo negro faz do sistema de justiça um sistema branco.

Portanto, são várias questões que discutimos, debatemos e ampliamos, e como as universidades, a partir dos currículos, a partir dos projetos de pesquisa têm um papel fundamental na desarticulação dessas naturalizações raciais. É nessa direção que penso. Na minha experiência dos projetos que tenho desenvolvido com ensino para pensar o ensino na escola quilombola e indígena, e isto tenho demonstrado com dados: o racismo institucional é perverso no Brasil. As instituições sabem o que fazer. Sim, sabem, elas têm relatórios, os movimentos sociais existem há décadas. Como o professor Olival bem ressaltou, Abdias Nascimento propôs ações afirmativas na década de 1980. Hoje, estamos fazendo muita coisa, mas olhem para onde estamos.

Nós sabemos o que fazer. Por que não fazemos? Porque vivemos num país racista, classista, excludente, onde naturalizamos mesmo esses processos de exclusão. Parece que nós não queremos romper com as lógicas de privilégio. Não há receita de bolo, não há processos fáceis e nada está dado, são lutas e disputas, como foi ressaltado aqui pela professora Andréia. São lutas e disputas e teremos que construir juntos, entendendo que não adianta o filho e de um ou de outro estar em uma escola privada – e temos os processos de morte naturalizados. Estamos todos juntos. Essa conta não vai fechar. Voltará para todo mundo, vai sobrar para todos e precisamos construir um projeto de país outro. Essa é também a proposta das escolas quilombolas e indígenas, mas nós não ouvimos.

Enfim, são muitos fatores, mas, a partir do que foi trazido, esses são os mais importantes, e os que mais me incomodam desse silenciamento perverso e completamente consciente – não há inconsciência aí. É um processo consciente todo o tempo. As instituições articulam para a manutenção de privilégios.

Márcio Albuquerque – Gostaria de finalizar agradecendo a presença de todos. Esta semana aqui no CBPF foi bastante interessante. Estamos em um processo de concurso público que é um momento histórico para a universidade e a pesquisa, pois esta semana houve o sorteio das cotas. Foi a primeira vez na história do CBPF que isso acontece. Foi bastante emocionante. Tivemos também um colóquio sobre Jacob do Bandolim (1918-1969) e, ontem e hoje, nosso evento sobre a série *Ciência & Sociedade*, que termina agora, mas que foi fantástico e encerraremos em nossa confraternização na biblioteca, onde poderão levar exemplares antigos de *Ciência & Sociedade*, que estarão à disposição, nas mesas. Lembrando, também, que as palestras estarão no nosso canal no YouTube para quem quiser assistir.

Referências

BRASIL. Presidência da República. **Lei No. 14.621**, de 14 de julho de 2023. Programa Mais Médicos. Brasília: Casa Civil, 2023.

DAVIDOVICH, Luiz. Educação superior e inclusão social no Brasil. **Ciência & Sociedade**. n. 3. Rio de Janeiro: CBPF, outubro de 2009.

Pedidos de cópias desta publicação devem ser enviados aos autores ou ao:

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
Área de Publicações
Rua Dr. Xavier Sigaud, 150 – 4^o andar
22290-180 – Rio de Janeiro, RJ
Brasil
E-mail: alinecd@cbpf.br/valeria@cbpf.br
<http://revistas.cbpf.br/index.php/CS>

Requests for copies of these reports should be addressed to:

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
Área de Publicações
Rua Dr. Xavier Sigaud, 150 – 4^o andar
22290-180 – Rio de Janeiro, RJ
Brazil
E-mail: alinecd@cbpf.br/valeria@cbpf.br
<http://revistas.cbpf.br/index.php/CS>