



DIÁLOGOS ENTRE A ASTROFÍSICA OFICIAL E OS CONHECIMENTOS DOS YANOMAMI E DE OUTRAS CULTURAS: O QUE HÁ DE COMUM É CASUAL?

Dialogues between official Astrophysics and the Yanomami knowledge and other cultures: is it casual what is common?

Glória Regina Pessôa Campello Queiroz [gloriapcq@gmail.com]

*Departamento de Física Aplicada e Termodinâmica
Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ
Rua São Francisco Xavier, 524, Rio de Janeiro, RJ, Brasil*

Giselle Faur de Castro Catarino [giselle.catarino@uerj.br]

*Departamento de Física Aplicada e Termodinâmica
Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ
Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação PPCTE - CEFET-RJ*

Maria da Conceição de Almeida Barbosa Lima [mcablma@uol.com.br]

*Departamento de Física Aplicada e Termodinâmica
Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ
Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde - IOC/FIOCRUZ*

Resumo

A motivação para as reflexões feitas neste artigo surge com os movimentos crescentes de negação dos conhecimentos científicos, tema central proposto para o International Historical Philosophical Science Teaching Latin American (IHPSTLA) de 2023. Em um mundo marcado por grandes desigualdades sociais e desafios causados pela exploração ambiental capitalista, buscamos contribuir com potencialidades que o campo da História, Filosofia e Sociologia das Ciências pode trazer para o Ensino de Ciências nos enfrentamentos aos movimentos negacionistas. Partimos de abordagens de possíveis pontos de convergência entre os conhecimentos do povo Yanomami e os da Ciência ocidental, envolvendo cosmogonias hegemônicas e a desse povo originário, sem tratar as diferentes produções de conhecimento como únicas ou semelhantes. Entendemos que, ao valorizar outras cosmopercepções, promovemos um ensino com maior justiça social e que combate as violações aos direitos humanos desse povo vulnerabilizado. O conjunto de atividades aqui apresentado, e ainda em desenvolvimento em um curso de licenciatura em Física de uma Universidade pública do Rio de Janeiro, surgiu de um projeto mais amplo voltado para a formação inicial integrando Educação em Ciências e Educação em Direitos Humanos. Uma vez que a construção teórico-metodológica vem acontecendo de forma dinâmica e cíclica e que a proposta conta com a participação de todos os sujeitos envolvidos no processo, escolhemos a pesquisa-ação como referencial metodológico para o desenvolvimento da pesquisa. As atividades, desenvolvidas junto aos licenciandos, envolveram diálogo entre culturas, discussões sobre o papel das imagens e dos sonhos nas diferentes formas de produção de conhecimento e a elaboração de projetos pedagógicos como forma de avaliação. Nos projetos criados pelos estudantes, encontramos o reconhecimento de que as ações dos povos originários caminham para a preservação das condições de vida nas florestas e no planeta Terra de forma mais ampla. Como resultado, destacamos o surgimento de oportunidades pedagógicas trazidas pelo tema para discutir questões acerca da Natureza da Ciência, uma vez que o reconhecimento pelos alunos de conhecimentos diferentes do cientificamente aceito é obscurecido pela forma rígida como as metodologias científicas lhes são comumente apresentadas. Ressaltamos ainda que as relações entre conhecimentos de diferentes origens culturais para o Ensino de Ciências precisam ser aprofundadas e cada vez mais discutidas no âmbito da formação inicial e das práticas docentes.

Palavras-Chave: Negacionismo Científico; Conhecimento Yanomami; Imagens na Ciência; Licenciaturas; Sonhos.

Abstract

The motivation for the reflections made in this article arises from the growing movements of denial of scientific knowledge, which was the theme proposed for the International Historical Philosophical Science Teaching Latin American (IHPSTLA) in 2023. In a world marked by great social inequalities and challenges caused by capitalist environmental exploitation, we seek to contribute with the potential that the field of History, Philosophy and Sociology of Sciences can bring to Science Teaching in confronting denialist movements. We start from approaches of possible points of convergence between knowledge about the preservation of living conditions in the forests of the Yanomami people and that of official Science, involving hegemonic cosmogenies and those of these original people, without treating the different productions of knowledge as unique or similar. By valuing other world perceptions, we promote teaching with greater social justice and that combats violations of the human rights of vulnerable people. The set of activities presented here, and still under development in a Physics degree course at a public University in Rio de Janeiro, emerged from a broader project aimed at the initial training of Science teachers integrating Science Education with Rights Education Humans. Since the theoretical-methodological construction has been happening in a dynamic and cyclical way, in addition to counting on the broad participation of all subjects involved in the process, we chose action research as the methodological reference for the development of the research project. The activities, developed with the students, involved dialogue between cultures, discussions about the role of images and dreams in different forms of knowledge production and the development of pedagogical projects as a form of evaluation. In the projects created by students, we find recognition of actions that indigenous peoples take in favor of the environment in which they live and planet Earth more broadly. As a result, we highlight the emergence of pedagogical opportunities brought by the topic to discuss questions about the Nature of Science, since the recognition by students of knowledge other than the scientifically hegemonic is obscured by the rigid way in which scientific methodologies are commonly presented to them. We also emphasize that the relationships between knowledge from different cultural origins for Science Teaching need to be deepened and increasingly discussed within the scope of initial training and teaching practices.

Keywords: Scientific Negationism; Yanomami knowledge; Images of Science; Dreams.

INTRODUÇÃO

A partir de diálogos estabelecidos entre elementos dos conhecimentos do povo Yanomami e da Ciência oficial, reunimos argumentos que nos convenceram sobre a possibilidade de uma aproximação entre os dois tipos de conhecimento a ser trabalhada nas Licenciaturas nas Ciências da Natureza - Física, Química e Biologia. Para dar conta de tal aproximação, apoiamos-nos em um projeto de pesquisa voltado para a formação inicial de professores de Ciências que vem sendo desenvolvido desde 2017. Este projeto tem como foco formar professores comprometidos com a valorização dos direitos humanos, da diversidade étnico-racial, de gênero, sexual, religiosa, entre outras, e com o desenvolvimento da responsabilidade social através de discussões de temas relevantes para justiça social. Nesse processo, com a colaboração de colegas de algumas universidades brasileiras, foram gerados “conteúdos cordiais para Física” (Santos, Queiroz, & Oliveira, 2021). É nesse contexto de criação de mais um conteúdo cordial que o presente tema se insere.

Assim como no tema¹ proposto para o International Historical Philosophical Science Teaching Latin American (IHPSTLA) de 2023, realizado em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, os movimentos crescentes de negação dos conhecimentos científicos têm sido alvo de nossas preocupações, em especial àquelas relacionadas à crise ambiental mundial. Em um mundo marcado por grandes desigualdades sociais, especialmente vividas por povos indígenas amazônicos, buscamos caminhos que, ao mesmo tempo em que colaborem para enfrentar os desafios causados pela exploração ambiental capitalista gananciosa e sem freios, apresentem algumas potencialidades que o campo de pesquisa em História, Filosofia, Sociologia e Ensino de Ciências pode trazer nessas questões.

A falta de empatia com o povo Yanomami - um povo das regiões amazônicas brasileira e venezuelana, muito divulgada no início de 2023 com a mudança de governo no Brasil, nos impulsionou a pensar estratégias pedagógicas que ouvissem a voz desse povo e de outros também vulneráveis, nos valendo da história de suas culturas para trazer contribuições de conhecimentos de valor para a preservação da vida no nosso planeta. Na leitura do livro “A Queda do Céu” (2015) de David Kopenawa, um

¹ Tema do IHPST-LA 2023: IHP&ST em tempos de negacionismo científico.

Yanomami, e Bruce Albert, etnógrafo de origem francesa, nos surpreendemos com interesses relatados pelo indígena em questões como: “*Essas coisas que os brancos cobijam tanto, como teriam vindo a existir? De que são feitas?*” A resposta dada por eles a essa pergunta contém um conhecimento de origem ancestral, um conhecimento vindo de uma curiosidade comum a todas as civilizações acerca da origem da Terra: “*aquilo que os brancos chamam de minério e que se encontram aqui são as lascas do céu, da Lua, do Sol e das estrelas que caíram no primeiro tempo... Todos sabem que o céu já caiu sobre os antigos*” (Kopenawa & Albert, 2015, p. 195).

De forma análoga, a chamada ciência oficial nos lembrou a afirmação de Carl Sagan, “Somos todos poeira de estrelas”, que se tornou internacionalmente conhecida, tendo tal concepção sido construída ao longo de décadas, com destaque para o trabalho de Bunsen e Kirchoff (sec. XIX) a partir da utilização do efeito “chama de substâncias”. O químico alemão Robert Bunsen (1811-1899) inventou o bico de gás (bico de Bunsen) cuja vantagem era produzir chama incolor, possibilitando assim que, quando um elemento químico fosse colocado sobre a chama, as cores emitidas caracterizassem as substâncias, e não a chama. Associado a Bunsen havia um colaborador mais jovem, o físico Gustav Kirchoff (1824-1887), um precursor dos estudos sobre espectroscopia. Bunsen e Kirchoff, juntos, criaram um instrumento, o espectroscópio, passando a observar as linhas espectrais dos vapores de diversos elementos químicos, descobrindo novos elementos e analisando o espectro solar. Na continuidade dessa linha de pesquisa, tornou-se possível uma classificação estelar que levou às teorias astrofísicas atuais acerca da vida e morte das estrelas.

Voltando a Carl Sagan, em 1994, o cientista lançou seu livro “Pálido ponto azul: Uma visão do futuro da humanidade no espaço” inspirado em uma fotografia da nave espacial americana Voyager 1, explicitando a pequenez do nosso habitat diante da imensidão cósmica. Tal ideia, amplamente divulgada pela mídia, serviu de base para a construção do conceito de “cidadania planetária”, de importância crucial para a ecologia e para a educação ambiental crítica (Padilha, Favarão, Morris, & Marine, 2011).

Diante das possibilidades de diálogo entre as diferentes formas de conhecer o mundo e produzir conhecimento, buscamos, nesse artigo, contribuir com potencialidades que o campo da História, Filosofia e Sociologia das Ciências pode trazer para o seu ensino nos enfrentamentos aos negacionismos relacionados às Ciências, em especial à crise ambiental mundial. Para isso, partimos de abordagens de possíveis pontos de convergência entre os conhecimentos do povo Yanomami e os da Ciência hegemônica, sem tratar as diferentes produções de conhecimento como únicas ou semelhantes (Mazzochi, 2018). Nosso objetivo principal é a promoção de um ensino que combata as violações aos direitos humanos, promovendo uma maior justiça social, o que torna o diálogo entre culturas uma importante ferramenta.

DESENVOLVIMENTO INSUSTENTÁVEL

As evidências sustentadas pela Ciência atual, em amplo consenso por especialistas nas áreas afins e divulgadas nos últimos painéis internacionais sobre mudanças climáticas (IPCC - sigla em inglês para Intergovernmental Panel on Climatic Changes), não têm se mostrado convincentes para estancar a devastação das florestas e a contaminação das águas no caminho da ganância que destroem as condições de vida no planeta, começando pela vida dos povos originários que vivem em comunhão com a natureza. A rede colaborativa MapBiomass², uma iniciativa do SEEG/OC (Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima) formada por ONGs, universidades e *startups* de tecnologia que produz o mapeamento anual da cobertura e uso da terra com monitoramento da superfície de água e cicatrizes de fogo, divulgou ampla investigação com dados de mais de três décadas, trazendo evidências científicas acerca de desmatamentos, mineração, impactos do fogo, redução da superfície de água etc. O levantamento permitiu constatar que as alterações causadas pela ação humana, entre 1985 e 2021, foram muito intensas e, ao serem incentivadas por um discurso político contendo falsas possibilidades de desenvolvimento sustentável em regimes capitalistas insustentáveis, atrasaram o combate às desigualdades concentradoras de renda, impedindo que níveis adequados de justiça social fossem ao menos planejados.

Segundo David Kopenawa, o xamã que se tornou porta voz dos conhecimentos ancestrais do seu povo, confirma-se uma profecia xamânica cada vez menos ‘apenas’ imaginária e cada vez mais próxima da realidade, causada pela cobiça exploratória de um poderoso comércio internacional: “*ao arrancar os minérios da terra eles espalham um veneno que invade o mundo e que assim acabará morrendo*”

2 <https://mapbiomas.org>

(Kopenawa & Albert, 2015). Em concordância, Graebe e Wengrow (2022) perguntam: “qual futuro desejamos para nós mesmos?”.

Tal preocupação, apesar de ignorada por muitos, remonta ao século XIX. A partir de revisão bibliográfica, a apreensão de Marx (1818-1883) sobre a relação homem, natureza e capitalismo vem sendo trazida à tona, deixando claras as abordagens marxianas críticas à concepção do desenvolvimento sustentável, concepção usual e ambígua, sendo motivo, há tempos, de muitas controvérsias. Assim, encontramos já em Marx aspectos para um tratamento às questões ambientais face à insustentabilidade inerente ao modo de produção capitalista e à destrutividade que o acompanha, nos levando à pergunta: É possível concordar com a orientação para um desenvolvimento sustentável que compatibilize crescimento econômico, desenvolvimento humano e qualidade ambiental?

Em uma sociedade capitalista com diferenças de classes, exploração e opressão de uma classe sobre outra e exploração dos recursos naturais, é possível almejar justiça social? Mészáros (2003) sinaliza o quanto o ambiente se tornou um importante elemento nas trocas desiguais entre os Estados-nação e a relação entre desenvolvimento e subdesenvolvimento norte/sul. O desenvolvimento econômico do capitalismo acarretou a degradação social e ecológica, porém esses e outros aspectos fundamentais têm sido subestimados na discussão sobre tal desenvolvimento. Nas três últimas décadas, as manifestações das relações insustentáveis com o planeta constituíram um conjunto de contradições que levaram à identificação da denominada crise ambiental. Para Viveiros de Castro:

“Neste momento assistimos uma mudança do equilíbrio termodinâmico global sem precedentes nos últimos 11 mil anos da história do planeta e, associada a ela, uma inquietação geopolítica inédita na história humana - se não em intensidade (ainda), certamente em extensão, na medida em que ela afeta literalmente ‘todo (o) mundo’.” (Viveiros de Castro, prefácio de Kopenawa & Albert, 2015, p. 23).

Em comum acordo com Viveiros de Castro, Mészáros (2007) já relacionava a crise sistêmica do capital à crise denominada ambiental, apontando a finitude dos recursos naturais/energia, os problemas de poluição e as mudanças climáticas como parte do que denomina de limites absolutos do sistema do capital. Para Loureiro (2006), a solução não se restringe à utilização ou descoberta de tecnologias limpas, nem às mudanças de comportamento localizadas, mas é necessária uma reorganização da base civilizatória e da estrutura política, econômica social e cultural, vigente nas sociedades (Loureiro, 2006).

A partir dessa perspectiva crítica, o tema natureza, marxismo e desenvolvimento tem estabelecido relações e fundamentos para a educação ambiental, ecologia política, economia ambiental e para outras áreas e campos do conhecimento (Freitas, Nélsis, & Nunes, 2012). Entre tais áreas, passamos neste trabalho a incluir o Ensino de Física e a Educação em Ciências. Antes de apresentar propostas para a Educação em Ciências, passemos a uma tentativa de compreender os conhecimentos produzidos pelos povos originários.

CONHECIMENTOS ANCESTRAIS DOS POVOS ORIGINÁRIOS

Apesar dos conhecimentos dos povos originários serem menosprezados e tratados como inferiores, as culturas ameríndias souberam, durante séculos, interagir com a natureza de maneira harmoniosa, mantendo suas florestas, não sendo seus povos os responsáveis pelas epidemias vividas por eles, nem pela depredação de seus territórios, relacionadas às catástrofes ambientais. É passada a hora de se divulgar a validade de conhecimentos alternativos, desenvolvendo-se um processo cunhado por Quijano (2012) como descolonização epistemológica, em busca da gestação de um pensamento dialógico com conhecimentos que têm sido silenciados pela superioridade autorreconhecida de uma epistemologia única de origem europeia.

O que podemos aprender e trocar com esses povos originários visando sustentabilidade nesse capitalismo insustentável? Para Viveiros de Castro, algumas respostas estão contidas no livro já citado anteriormente e intitulado “A queda do céu” (Kopenawa & Albert, 2015). Ele relata sobre a capacidade de abrir a muralha dialógica erguida entre indígenas e brancos:

“Estamos acompanhando nas Humanidades um movimento de caráter nacional e mundial, no qual há um direcionamento formal e teórico desde a segunda metade do século XX de uma ampla circulação das teorias críticas pós-modernas e pós-coloniais que buscam colocar em protagonismo nos campos de conhecimento acadêmicos narrativas literárias e historiográficas sobre sujeitos hispânicos,

africanos, indo-americanos e outros.” (Viveiros de Castro, prefácio de Kopenawa & Albert, 2015, p. 33)

Por meio de Kopenawa ficamos conhecendo o desejo desse povo de ser ouvido:

“É por isso que eu gostaria que eles ouvissem minhas palavras... Gostaria que, após tê-las compreendido, dissessem: Os Yanomami são gente diferente de nós, e, no entanto, suas palavras são retas e claras. Agora, entendemos o que eles pensam. São palavras verdadeiras! A floresta é bela e silenciosa. Eles ali foram criados e vivem sem preocupação desde o primeiro tempo... Querem defender sua terra porque desejam continuar vivendo nela como antigamente.” (Kopenawa & Albert, 2015, p. 64).

Considerando uma interlocução com a sabedoria dos povos originários, vital e necessária à sobrevivência da diversidade cultural brasileira e do próprio planeta Terra, a transformação das percepções e sentimentos dentro da cultura hegemônica se mostra urgente. Para conhecer e fortalecer pontos de convergência entre as culturas, tornou-se imperativo dialogar com os povos originários, ouvir o que eles têm relatado e divulgado em livros, palestras, entrevistas e *lives*. Sobre seus costumes, mitos e conhecimentos, sabemos mais hoje do que em outras épocas, abrindo-se caminhos para um projeto de uma sociedade mais justa. Partindo da necessidade de superação da alienação radical constitutiva da sociedade neoliberal que naturaliza o capitalismo e o negacionismo ambiental, configura-se um contexto de trocas, fundamental a ser vivenciado na academia e fora dela.

Assim, voltamos às palavras de David Kopenawa – “Essas coisas que os brancos cobiçam tanto, como teriam vindo a existir? De que são feitas?” – e à resposta, já aqui apresentada: *“Todos sabem que o céu já caiu sobre os antigos, há muito tempo”* (Kopenawa & Albert, 2015, p. 195). Aprofundando a resposta, ele afirma que esse metal brilhante debaixo da Terra, vindo do antigo céu que desabou sobre os nossos ancestrais é nomeado por eles de mareaxi ou xilikarixi, o mesmo nome dado às estrelas. E por que não deve ser explorado como fazem os brancos, retirando-o dos rios e das profundezas da Terra? Para seu povo esse metal que Omama (o criador para os Yanomami) ocultou debaixo da Terra é seu esqueleto, envolvendo-o pelo frescor úmido da floresta, sendo ele que a sustenta, não devendo se cavar o solo sem trégua como fazem os brancos, sob o risco de o céu desabar novamente.

Vemos elementos análogos entre a afirmação da Ciência, somos todos poeira de estrelas, e o conhecimento Yanomami aqui relatado (Kopenawa & Albert, 2015): ambos surgiram como resposta a indagações similares. Enquanto, no final do século XIX, os cientistas queriam saber de que eram feitas as estrelas e iniciaram um caminho para responder a essa questão, esse povo indígena, movido pela dúvida sobre o porquê de os brancos cobiçarem tanto os metais, se pergunta como eles teriam vindo a existir? De que são feitos? De onde vieram?

A essa pergunta, similar nas duas culturas, a ciência responde com a teoria do *Big Bang* e com a Nucleossíntese Estelar, processo que ocorre no interior das estrelas, dando origem a elementos químicos da Tabela Periódica. Já os Yanomami incorporam séria crítica de fundo ecológico na resposta relatada como um conhecimento ancestral por Kopenawa:

“As coisas que os brancos extraem das profundezas da terra com tanta avidez, os minérios e o petróleo, não são alimentos. São coisas malélicas e perigosas, impregnadas de tosses e febres, que só Omama conhecia. Ele, porém, decidiu escondê-las sob o chão da floresta para que não nos deixassem doentes” (Kopenawa & Albert, 2015, p. 357).

Revelam ainda que,

“Com suas máquinas, os garimpeiros só conseguiram até agora sugar pó de ouro do fundo dos rios. Mas esses são apenas os filhos do metal. Os brancos ainda não conhecem o pai do ouro, que está escondido bem mais fundo... se os brancos um dia chegassem até o metal de Omama, a poderosa fumaça amarelada de seu sopro se espalharia por toda parte, como um veneno tão mortal quanto o que eles chamam de bomba atômica. (...) Se o pensamento dos brancos não mudar de rumo, tememos morrer todos antes de eles mesmos acabarem se envenenando!” (Kopenawa & Albert, 2015, p. 359/363)

De modo a compreender melhor o apagamento dos conhecimentos Yanomami, voltamos ao prefácio do livro de Kopenawa e Albert, escrito por Viveiros de Castro. Para este autor, o processo de aproximação aos conhecimentos indo-americanos:

“tem estimulado um reexame dos pressupostos românticos e modernistas que estereotiparam, infantilizaram e/ou demonizaram os sujeitos indígenas na escrita ‘oficial’ da história. Ponto decisivo dessa revisão crítica é o crescendo da quantidade de obras historiográficas e literárias, produzidas pelos próprios indígenas... alternando a representação desses povos na escrita da história” (Viveiros de Castro, prefácio de Kopenawa & Albert, 2015, p. 33).

Kopenawa afirma que o metal que Omama ocultou na Terra é o seu esqueleto e afirma ainda que *“são essas palavras dos nossos espíritos que os brancos desconhecem”* (Kopenawa & Albert, 2015, p. 357), lançando assim sua profecia xamânica quanto a um fim próximo, cada vez menos imaginário e mais parecido com a realidade:

“Descendo desses habitantes da terra das nascentes dos rios, filhos e genros de Omama. São as palavras dele, e a dos xapiri, surgidas no tempo do sonho, que desejo oferecer aqui aos brancos. Nossos antepassados as possuíam desde o primeiro tempo... São as palavras de Omama. São muito antigas, mas os xamãs as renovam o tempo todo. Desde sempre, elas vêm protegendo a floresta e seus habitantes.” (Kopenawa & Albert, 2015, p. 65).

A qualificação da profecia Yanomami xamânica (proferida por um xamã) nos suscitou novas questões, entre elas: como se dá a comunicação com o conhecimento de Omama trazido durante sonhos pelos espíritos da floresta, os xapiri?

OS SONHOS E A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

Trazemos a constituição dos sonhos para ajudar a explicar a origem dos conhecimentos e sua relação com a razão. Em “O Oráculo da Noite”, ao definir o sonho como o curioso estado de viver para dentro, em um simulacro da realidade feito de fragmentos de memórias, Sidarta Ribeiro (2019) procura responder às perguntas: *“Por que sonhamos?”* (p. 14); *“Existe lógica por trás do sonho? O sonho é fato explicável da experiência humana ou arcano mistério insondável. O sonho é acaso ou necessidade?”* (p. 15). Segundo Ribeiro (2019), Jung considerava que a função perspectiva do sonho é

“antecipação do inconsciente de conquistas conscientes futuras algo como um exercício preliminar ou esboço, ou um plano antecipado... são meramente combinação antecipada de probabilidades que podem coincidir com comportamento real das coisas, mas não precisam necessariamente concordar com todos os detalhes” (Ribeiro, 2019, p. 36).

Quando pensamos em trabalhar o tema sonho, vem a nossa mente imediatamente Gaston Bachelard (1884-1962), que nos legou uma ampla bibliografia sobre o assunto na parte de seu trabalho que ele mesmo definia como “noturno”. Mas antes de falar propriamente do sonho, o autor nos apresenta o devaneio. Podemos, tomando um efeito de liberdade, definir o devaneio como o sonho que se sonha acordado e o diferenciar do sonho “verdadeiro”, aquele que surge durante a noite enquanto dormimos.

Sobre o sonho, afirma Bachelard:

“Mal entramos no sono e o espaço se amortece e adormece - adormece um pouco antes de nós mesmos, perdendo suas fibras e seus liames, perdendo suas forças de estrutura, suas coerências geométricas. O espaço onde vamos viver nossas horas noturnas não possui mais lonjuras. É a síntese muito próxima das coisas e de nós mesmos. Ao sonhar com um objeto, entramos nesse objeto como em uma concha. Nosso espaço onírico tem sempre um coeficiente central. Algumas vezes, em nossos sonhos de voo, acreditamos ir bem alto, mas somos então apenas um pouco de matéria volante.” (Bachelard, 1994, p. 160).

Para Bachelard o sonho deve ser contado, socializado para tornar-se conhecimento para o sonhador e o outro, ou outros:

“Com efeito, o espaço onírico do alvorecer foi mudado por uma súbita luz íntima. O ser que cumpriu seu dever de bom sono tem, de repente, um olhar que ama a linha reta e uma mão que fortifica tudo o que é reto. E o dia que desponta a partir do próprio ser que desperta. A imaginação da concentração é substituída por uma vontade de irradiação.” (Bachelard, 1994, p. 163).

No caso dos Yanomami, o sonho e sua transmutação em conhecimento através de sua contação para os demais é relevante. Assim age o xamã: sonha e fala seu sonho aos demais, àqueles de sua confiança que podem comunicar o conhecimento, materializar, se preciso for. Seu pensamento cumpre, portanto, seu dever: ele sonha, adquire o conhecimento e, ao amanhecer, alimenta de maneira precisa a imaginação dos demais Yanomami. É permitido que qualquer membro da aldeia sonhe, mas o sonho do Xamã é prenhe de conhecimento que necessita ser socializado.

Ao argumentar a favor da ecologia que passou a ser conhecida por Kopenawa a partir da divulgação dos trabalhos de Chico Mendes, o Yanomami traz a figura dos xamãs, sendo ele mesmo um, uma pessoa que conversa com os xapiri, os espíritos da floresta, mensageiros do criador Omama: *“nossos antigos xamãs sempre souberam essas coisas”*. Esse fato o fez apoiar a ecologia, compreendendo as suas teses fundamentais. Afirma ainda que Omama, que criou a floresta e os xapiri para defendê-la, *“deveria ter suas palavras claras escutadas pelos brancos que destroem as florestas; os brancos só sabem maltratar e depredar nossa casa”*. E pergunta: *“Os brancos que agora usam essas palavras (da ecologia) não as teriam também recebido da boca de Omama?”*. Esperançoso continua: *“Se por fim os brancos ficassem mais sensatos, meu pensamento poderia recuperar a calma e a alegria... Quero me tornar espírito e continuar estudando com os xapiri. Só quero adquirir mais conhecimentos”* (Kopenawa & Albert, 2015, p. 486-487).

A partir do momento em que conhecemos um pouco do papel dos sonhos nas culturas indígenas, podemos nos perguntar: Que papel os sonhos têm desempenhado na produção científica hegemônica? Que semelhanças e diferenças com ela de fato importam na construção do conhecimento Yanomami? Ao reconhecer o papel dos sonhos, poderemos ampliar a voz do discurso onírico do conhecimento Yanomami e assim valorizar os usos que esse povo faz do conhecimento vindo da sua ancestralidade por meio de sonhos e traduzido em linguagem.

Limulja, autora de ‘Uma etnografia dos sonhos Yanomami’, relata que *“Os xamãs experimentam uma realidade completamente distinta da ordinária e são alçados a outro patamar. Atravessam o cosmos yanomami interagindo com os mais diversos seres que o compõem e ainda veem os mitos se desenrolando em um presente contínuo”*. (Limulja, 2022, p. 99). A autora mostra também a relação direta, para esse povo, entre sonhar, contar o que sonhou e assim construir conhecimento:

“... destaca-se a capacidade mnemônica das pessoas. Essa capacidade parece se alimentar sobretudo à contação dos sonhos e, portanto, da importância que a comunidade dá a eles, o que não ocorre entre nós... o sonho é concebido como uma forma de conhecimento, e a pessoa que tem uma atividade onírica intensa é considerada sábia.” (Limulja, 2022, p. 100).

Partimos, então, para uma nova pergunta: Qual o papel da imaginação, dos sonhos e da linguagem na História e na Filosofia da Ciência oficial?

O PAPEL DA IMAGINAÇÃO NA PRODUÇÃO DAS ARTES DE DAS CIÊNCIAS

“A razão encontra-se no imaginário e no sentido da lógica interna, que não é contrária ao real, mas que, como um caleidoscópio, recria, reconstrói, reordena e reestrutura, criando outra lógica que desafia a lógica formal. Nesse sentido, o imaginário é um processo cognitivo no qual a afetividade está contida, traduzindo uma maneira específica de perceber o mundo, de alterar a ordem da realidade”. (Laplatine e Trindade, 2003, p. 79 apud Gurgel & Pietrocola, 2011, p. 4).

À procura de diálogos na origem dos conhecimentos Yanomami e da Ciência oficial, constatamos com Gurgel e Pietrocola que *“Os temas da imaginação e dos processos criativos na ciência ainda foram pouco explorados, ou explorados de forma pouco sistemática”* (2011, p. 2). Porém, procurando entender tais processos, inicialmente nas Artes, estes autores encontram um caminho representacional para a construção de ideias conceituais na ciência:

“A imaginação como criação simbólica é geralmente vinculada à imaginação nas artes. Em uma primeira aproximação, estas buscam criar novas representações para o mundo com o objetivo de sensibilizar a pessoa que as apreciam através de composições de elementos significantes, seja através de cores, nas artes plásticas; de palavras, na literatura; ou de sons, na música. No caso das ciências, estes elementos simbólicos criam representações que são fundamentais para a descrição do mundo e servem como apoio ao pensamento. É a partir deste campo simbólico que damos sentido à realidade e esta é a base para a construção de ideias conceituais mais elaboradas. Podemos definir a noção de imaginário como esse campo que configura as possibilidades de representação e que leva em conta as formas pessoais (subjetivas) de apreender o mundo perceptível.” (Durand, 2001; Laplatine e Trindade, 2003 apud Gurgel & Pietrocola, 2011 p. 11).

No entanto, no processo imaginativo, por este depender fundamentalmente da capacidade de compor novos elementos simbólicos, é mais importante que o pensamento parta de uma pluralidade de percepções subjetivas em que o indivíduo tenha uma representação própria para um determinado setor da realidade. A partir de então, através da criação, ele pode constituir uma unidade entre elas e, com isso, o imaginário se torna importante, pois permite que o pensamento opere sobre uma diversidade de representações constituídas na mente e não se reduza às percepções imediatas da realidade. Contudo, para ser denominada científica, a imaginação não pode ser uma atividade puramente livre, isto é, desvinculada dos objetivos da ciência, por mais que seja um ato complexo e de grande subjetividade. As novas ideias, quando compostas, devem ser conduzidas a uma construção racional: *“Nesse sentido, a consideração da imaginação depender das construções simbólicas da mente, isto é, do imaginário, não compromete os compromissos racionais da atividade científica.”* (Gurgel & Pietrocola, 2011, p. 3).

Reis, Guerra e Braga (2006), ao analisarem os movimentos artísticos do início do século XX, revelam que nenhum estilo havia sido completamente incompreensível para a sociedade como o surgido nesse período. Segundo os autores, o aparecimento desta arte impenetrável tinha profundas ligações *“com o surgimento de uma ciência que também desnorteou o público das suas noções básicas da realidade”* (p. 78).

“O Surrealismo, por exemplo, surgiu procurando sonhar e agir, superando a dicotomia que essas ações representam. Há uma negação da consciência, um abandono do controle da razão sobre o ato criativo. Aqui nasce uma interessante questão: em que medida a negação da consciência e a tentativa de superação da dicotomia entre sonhar e agir, empreendida pelos surrealistas, está próxima da nova realidade da física do século XX? Ainda que toda a física esteja ancorada em equações matemáticas muito bem fundamentadas, alcançar as implicações filosóficas e de realidade criadas pela física moderna parece necessitar da negação da consciência do mundo que acreditávamos conhecer até agora”. (Reis, Guerra, Braga, 2006, p. 78)

Os autores reforçam que não há intenção de mostrar que a física moderna recusa a razão ou a consciência, mas que ela apresenta uma nova forma de ver e interpretar a natureza, rompendo com a visão da física clássica. Revelam ainda que a ciência não se produz longe das questões socioculturais, mas *“está presente no imaginário da época em que está sendo produzida. Ela é fruto desse ambiente cultural, da mesma forma que ajuda a construí-lo”* (p. 83). Apesar das mudanças sociais vividas na virada do século XIX para o XX, a física atômica continuou a requerer modelos mentais na construção dos modelos consensuais assim como ocorreu em outras épocas históricas, diferentes em estrutura, comportamento e relações funcionais.

Sobre Modelos, sabemos que teorias acerca de modelos mentais trazem também o papel das imagens na construção e comunicação do conhecimento. Baseada em análises de casos históricos e em estudos da psicologia cognitiva acerca do raciocínio de *experts* durante a resolução de problemas, Nersessian (1995, citado por Krapas, Queiroz, Conlivaux & Franco, 1997) propõe que ser *expert* em física requer facilidade em práticas de modelagem construtiva, que seriam de domínio independente, envolvendo um processo de raciocínio que emprega modelagem visual e analógica e experiências de pensamento, de forma integrada, e criando e transformando as representações informais dos problemas. Nesse processo de modelagem construtiva genérica, a habilidade de raciocinar com modelos genéricos em domínios específicos faz parte da capacidade de criar modelos na ciência. Para Nersessian, o que a modelagem construtiva traz de diferente em relação à simples modelagem, feita basicamente por analogias simples, vem do fato dela ser um processo de raciocínio dinâmico que envolve modelagem analógica e visual em

simulações mentais para criar modelos do domínio alvo onde não existe possibilidade de nenhuma analogia direta. Negando o caráter de subordinação aos processos de raciocínio proposicional da modelagem mental, atribuído pela maioria dos historiadores e epistemólogos, Nersessian argumenta que os modelos mentais estão no centro dos processos cognitivos.

Percebe-se uma série de elementos que podem ser analisados para compreensão da produção do conhecimento científico em uma perspectiva dialógica e sociocultural que envolvem as imagens. Nesse sentido, Albert e Kopenawa (2023) contribuem com o debate ao traçarem paralelos da origem imagética nos conhecimentos da ciência oficial e da cultura Yanomami:

“devemos reconhecer que idêntica necessidade parece impor, em qualquer mundo humano possível, a esses relatos do invisível, que eles sejam objeto de simbolizações complexas (narrativas, plásticas ou gráficas), que estas sejam elaboradas por seres de exceção [cientistas geniais] e que eles [os xamãs] as produzam a partir de experiências subjetivas extremas. Não seria isso uma propriedade comum à invenção matemática... e ao xamanismo – tanto quanto qualquer criação artística?” (Albert & Kopenawa, 2023, p. 106).

Aprofundemos, portanto, o debate trazendo o papel das imagens na construção do conhecimento.

IMAGENS NA CIÊNCIA, SONHOS E CONHECIMENTOS EM DIÁLOGO

Roman Jakobson (1982) ao historiar o “pensamento sem palavras de Einstein” considera que os signos são um suporte necessário a tal pensamento desde sua fase de formulação até a de comunicação, quando o pensamento é socializado. Embora o sistema de signos mais comum seja a linguagem propriamente dita, o autor considera que o pensamento interior, quando é criativo, usa outros sistemas de signos, mais flexíveis e menos padronizados que a linguagem, dando mais liberdade e dinamismo ao pensamento criativo. Classifica todos os signos ou símbolos em dois grupos, os signos convencionais, emprestados de convenções sociais, e os signos pessoais que, por sua vez, podem ser subdivididos em signos constantes pertencentes aos hábitos gerais e em signos episódicos criados *ad hoc* e que só participam de um único ato criativo.

Jakobson traz como exemplo a descrição feita por Einstein do caráter íntimo e quase sem palavras de seu processo criativo inicial sobre esses tipos de sinais que surgem em sua mente quando ele está absorto em descobertas científicas: *“Palavras e linguagem, escrita ou falada, não parecem desempenhar nenhum papel no mecanismo do meu pensamento”* (1982). Assim, Einstein, desacreditando das pessoas que acreditam que sempre pensam em palavras, afirmou que seus pensamentos sobre esse assunto não lhe vinham em nenhuma formulação verbal: *“Raramente penso em palavras. Um pensamento vem e posso tentar colocá-lo em palavras depois”*. Jakobson considera óbvio que a evolução do pensamento de Einstein predominou na consolidação de sua linguagem.

Em suas 'Notas autobiográficas', Einstein (1949) traça uma linha clara de demarcação entre o pensamento pessoal e a comunicação interpessoal. Nesse último processo, os sistemas conceituais tornam-se “comunicáveis” por meio da verbalização e das regras sintáticas, enquanto que o próprio processo de pensar cria o que chama de “jogo livre com conceitos”, no qual, segundo ele, podem até ocorrer sinais reprodutíveis e, além disso, podem se desenvolver inconscientemente. O recurso constante que Einstein fez de imagens e de experiências de pensamento é bastante conhecido (Medeiros & Medeiros, 2006). Mas de onde provém o pensamento sem palavras de Einstein senão de imagens, tornando-as parte constante do seu pensamento? Para ele, a ciência é uma possibilidade de se escapar do cotidiano, movendo-se em direção a uma transcendência (Videira, 2016). Como afirma Einstein, em carta anexa ao livro de Hadamar, determinados *“sinais ou imagens mais ou menos claros são os dois tipos de entidades psíquicas que parecem servir de elementos ao pensamento, podendo já neste período pré-verbal ser deliberadamente reiterados e reordenados e, assim, tornar-se um diretório pessoal de dispositivos significativos”* (Hadamar citado por Jakobson, 1982, p. 140). A questão da reprodução e da recombinação conjuntas indicam que a identificação e rearranjo de componentes, ou seja, as ideias mutuamente complementares de invariância e variabilidade contextuais, são uma verdadeira obsessão para Einstein, no que diz respeito a um estágio pré-linguístico, semiótico no nível do indivíduo. Para ele, é óbvio que o desejo de eventualmente chegar a conceitos logicamente relacionados é a base emocional deste jogo um tanto vago sobre os elementos mencionados.

As imagens e experiências de pensamento estão diretamente ligadas aos signos que possuem aspecto ideológico como produto sócio-histórico gerado nas interações entre os sujeitos, mediadas pelo mundo (Vigotski, 1987). Vale ressaltar que, em cada enunciação, os signos podem se ressignificar, gerando novas interpretações pelos sujeitos imersos no contexto. Ao mesmo tempo que um determinado signo pode apresentar, na história, uma visão comum ou uma forma mais geral, ele pode também se diferenciar em contextos específicos. É nesse lugar que trazemos novamente para o debate o papel da criatividade e dos sonhos.

Segundo Ribeiro, para artistas e cientistas, a criatividade é a mais cara das faculdades mentais já que *“A fermentação da cultura sempre dependeu de imaginar formas novas a partir da recombinação de formas velhas e a construção mental do que ainda não existe sempre se beneficiou dos sonhos como fonte primordial de inspiração”* (Ribeiro, 2019, p. 224). O autor traz descritos em seu livro *“O Oráculo da Noite”* (Ribeiro, 2019) diversos exemplos. Entre artistas plásticos, Salvador Dalí afirmou praticar um método para ficar no umbral do inconsciente a fim de colher imagens e assim levar às telas sua produção onírica de imagens. Na ciência, a criatividade que tem origem nos sonhos foi confessada por muitos autores: August Kekulé na Química, Wallace na Biologia, Descartes na Matemática e Leibniz na Física e na Matemática, entre outros. Para Leibniz, *“a visão onírica era mais elegante do que qualquer outra que podemos alcançar com muitos pensamentos enquanto estamos acordados”*. A história do matemático indiano Srinavasa Ramanujan (1887-1920), retratado no filme *“O Homem que viu o infinito”*, traz o reconhecimento dado por ele a imagens e vozes na solução desafiadora de funções matemáticas. Segundo um diálogo do filme, a deusa indiana Namageri colocava fórmulas em sua língua, enquanto dormia ou rezava. Essa ideia era combatida por seu colega em Cambridge que afirmava que intuição não bastava, eram necessárias as provas. Escolhemos trazer aqui com mais detalhes o exemplo de Mendeleiev.

Dmitri Ivanovich Mendeleiev nasceu em 1834 e aos 32 anos foi nomeado professor de química geral na Universidade de São Petersburgo. Uma de suas atividades era dedicar-se a escrever manuais sobre química orgânica e inorgânica, principalmente devido à escassez de material sobre o assunto disponível em russo e, em 1869, já havia concluído um dos volumes da obra *“Os princípios da química”* (Strathern, 2002). O processo de escrita do segundo volume demandava definir *“algum princípio subjacente segundo o qual os elementos pudessem ser ordenados”* (Strathern, 2002, p. 240). Na busca por um padrão de propriedades para organizar seu trabalho sobre os elementos químicos, a partir das propriedades físicas e químicas, Mendeleiev trabalhou ininterruptamente por três dias e três noites: *“Estava convencido de estar na trilha certa. Já tivera um palpite, mas por alguma razão simplesmente não conseguia ver além dele”* (Strathern, 2002, p. 243).

Ao relacionar os elementos químicos a um jogo de cartas conhecido como paciência, chamado por Mendeleiev de *“paciência química”*, buscou organizar os elementos de acordo com grupos de propriedades similares e seus pesos atômicos. Essa ideia é considerada a *“evidente intuição inicial de Mendeleiev”* (Strathern, 2002, p. 245). Em meio ao exaustivo processo de investigação das relações citadas acima, foi a partir de um sonho que o químico chegou à Tabela Periódica dos Elementos: *“Vi num sonho uma tabela em que todos os elementos se encaixavam como requerido. Ao despertar, escrevi imediatamente numa folha de papel”* (p. 246).

Vale ressaltar que, a partir da narrativa historiográfica apresentada por Strathern, Mendeleiev estava imerso nas discussões sobre o tema e suas sistematizações já se apresentavam avançadas. Assim, não é objetivo aqui reforçar uma visão ingênua e equivocada de Ciência como produção isolada ou uma descoberta feita por gênios, mas sim refletir sobre o papel da imaginação, do sonho e da linguagem no processo de construção do conhecimento científico.

De fato, a linguagem é que dá realidade aos sonhos: *“O sonho vem ao mundo pela linguagem, ao ser contado, senão permaneceria como realidade virtual e, portanto, não poderia se dar por completo.”* (Limulja, 2022, pg. 72). Além disso, cada linguagem pertence a uma cultura, sendo fundamental em sua constituição e desenvolvimento, caracterizando a dinamicidade das línguas que mudam com as mudanças culturais e se hibridizam cada vez que duas culturas se encontram.

Segundo Limulja (2022), ao dizerem que só a noite é possível sonhar e que é na noite que se sente saudade já que nesse momento a saudade vem à tona e pode se manifestar, os Yanomami entendem que:

“É por essa razão também que o sentimento, bem como toda forma de conhecimento, antes de atingir a consciência passa pela imagem. O utupë (abarca tudo aquilo que se refere a uma imagem) é, portanto, a sede das emoções, volições e saber Yanomami – e tudo o que de fato importa deve necessariamente passar primeiro pela imagem (...) tudo o que existe é dotado de uma imagem – e,

portanto, os animais de caça também têm uma, caso contrário os Yanomami não poderiam vê-los em seus sonhos (aquilo que aparece no sonho corresponde à imagem dos seres e das coisas, ao utupê das coisas)". (Limulja, 2022, p. 112/163)

Limulja recorre ainda à metáfora da fita de Moebius para nos ajudar a compreender que:

"tudo que ocorre de um lado passa pelo outro. Assim, é como se um lado da fita correspondesse às experiências diurnas, do corpo, da matéria; e, o outro, às experiências oníricas, da imagem, do imaterial. Aquilo que acontece de um lado passa para o outro, revelando-se um único lado, no sentido de que ambas as experiências afetam a pessoa, cada um a seu modo. Entretanto, tais experiências se desenrolam como se corpo e imagem estivessem um de costas para o outro; para que os eventos de um lado aconteçam, é preciso que o outro esteja 'adormecido'. À noite o corpo repousa; de dia a imagem dentro do corpo permanece em estado latente". (Limulja, 2022, p. 174).

"Nos dois casos, é a partir do aprendizado dos limites da linguagem e apoiando-se num novo conjunto de imagens do desconhecível que se cria, parece-me, um registro simbólico inédito para dar ordem e origem às contingências do mundo visível" (Albert & Kopenawa, 2023, p. 106/107). Os mitos contados pelos Yanomami se tornaram conhecidos por terem sido sonhados e contados ao acordar de forma espontânea, ainda deitados na rede, sendo muitas vezes tomados como premonitórios, levando-os a evitar, por exemplo, situações potencialmente com riscos de morte. Há também sonhos contados socialmente, no centro da casa coletiva, e que assim se tornam conhecidos dos vizinhos, sendo capazes de mobilizar a comunidade para realizar tarefas necessárias ou a levá-la a se defender de prováveis inimigos sonhados.

Sobre o conhecimento Yanomami, Limulja (2022) comenta que o wayamu é o momento que consiste em diálogos cerimoniais noturnos entre duas pessoas que podem ser jovens ou idosas, com falas elaboradas, jogos complexos de palavras e figuras de linguagem, como metáforas ou metonímias. Isso, no entanto, exige certo domínio retórico que nem todos possuem. O fundo comum entre a vigília e o sonho são as experiências pessoais, sociais e culturais, vividas em eventos passados, compondo uma mesma narrativa, como conclui Limulja em sua extensa pesquisa junto ao povo Yanomani. Essa perspectiva sobre os sonhos retira deles a tão almejada objetividade da ciência, os sonhos não falam sobre os objetos especificamente, como é a utopia da ciência, nem tampouco são reproduzíveis ou planejáveis a partir de uma metodologia definida, o ainda tão prestigiado "Método Científico". Isso tornaria casual nosso argumento de afirmação de que há algo em comum entre os conhecimentos da Ciência e os dos Yanomami? Ou que há sim pontos de convergência relevantes entre eles?

Ao reconhecer no sonho uma capacidade de narrar a existência humana presente, passada e futura, Ribeiro (2019) nos traz que a neurociência já tem bases para afirmar que *"temos enorme capacidade de simular futuros possíveis com base nas memórias do passado"* (p. 37). Além disso, o mesmo autor revela que, *"Em 2004, os neurocientistas alemães Jan Born, Ulrich Wagner e Steffen Gais conseguiram quantificar pela primeira vez em seres humanos a relação entre sono e insight."* (Ribeiro, 2019, p. 241).

Em relação ao conhecimento científico hegemônico, Videira (2016) traz que Bohr se interessava em determinar quais são as condições que tornam objetivo o conhecimento científico, elaborando uma noção de objetividade muito dependente da capacidade humana de se comunicar por meio da linguagem. Para ele, sem linguagem não haveria objetivo, nem organização das comunidades.

Defendemos aqui que o importante papel das imagens na construção do conhecimento, presente no período pré-verbal ao qual se refere Einstein. Além dele, outros cientistas e os Yanomami, no que diz respeito a um estágio semiótico no nível do indivíduo, relacionam as imagens sonhadas e imaginadas na vigília ao desejo de eventualmente se chegar a conceitos lógicos que podem se relacionar e assim compor o conhecimento construído culturalmente e comunicado de geração em geração.

Diante de todas as relações estabelecidas até aqui e do valor que pode ser atribuído ao conhecimento indígena, voltamos a nos questionar: Como formar professores que se comprometam em divulgar os saberes dos povos originários em diálogo com a Astrofísica da ciência oficial, tema pouco trabalhado nos currículos de ensino fundamental e médio? É possível ensinar esse tema da Física curricular interdisciplinarmente com a educação ambiental e a educação em direitos humanos a partir da cosmogonia Yanomami aqui apresentada?

Para tentar responder às perguntas acima, buscamos pontes no tema sobre a origem dos elementos presentes na Terra e a preservação do planeta, por compreendermos que qualquer que seja o

modo de produção dos conhecimentos que possuem, seus resultados ambientais poderão contribuir para frear o caminho nefasto das previsões tanto xamânicas quanto científicas atuais para a vida no nosso planeta (Queiroz, Catarino & Barbosa-Lima, 2023). Assim, apoiamos-nos em um projeto de pesquisa voltado para a formação inicial de professores de Ciências que vem sendo desenvolvido desde 2017 e desenvolvemos atividades que envolveram diálogo entre culturas, discussões sobre o papel das imagens e dos sonhos nas diferentes formas de produção de conhecimento e a elaboração de projetos pedagógicos como forma de avaliação. O desenvolvimento e os resultados das atividades são apresentados a seguir.

Atividades desenvolvidas

O conjunto de atividades apresentado nesse artigo foi desenvolvido junto a estudantes na disciplina eletiva do curso de licenciatura intitulada Estudo e Desenvolvimento de Projetos Interdisciplinares. A pesquisa vem sendo desenvolvida a partir de temas encadeados e com protagonismo de todos os sujeitos envolvidos no processo - professores, licenciandos e bolsistas, tanto nas ações empreendidas quanto na busca por soluções coletivas. Nesse sentido, entendemos que a pesquisa-ação vem servindo como base metodológica para o desenvolvimento do projeto e das atividades aqui apresentadas, já que, segundo Thiollent (1986), a participação de todos os sujeitos envolvidos na situação pesquisada é fundamental para as almejadas transformações no ensino. A pesquisa-ação, um dos inúmeros tipos de investigação-ação, se caracteriza como um processo cíclico:

“no qual se aprimora a prática pela oscilação sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela. Planeja-se, implementa-se, descreve-se e avalia-se uma mudança para a melhora de sua prática, aprendendo mais, no correr do processo, tanto a respeito da prática quanto da própria investigação” (TRIPP, 2005, p. 446).

A primeira atividade envolveu a discussão de temas da Cosmologia hegemônica curricular em diálogo com culturas indígenas. Os temas apresentados foram: relações entre conhecimentos científico e indígena; papel dos sonhos e das imagens na produção de diferentes formas de produção de conhecimento - os casos de Albert Einstein e Dmitri Mendeleiev e o paradigma da complexidade. Ao longo das discussões do primeiro tema - relações entre conhecimentos científico e indígena - uma questão, em especial, foi apresentada aos licenciandos em sala de aula: Quais são as relações da Astrofísica/Cosmologia com a vida nas diferentes culturas? A pergunta gerou um debate que levantou ideias convergentes com dois dos princípios da educação em direitos humanos: ‘dar voz a pessoas e grupos vulnerabilizados’ e ‘educar para nunca mais’. Esse ponto nos levou ao aprofundamento de possíveis conteúdos cordiais para a valorização dos saberes dos povos originários e para o combate aos atuais problemas ambientais.

Ao mesmo tempo em que levantávamos elementos para a construção de práticas coerentes com as demandas por justiça social, durante a apresentação do conhecimento Yanomami aos estudantes, por mais de uma vez, houve resistência entre alguns em aceitar este conhecimento como sendo originário desse povo, sem que tivesse havido interferência do conhecimento europeu, este reconhecido como verdadeiro e global (Queiroz, Catarino & Barbosa-Lima, 2024). Atribuímos essa resistência inicial a uma visão ingênua e enraizada sobre a Natureza da Ciência, resultante de processos de ensino que tratam a ciência como conhecimento único, individualista e socialmente neutro e que reforçam apagamentos históricos que levam à invisibilidade da diversidade (Alves-Brito, Massoni, Guerra & Rivair Macedo, 2020).

Na atividade de avaliação da disciplina, foi solicitada a elaboração de projetos pedagógicos interdisciplinares sobre o tema abordado nas atividades. Dentre os projetos apresentados pelos licenciandos, destacaram-se dois: “Astrofísica e a valorização do conhecimento indígena” e “Produção de cordéis sobre culturas diversas”. Com os objetivos de ensinar e aprender conceitos de Astrofísica e a importância da valorização da cultura e do conhecimento indígena e mostrar aos alunos que o conhecimento científico pode ser ensinado a partir de origens não convencionais, os projetos realizados em duplas lançaram mão da Arte e da Ciência para, nas palavras dos próprios estudantes ‘valorizar o conhecimento de povos diversos ao longo dos séculos’ e ‘estabelecer diálogos entre o conhecimento desses povos e o conhecimento científico’.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa aqui apresentada é um recorte de um projeto mais amplo de criação de conteúdos cordiais (Santos, Queiroz & Oliveira, 2021), em desenvolvimento, no âmbito da formação de professores e pesquisadores de ciências, comprometidos com a valorização da diversidade e tomada de consciência da

responsabilidade social para uma sociedade democrática e menos desigual. Buscamos, no projeto, desenvolver atividades que convirjam com as atuais demandas sociais a partir de temas relevantes para a área da Educação em Ciências.

A partir da investigação sobre conhecimentos de diferentes origens culturais para o Ensino de Ciências, chegamos ao tema da relação entre os conhecimentos do povo Yanomami e o da Ciência oficial. As atividades desenvolvidas geraram resultados importantes, como o reconhecimento das ações do povo Yanomami em favor da preservação do ambiente e do planeta Terra e a necessária discussão sobre o papel da educação em prol dos direitos humanos a partir de seus princípios básicos. Entendemos que tais resultados, emergentes no processo de formação inicial dos futuros professores, contribuem para uma visão multicultural e interdisciplinar do conhecimento e do seu ensino e para a urgência do estabelecimento de diálogos interculturais que gerem ações de valorização de diferentes fontes culturais.

A apresentação de visões ingênuas sobre o conhecimento científico nos leva a reforçar a necessidade de aprofundar questões acerca da Natureza da Ciência na formação de professores no que diz respeito às suas formas de produção, comunicação e validação. Ressaltamos ainda que as relações entre conhecimentos de diferentes origens culturais merecem ser cada vez mais discutidas no âmbito da formação inicial e das práticas docentes de Ciências. Esperamos assim contribuir para mostrar as potencialidades que o campo de História, Filosofia e Sociologia das Ciências pode trazer para o Ensino de Ciências, seja no enfrentamento aos negacionismos científicos, em especial à crise ambiental, seja nas abordagens de ensino que combatam as violações aos direitos humanos, promovendo maior justiça social.

Agradecimentos

Autora agradece ao Programa de Incentivo à Produção Científica, Técnica e Artística – PROCIÊNCIA, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), pelo apoio fornecido.

REFERÊNCIAS

- Albert, B., & Kopenawa, D. (2023). *O espírito da floresta*. São Paulo, SP: Companhia das Letras.
- Alves-Brito, A., Massoni, N. T., Guerra, A., & Rivair Macedo, J. (2020). Histórias (in)visíveis nas ciências. I. Cheikh Anta Diop: um corpo negro na física. *Revista da Associação Brasileira de Pesquisadores/as Negros/As (ABPN)*, 12(31), 292-318. Recuperado de <https://abpnrevista.org.br/site/article/view/791>
- Bachelard, G. (1994). *O direito de sonhar*. (Trad. J. A. M. Pessanha, J. Raas, M. L. Monteiro, & M. I. Raposo) (4a ed.). Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil.
- Einstein, A. (1949). Autobiographical Notes. In P. A. Schilpp (Ed.). *Albert Einstein: Philosopher Scientist* (pp. 1-95), Evanston, Ill: Library of Living Philosophers.
- Freitas, R.C.M., Nélsis, C.M., & Nunes, L.S. (2012). A crítica marxista ao desenvolvimento (in)sustentável. *Revista Katálysis*, Florianópolis, 15(1), 41-51. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/katalysis/article/view/S1414-49802012000100005/22000>
- Graeber, D., & Wengrow D. (2022). *O Despertar de tudo: Uma Nova História da Humanidade*. São Paulo, SP: Companhia das Letras.
- Gurgel, I., & Pietrocola, M. (2011). Uma discussão epistemológica sobre a imaginação científica: a construção do conhecimento através da visão de Albert Einstein. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33(1), 1602-1-1602-12. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000100024>
- Jakobson, R. (1982). *Einstein et la Science du langage*. *Le Débat*, 20(3),131-142. <https://doi.org/10.3917/deba.020.0131>
- Kopenawa, D., & Albert, B. (2015). *A queda do Céu*. São Paulo, SP: Companhia das Letras.
- Krapas, S., Queiroz, G., Conlivaux, D., & Franco, C. (1997). Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em Ensino de Ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2(3), 185-205. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/627/416>
- Limulja, H. (2022). *O desejo dos outros: Uma etnografia dos sonhos yanomami*. São Paulo, SP: Ubu.

- Loureiro, C. F. (2006). *O movimento ambientalista e o pensamento crítico: uma abordagem política*. Rio de Janeiro, RJ: Quartet.
- Mazzochi, F. (2018). Why “Integrating” Western Science and Indigenous Knowledge Is Not an Easy Task: What Lessons Could Be Learned for the Future of Knowledge? *Journal of Futures Studies*, 22(3), 19–34. [https://doi.org/10.6531/JFS.2018.22\(3\).00A19](https://doi.org/10.6531/JFS.2018.22(3).00A19)
- Medeiros, A., & Medeiros, C. (2006). *Einstein e a Educação*. São Paulo, SP: Livraria da Física.
- Mészáros, I. (2003). *Socialismo ou Barbárie*. São Paulo, SP: Boitempo.
- Mészáros, I. (2007). *A Educação para além do Capital*. São Paulo, SP: Boitempo.
- Padilha, P. Q., Favarão, M. J., Morris, E., & Marine, L. (2011). *Educação para a cidadania planetária: currículo interdisciplinar em Osasco*. São Paulo, SP: Instituto Paulo Freire.
- Queiroz, G., Catarino, G., & Barbosa-Lima, M. C. (2023). O papel das imagens e dos sonhos nos conhecimentos do povo Yanomami e da Ciência oficial. In M. Fróes, K. C. Gorini, E. G. Brasil, & Lux (Orgs.). *Livro de Anais do Scientiarum História 16* (pp. 342-354). Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Recuperado de https://www.hcte.ufrj.br/downloads/sh/sh16/anais_SH_16.pdf
- Queiroz, G. R. P., Catarino, G. F., & Barbosa Lima, M. C. (2024). O que pensam licenciandos em Física sobre as relações entre o conhecimento dos Yanomami e a Ciência ocidental hegemônica? Aceito para *XX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - EPEF* (pp. 1 – 8). Recife, PE, Brasil. Recuperado de <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epéf/xx/programa/trabalhos.asp?sesId=29>
- Quijano, A. (2012). “Bienvivir”: entre o “desarrollo” y lades/colonialidad del poder. *VientoSur*, 122, 46-56. Recuperado de <https://vientosur.info/bien-vivir-entre-el-desarrollo-y-la-des-colonialidad-del-poder/>
- Reis, J. C., Guerra, A., & Braga, M. (2006). Ciência e arte: relações improváveis? *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, 13(suppl), 71-87. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702006000500005>
- Ribeiro, S. (2019). *Oráculo da noite: a história e a ciência do sonho*. São Paulo, SP: Companhia das Letras.
- Santos, A. G., Queiroz, G., & Oliveira, R. (2021). *Conteúdos Cordiais: Física Humanizada para uma Escola sem Mordança*. São Paulo, SP: Livraria da Física.
- Sagan, C. (1994). *Pálido Ponto Azul: Uma visão do futuro da humanidade no espaço*. São Paulo, SP: Companhia das Letras.
- Strathern, P. (2002). *O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química*. (Trad. M. L. X. de A. Borges). Rio de Janeiro, RJ: Jorge Zahar.
- Thiollent, M. (1986). *Metodologia da pesquisa-ação* (3a ed.). São Paulo, SP: Cortez.
- Tripp, D. (2005). Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Revista Educação e Pesquisa*, 31(3), 443-466. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000300009>
- Videira, A. A. P. (2016). A natureza da ciência segundo as reflexões filosóficas dos cientistas-filósofos da primeira metade do século XX: os exemplos de Bohr, Einstein e Planck. In L. Genovese, A. Guerra, F. Bozelli, S. Gehlen, A. Miquelin, & L. Sasserón (Orgs.). *Diálogo entre as múltiplas perspectivas na pesquisa em Ensino de Física* (pp. 35-52). São Paulo, SP: Livraria da Física.
- Vigotski, L. S. (1987). *Pensamento e linguagem*. São Paulo, SP: Martins Fontes.

Recebido em: 29.09.2023

Aceito em: 09.08.2024