

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NUMA VIRADA CULTURAL NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

SCIENTIFIC LITERACY IN A CULTURAL TURN IN SCIENCE EDUCATION

ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA EN UN GIRO CULTURAL EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS

Glória Queiroz & Giselle Faur

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
gloriapcq@gmail.com

RESUMO | Neste trabalho, partimos da ideia já consolidada da Ciência como parte da Cultura para incluir conhecimentos Yanomami, em especial os apresentados no livro *A Queda do Céu*, construindo caminhos no Ensino de Ciências que valorizam práticas dialógicas e cordiais que incluem diversas culturas e povos. Para isso, apresentamos o processo dinâmico de desenvolvimento de pesquisas que buscam dar conta de elementos e dimensões da Educação em Ciências e seus referenciais teórico-metodológicos. Privilegiamos aqui a Alfabetização Científica e seus eixos estruturantes e a formação inicial de professores como espaço privilegiado para pensar a ciência e seu ensino. Concluimos com a ideia de Complexidade como caminho de integração. Na busca por diálogos interculturais, localizamos pontos de convergência entre os Conhecimentos indígenas e os da Ciência hegemônica e problematizamos a visão empírico-indutivista da ciência ainda ensinada e que influencia negativamente o modo de entender outras formas de conhecimento por considerá-las inferiores.

PALAVRAS-CHAVE: Conteúdos cordiais, Alfabetização científica, Educação em ciências, Complexidade.

ABSTRACT | In this work, we start from the already consolidated idea of Science as part of Culture to include Yanomami knowledge, especially that presented in the book *The Fall of the Sky*, building pathways in Science Education that value dialogical and cordial practices that include diverse cultures and peoples. To this end, we present the dynamic process of developing research that seeks to account for elements and dimensions of Science Education and its theoretical-methodological frameworks. We prioritize Scientific Literacy and its structuring axes, and the initial training of teachers as a privileged space for thinking about science and its teaching. We conclude with the idea of Complexity as a path to integration. In the search for intercultural dialogues, we locate points of convergence between Indigenous knowledge and that of hegemonic Science, and we problematize the empirical-inductivist view of science still taught, which negatively influences the way other forms of knowledge are understood by considering them inferior.

KEYWORDS: Friendly content, Scientific literacy, Science education, Complexity.

RESUMEN | Partimos de la idea de la Ciencia como parte de la Cultura para incluir el saber Yanomami, especialmente el presentado en el libro *La Caída del Cielo*, construyendo caminos en la Educación Científica que valoran las prácticas dialógicas y cordiales que incluyen diversas culturas. Presentamos el proceso dinámico de desarrollo de la investigación que busca dar cuenta de los elementos y dimensiones de la Educación Científica y sus marcos teórico-metodológicos. Priorizamos la Alfabetización Científica y la formación inicial del profesorado como un espacio privilegiado para reflexionar sobre la ciencia y su enseñanza. Concluimos con la idea de la Complejidad como camino hacia la integración. En la búsqueda de diálogos interculturales, localizamos puntos de convergencia entre el saber indígena y el de la Ciencia hegemónica, y problematizamos la visión empírico-inductivista de la ciencia que aún se enseña, la cual influye negativamente en la manera en que se comprenden otras formas de saber al considerarlas inferiores.

PALABRAS CLAVE: Contenido amigable, Alfabetización científica, Educación científica, Complejidad.

1. INTRODUÇÃO

Ao aceitarmos o convite de Graeber & Wengrow (2022) para imaginarmos o futuro que desejamos, consideramos a importância de incorporar perspectivas para uma “mudança transcultural” na alfabetização científica no ensino de ciências, tema debatido há décadas na literatura. Incluímos abordagens híbridas que não se restringem à inclusão de elementos culturais de povos indígenas, mas consideram toda a complexidade do conhecimento desses povos, levando em conta as diferenças epistemológicas (Queiroz et al., 2024). Os autores citados buscam “contribuições ao pensamento social que vieram de fora do cânone europeu e, em particular, dos povos indígenas” (pag. 19), procurando entender algumas posições preconceituosas que têm impedido qualquer possibilidade concreta de troca intelectual e até mesmo de algum diálogo. E eles se perguntam o porquê se insistir em afirmar que todas as formas de progresso humano anteriores ao século XX só podem ser atribuídas a um único grupo de seres humanos, que costuma se referir a si mesmo como ‘a raça branca’ (formada pelos napë, para o povo Yanomami). E concluem dizendo que “não há nenhuma razão para isso” (Graeber & Wengrow pag.32).

Nos dias de hoje os Yanomami acreditam que “cientistas e pesquisadores” devem aprender a ouvir os pajés, pois eles são os que conhecem os “lugares de perigo” que os napë insistem em pisar e deixar seus rastros de destruição (Benucci, 2025). Além desse tipo de alerta que vem sendo feito pelos povos indígenas de várias etnias, há muitas preocupações e interesses ambientais e sociais que nos levam, como educadores em ciências da natureza, a buscar impactos positivos na valorização dos conhecimentos cosmológicos que sustentam os argumentos oriundos das culturas dos povos originários, desrespeitados quanto a seus direitos humanos em nosso país (Santos, 2022).

Temos desenvolvido, há uma década, projetos pedagógicos com conteúdos cordiais (Oliveira et. al. 2025), buscando sensibilizar com a razão cordial em favor da defesa de pessoas e comunidades vulnerabilizadas tratadas como os diferentes e primitivos. Há quatro anos tais projetos (Queiroz, 2022, Queiroz et. al. 2024, 2025, Catarino et al. 2023) nos apresentaram algumas ideias e palavras do Yanomami David Kopenawa, no livro com o antropólogo francês Bruce Albert (2015), e nos indicaram um caminho de interação entre Educação em Direitos Humanos e Educação em Ciências: “Essas coisas que os brancos cobiçam tanto, como teriam vindo a existir? De que são feitas?” Ao que responde: “O que os brancos chamam de “minério” são as lascas do céu, da lua, do sol e das estrelas que caíram no primeiro tempo. Por isso nossos antigos sempre nomearam o metal brilhante *mareaxi* ou *xitkarixi*, que é também o nome das estrelas... Esse metal debaixo da terra vem do antigo céu *Hutukara* que desabou antigamente sobre os nossos ancestrais” (Kopenawa; Albert, 2015, pag 357).

Identificamos analogias entre a conhecida afirmação *somos todos poeira de estrelas* de Carl Sagan (1986), e o conhecimento Yanomami aqui relatado, tendo ambos surgido 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 se pergunta, movido pela dúvida sobre o porquê dos brancos cobiçam tanto os metais, como eles teriam vindo a existir? De que são feitos? De onde vieram?

A essa pergunta, a ciência respondeu 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. Pressionados pelo avanço do garimpo, essa visão Yanomami (vinda da Sabedoria dos líderes xamãs) ganharam novas interpretações:

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 (demiurgo criador da terra-floresta e de tudo que há nela) conhecia. Ele, porém, decidiu escondê-las sob o chão da floresta para que não nos deixassem doentes (Kopenawa & Albert, 2010, p. 357).

Confessa que ficou arrasado ao ver os seus morrendo com as febres e doenças causadas pela queima do mercúrio aglomerado ao ouro nos rios e lagos, e que, por isso, começou a viajar para terras distantes para falar contra os garimpeiros e suas fumaças de epidemia: “Se a floresta e os Yanomami não estivessem morrendo desse jeito, eu jamais teria feito todas essas viagens!” (pag 376). Sua profecia contém também uma advertência e um alerta aos brancos que “não param de cavar o solo sem trégua: não acham que, fazendo isso, serão tão contaminados quanto nós. Estão enganados.” (pag. 356) “Se o pensamento dos brancos não mudar de rumo, tememos morrer todos antes de eles mesmos acabarem se envenenando!” (Kopenawa & Albert, 2015, pag. 363).

Segundo Salgado (2013) e Santos (2022), o diálogo com outras culturas que constroem conhecimento coletivamente de maneira mais igualitária pode servir como referência para gerar um senso de pertencimento transcultural baseado em nossa história, criando respeito pelas culturas indígenas que precisam ser protegidas. Salgado (2013) afirma que, ao destruirmos a floresta como fazemos hoje no Brasil e invadirmos territórios indígenas, estamos destruindo esse grande marco de referência, lembrando que somos um dos poucos povos do planeta que ainda pode conviver com seu passado, pois ele permanece vivo em um território que preservam há séculos.

Podemos aqui trazer questões fundamentais para pensar a Educação em Ciências diante desse cenário e dos alertas feitos pelos Yanomami: Qual é o papel do Ensino de Ciências na construção de uma sociedade que entenda a urgente necessidade de manter condições de vida no planeta? De que maneira o diálogo entre culturas pode contribuir para um ensino mais dialógico e potencializar uma visão mais coerente de Ciência e suas relações com a sociedade? É diante de tais perguntas que trazemos o já consolidado referencial de Alfabetização Científica como possível caminho para colocar em diálogo conhecimentos indígenas e a Educação em Ciências, na perspectiva da virada cultural. Entendemos por virada cultural uma mudança de paradigma que coloca a cultura no centro dos debates, inclusive científico, para compreender o conhecimento e suas formas de produção. Essa virada marca, assim, a construção de uma visão que inclui os sujeitos e a linguagem na produção do conhecimento dialógico e em constantes processos de transformação.

Partindo dos problemas acima colocados, este trabalho apresenta o processo dinâmico de desenvolvimento de pesquisas e práticas na formação de professores que busca dar conta de vários elementos e dimensões da área da Educação em Ciências e seus referenciais teórico-metodológicos. Apresentamos, assim, a Alfabetização Científica e seus eixos estruturantes, o Ensino de Física, nossa área de atuação, e a formação inicial de professores como espaço privilegiado para pensar a ciências e seu ensino, e alcançamos a ideia de Complexidade como caminho de integração.

2. CIÊNCIA COMO CULTURA

Reforçamos aqui uma visão de Educação Científica que compreende a necessidade de envolver diversos elementos e aspectos nos processos de ensino e aprendizagem, entendendo a ciência como parte da cultura (ZANETIC, 2006). Ao colocar em destaque aportes sociológicos, históricos e antropológicos, considerando esses múltiplos olhares como necessários para definir ciência, Sasseron (2015) considera essencial à educação estabelecer a ciência como uma cultura, se aproximando a nosso ver de uma concepção própria ao nosso diálogo com outras culturas, uma vez que almejamos nos desprender de uma visão monocultural como de origem inicial exclusivamente europeia. Uma vez que o estudo científico da natureza possui diferentes fontes de produção e usos sociais, buscamos repostas para a pergunta feita pela autora: o que seria esperado que a escola ensinasse em aulas de ciências da natureza?

Sasseron e Carvalho (2011) criaram Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica a partir da análise de referenciais da área de Ensino de Ciências que apresentavam ideias e habilidades a serem desenvolvidas com o intuito de colocar em ação esse processo. Tais eixos marcam grandes linhas orientadoras para o trabalho em sala de aula e transitam entre pontos canônicos do currículo de ciências e elementos que marcam a apropriação desses conhecimentos para ações em esferas extraescolares. Ainda que os três eixos estruturantes possam não se fazer presentes em todas as aulas, é necessário que eles sejam equitativamente considerados ao longo do desenvolvimento de um tema, em nosso caso um tema cordial. Os três eixos são: (a) a compreensão básica de termos e conceitos científicos, retratando a importância de que os conteúdos curriculares próprios das ciências sejam debatidos na perspectiva de possibilitar o entendimento conceitual; (b) a compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática, deflagrando a importância de que o fazer científico também ocupe espaço nas aulas de mais variados modos, desde as próprias estratégias didáticas adotadas, privilegiando a investigação em aula, passando pela apresentação e pela discussão de episódios da história das ciências que ilustrem as diferentes influências presentes no momento de proposição de um novo conhecimento; e (c) o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, permitindo uma visão mais completa e atualizada da ciência, vislumbrando relações que impactam a produção de conhecimento e são por ela impactadas, desvelando, uma vez mais, a complexidade existente nas relações que envolvem o homem e a natureza.

Partindo dos problemas apresentados na introdução deste trabalho e dos elementos e dimensões dos eixos estruturantes elaborados por Sasseron e Carvalho (2011), é possível apontar impactos positivos já percebidos por alguns na incorporação da astronomia cultural e da educação ambiental intercultural a partir de temas interculturais (Forato e Santos, 2025, Santos 2024) para a formação de cidadãos atuantes por mais justiça social. Vamos então tratar da formação de professores, espaço privilegiado para discutir potenciais práticas que incluam o diálogo entre culturas, como no Ensino de Física.

3. ENSINO DE FÍSICA E FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Os conhecimentos ancestrais de grupos originários brasileiros, além de desconhecidos nos cursos de Licenciatura em Física no Brasil, são tratados como inferiores àqueles eurocentrados. No entanto as culturas ameríndias sabem, como sempre souberam, interagir com a natureza de maneira harmoniosa, dando valor aos cuidados com as florestas para a manutenção de uma vida

possível do nosso planeta, não sendo os responsáveis pelas devastações e as consequentes epidemias vividas pela humanidade. É passada a hora de se divulgar a validade de conhecimentos alternativos, sendo necessário para tal desenvolver-se um processo cunhado por Quijano (2012) como descolonização epistemológica, em busca de um pensamento dialógico com conhecimentos que têm sido silenciados. A Diversidade epistemológica precisa ser validada tanto quanto a Biodiversidade já é quando se trata da manutenção da vida (Mazzochi, 2018).

Para Viveiros de Castro em prefácio no livro “A queda do céu” (Kopenawa e Albert, 2015), esses autores abriram a muralha dialógica erguida entre indígenas e brancos (napë). Nessa trilha pelo diálogo, buscamos contribuir com potencialidades que a Teoria da Atividade pode trazer para a Formação de Professores, em especial de Física. Nosso objetivo principal tem sido a promoção de conteúdos cordiais que formem professores como agentes socioculturais que, por meio de aprendizagens expansivas, eduquem por maior igualdade e justiça social.

Em 2023, ao apresentarmos essas ideias (Queiroz et al., 2024) em uma disciplina de uma universidade pública do RJ, houve resistência de alguns estudantes em aceitá-las como de uma ciência (Machado, 2025) originária desse povo. Outros estudantes, no entanto, acataram o desafio de elaborarem projetos interculturais sobre o tema, podendo ser destacados dois deles: “Astrofísica e a valorização do conhecimento indígena” e “Produção de cordéis sobre culturas diversas”.

Os resultados iniciais nos levaram a entender que a pesquisa acerca da Formação de Professores para estabelecer relações entre conhecimentos de diferentes origens precisava ser aprofundada. Escolhemos a Teoria da Atividade como caminho para tais estudos, atentando ao ponto ressaltado por Engeström (2016): todas as vozes conflitantes e complementares dos vários grupos do sistema de atividade – sujeitos, professores e estudantes - objetiva o reconhecimento de pontos de convergência interculturais entre as culturas de origem europeia e Yanomami e na saída formar professores agentes pelos direitos humanos por meio de reconhecimento da cultura dos povos originários. Além disso, os artefatos mediadores possuem papel fundamental, sendo a linguagem e ideias provenientes de livros dos próprios indígenas e a Divisão do Trabalho, na organização dos estudantes para elaborar aulas a serem apresentados aos colegas de turma. Os princípios da interculturalidade e do paradigma da complexidade (Dias, Tostes e Neffa, 2023) e as dificuldades de “integração” de conteúdos (Mazzochi, 2018) foram envolvidos, seguindo bases da teoria da atividade sociocultural: coletividade; multivocalidade; historicidade; contradições para mudanças e transformações expansivas.

Como resultados, os licenciandos(as) produzem projetos que levam em conta: reconhecimento do valor do conhecimento indígena; possibilidade de aprendizagem de temas dialógicos entre as culturas como a História da origem dos elementos estelares e a importância dos diferentes conhecimentos para preservação da Natureza e questões sociais.

4. O PARADIGMA DA COMPLEXIDADE COMO CAMINHO DE INTEGRAÇÃO

Na busca por diálogos interculturais, localizamos possíveis pontos de convergência entre os conhecimentos do povo Yanomami e os da Ciência hegemônica, como algumas inferências sobre a origem dos minerais encontrados na Terra e conhecimentos sobre a necessidade de preservação das florestas. Porém, a ciência ainda é ensinada de forma hegemônica entre nós em uma visão empírico-indutivista, o que influencia no modo de considerar outras formas de

conhecimento, considerando-as inferiores por não se encaixarem no “método científico” padronizado e único que de forma equivocada ainda é considerado adequado.

Essa ciência é uma face da colonialidade do saber científico, sendo esse muito mais amplo do que aquele dito ser desenvolvido nas instituições científicas ocidentais (Machado, 2025). Do ponto de vista epistemológico, alguns pontos em comum já encontrados e que, estando presentes em teorias da física contemporânea, deveriam já estar sendo ensinados de forma ampla, são fundamentais para a construção de um ensino intercultural no qual o diálogo com culturas que constroem conhecimento levando em conta fatores diversos e complexos pode servir como referência para gerar um senso de respeito pelas culturas indígenas que precisam ser protegidas.

Tal respeito, além do impacto educativo, está em consonância com as considerações de direitos humanos, promovendo a incorporação de conteúdo cordial baseado na razão cordial (Cortina, 2007; Oliveira et al., 2025) no ensino de ciências, que une a razão cognitiva para abordar questões que esta, sozinha, não consegue alcançar. Em uma complexa percepção das ciências ocidentais, já existe um consenso de que a compreensão das partes isoladas de um problema é uma abordagem limitada. Nessa nossa jornada de pesquisa o objetivo tem sido reunir elementos que construam pontes entre conhecimentos e valores de diferentes culturas, buscando encontrar pontos de ressonância. Alguns desses pontos já encontrados na ciência ocidental são a incerteza, a indeterminação, as formas coletivas de construção do conhecimento e a inseparabilidade entre o homem e a natureza, se considerarmos o paradigma da complexidade como um caminho para a construção de uma epistemologia pluricultural. Dimensões da complexidade (Queiroz et al, 2025) Geralmente codificado e transmitido em rituais exóticos e incompreensíveis para a maioria de nós, os conhecimentos de outras culturas não podem ser considerados apenas como simples conjuntos de informações empiristas (Garcia, 2002), uma vez que apresentam noções “teórico-culturais” mescladas às observações, que assim não são a única base a ser considerada como fonte primeira e o último juízo do conhecimento, que assim vai além do que é simplesmente percebido por fontes sensoriais, que no caso aqui descrito seria a coincidência percebida entre o brilho das estrelas e o de minérios encontrados na Terra.

Nas visões de mundo indígena e de outros povos, Natureza e Sociedade não constituem domínios separados, sendo a humanidade percebida como pertencente a uma rede de vida, interconectada, e a relação entre humanos e natureza é vista como simbiótica: do ambiente em que vivem, as populações indígenas obtêm sua subsistência e autonomia, contribuindo ao mesmo tempo com a sua conservação e tendo hoje a noção de que assim contribuem para todo o planeta.

Os universos indígena e quilombola são usualmente retratados por seus povos, em diferentes versões, de forma coerente com o paradigma da complexidade, como um todo altamente complexo e interconectado, no qual todas as partes são interdependentes, passando constantemente por ciclos multidimensionais, gerando o reconhecimento da não previsibilidade intrínseca do seu conhecimento e, como consequência, o fato de que o manejo da terra tem que ser feito sob condições de incerteza e cuidado. A complexidade do mundo quando o todo não se reduz à soma das suas partes, em que essas partes não são mais identificadas com objetos possíveis de serem isolados, sendo substituídos por elos de ligação sujeito-objeto e a quando se concebe um mundo tornando-se muitas vezes diferente, leva à indeterminação e à inconstância dos fenômenos que, no entanto, comporta flutuações aleatórias emergentes que podem gerar

novas estabilidades, novas formas de organização (Dias; Tostes; Neffa 2023). Em acordo com isso, o paradigma da complexidade vem nos levando a não considerar tais conhecimentos somente com respeito aos resultados bem sucedidos quanto ao nível empirista, pois são um conjunto complexo que envolve crenças, mitos e práticas, reiterando que a cultura desses povos tem coevoluído por processos adaptativos entre seres vivos uns com os outros e com o ambiente através de gerações.

Sintetizando: a proposta aqui apresentada é de que por meio de temas e projetos pedagógicos cordiais que exigem paradigmas complexos para sua compreensão requerem novos “conteúdos cordiais” cujos planejamentos contemplem 3 dimensões da complexidade (Kawamura, Watanabe, 2020; Queiroz et al, 2025): Dimensão Educativa - a busca por aprendizagens para a formação de cidadãos críticos, agentes socioculturais transformadores por justiça social e respeito aos direitos humanos e da natureza; Dimensão Ensino-aprendizagem, nos pontos de convergência interculturais criamos pontes para temas curriculares de ciências interdisciplinares, como por exemplo a origem de elementos químicos pesados já citada pode ser ensinada a partir de conhecimentos oriundos de outras culturas de povos que se autodenominam povos das estrelas, se tornando um conteúdo cordial híbrido ao ser posto lado a lado com aspectos de nucleossíntese estelar¹ dos elementos químicos; Dimensão Epistemológica, para a perspectiva da ciência mais adequada para tratar questões de natureza aberta e dinâmica, como as da crise socioambiental atual. (Queiroz et al, 2024), defendemos a necessidade de olharmos o complexo conhecimento especial de alguns povos indígenas com a ideia de cosmo percepção (Oyëwùmí, 2021), entendendo que há modos diferentes de compreender a realidade, pois cada sociedade tem em seu sistema de crenças percepções que definem sua identidade cultural e racionalizam seu conhecimento para práticas de sobrevivência mais promissoras. Para isso o desprendimento epistemológico se faz necessário, saindo da exclusividade do paradigma hegemonicamente adotado na escola básica e também em boa parte das instituições que formam professores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É comum se estabelecer como pertencente ao universo cultural qualquer coisa que sofreu intervenção humana, como por exemplo uma comida cozida, um prédio, uma poesia ou um desenho na parede são considerados eventos culturais (Machado, 2025). Por outro lado, tudo que não sofreu interferência humana seria pertencente à natureza, como uma nuvem, uma montanha ou uma árvore. Porém, a antropologia e as ciências sociais têm modificado essa noção de cultura (Kuper, apud Machado, 2025). Com a teoria de Darwin da seleção natural gerando um modelo biológico das mudanças dos seres vivos, qualquer coisa do âmbito das sociedades humanas passou a ser visto como oposto ao biológico/da natureza e, portanto, cultural. Machado (2025) afirma que a oposição entre natureza e cultura é equivocada, sendo uma das razões o fato de que intervenções na considerada natureza muitas vezes ocorrem devido a espécies não humanas, em relações ecológicas como por exemplo na chamada Catástrofe do oxigênio a partir da liberação de oxigênio em grande escala pelos seres fotossintéticos.

¹ Nucleossíntese estelar é o conjunto de reações nucleares que tem lugar nas estrelas para fabricar elementos mais pesados.

Para a maioria dos povos indígenas tal distinção entre Natureza e Cultura não existe pois se veem dentro da natureza e não fora dela, tornando tudo relação social. Conhecemos a produção de parentesco que fazem com os rios, as árvores e a própria Terra. Citando Marilyn Strathern (2024), Machado (2025) traz: “e se a identidade for concebida não como uma fronteira a ser definida, e sim como um nexo de relações e transações no qual o sujeito está ativamente comprometido?” Tal forma de conhecimento complexo dos povos originários, hoje já reconhecida como ciência indígena por Machado (2025) ou uma verdadeira ciência agrônoma por Silveira; Melo; Jesus (2016), vem acompanhada de exemplos de apego à sustentabilidade do planeta diante da crise ambiental vivida por eles e enfrentada por previsões catastróficas e de exemplos de conservação das florestas onde vivem. Consideramos nesse trabalho a importância de incorporar ao ensino de ciências perspectivas e conteúdos cordiais que caracterizem o diálogo intercultural em uma autêntica “virada cultural” na alfabetização científica a ser praticada há décadas na educação formal e também na não formal.

REFERÊNCIAS

- Benucci, T. (2025). *O jeito Yanomami de pendurar redes*. Perspectiva.
- Catarino, G. F.; Queiroz, G.; Pessoa, A. L. M. (2023). Interactions Towards Interdisciplinarity at School: The Case of a Physics Teacher at a Public Teacher Education High School. In: *Theory na Practice* New York City: Springer v.31, p.113-128.
- Cortina, A. (2007). *Ética cordial: Educar na cidadania no século XXI*. Edições Nobel.
- Dias, G. V., Tostes, J. G. R., & Neffa, E. (2023). *Complexidade, capitalismo e ciências ambientais*. Telha.
- Engeström, Y. (2016). *Aprendizagem expansiva* (2ª ed.). Pontes Editores.
- Forato, T., & Santos, D. (2025). Podcast Pion, *Ligado na Física – Ciência fora da caixa: Estamos todos sob o mesmo céu?*
- Garcia, R. (2002). *O conhecimento em construção*. Artmed.
- Graeber, D., & Wengrow, D. (2022). *O despertar de tudo: Uma nova história da humanidade*. Companhia das Letras. (Trabalho original publicado em 2021)
- Kawamura, M. R., & Watanabe, G. (2020). Contribuições das produções sobre a complexidade: Aportes para a educação científica escolar. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(2).
- Kopenawa, D., & Albert, B. (2015). *A queda do céu: Palavras de um xamã Yanomami* (14ª ed.). Companhia das Letras.
- Kuper, A. (2002). Cultura, a visão dos antropólogos. In V. Machado (2025). *O espectro Jenipapo: Ciências, povos indígenas e redes de conhecimento*. Companhia Editora Nacional.
- Mazzocchi, 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.
- Oliveira, R. D.; Queiroz, G. R.; Souza Junior, E.; Souza Cruz, E.; LOPES, J. B. (2025). Articulação da Investigação prática sobre os Conteúdos Cordiais na Educação em Ciências: dez anos trilhando caminhos para formar professores. *APeDuC* v.6 p 221-251.
- Oyèwùmí, O. (2021). *A invenção das mulheres*. Bazar do Tempo.
- Queiroz, G. R. (2022). Reflexões Teóricas sobre a Interdisciplinaridade na Pesquisa em Ensino de Física: da Epistemologia Genética de Piaget à interação com a Educação em Direitos Humanos. *Impacto: Pesquisa em Ensino de Ciências*, Rio de Janeiro, n. 1. DOI: 10.12957/impacto.2022.71032.
- Queiroz, G. R.; 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, *Anais XX EPEF*.

- Queiroz, G. R.; Pessôa, A. L.; Moreira, J.; Massaud, B. (2025). Dimensões da complexidade de projetos de pesquisa e pedagógicos de um grupo de pesquisa em ensino de Física do Rio de Janeiro. *Anais do XXVI SNEF*.
- Quijano, A. (2012). “Bienvivir”: Entre o “desarrollo” y la des/colonialidad del poder. *Viento Sur*, 122, 46–56.
- Sagan, C. (1994). *Pálido ponto azul*. Companhia das Letras. <https://barbacenaonline.com.br/compreendendo-a-frase-somos-todos-poeira-de-estrelas/>
- Salgado, S. (2013). *Gênesis*. Taschen.
- Santos, D. J. S. (2022). *Confluências historiográficas das ciências no contexto escolar pós-moderno: Em busca de um senso de pertencimento histórico-cultural em adolescentes por meio de uma narrativa sobre a astronomia Tupinambá nos seiscentos* (Dissertação de mestrado, Universidade Federal de São Paulo).
- Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: Relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(spe). <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização científica: Uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1).
- Silveira, H. S., Melo, C. R., & Jesus, S. C. (Orgs.). (s.d.). *Diálogos com os Guarani*. Editora UFSC.
- Strathern, M. (2014). *O efeito etnográfico*. Cosac Naify. (Citado em Machado, V., 2025, *O espectro Jenipapo: Ciências, povos indígenas e redes de conhecimento*. Companhia Editora Nacional).
- Zanetic, J. (2006). Física e arte: uma ponte entre duas culturas, *Pró-Posições*, v. 17 n.1(49) - jan./abr.