Educação em ciências e formação docente: deslocamentos para construção de mundos plurais

Tainá Figueroa Figueiredo[12]
Carolina Andrade da Silva[13]

Resumo

A partir dos encontros humanos e não humanos no bioma amazônico, e da sua riqueza sociobiocultural este capítulo tem o objetivo de discutir as possibilidades de diálogo entre os saberes da floresta e científicos para as práticas pedagógicas de formação de professores de Ciências no contexto amazônico. Para esta discussão, articulamos nossas pesquisas no cenário brasileiro, especificamente na Amazônia, e as reflexões realizadas dentro do Seminário "Los Escenarios Actuales de Crisis e Incertidumbre: Necesidades Educativas en Pensamiento Crítico y Diálogo de Saberes". Assim, debatemos sobre as necessidades das mudanças da educação em ciências e da formação de professores a partir de diálogos com os campos da ecologia política e da educação ambiental. Dessa forma, identificamos alguns elementos sementes que podem construir uma educação em ciências que reconheça a existência de alternativas à racionalidade moderna a partir do diálogo de saberes, ética biocêntrica, estética e pluralidade epistemológica.

12 Doutoranda em Educação em Ciências e Saúde pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Saúde do Instituto NUTES, Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brasil). Correo electrónico: tainaff12@gmail.com

13 Doutoranda em Educação em Ciências e Saúde pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Saúde do Instituto NUTES, Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brasil). Correo electrónico: andrade.carolina@outlook.com.br

Palavras chave: educação ambiental, Amazônia, diálogo de saberes, pluralidade epistemológica, biocentrismo, complexidade ambiental.

Resumen

A partir de los encuentros humanos y no humanos en el bioma amazónico y su riqueza sociobiocultural, este capítulo tiene como objetivo discutir las posibilidades de diálogo entre el conocimiento forestal y científico para las prácticas pedagógicas de formación de profesores de ciencias en el contexto amazónico. Para esta discusión, articulamos nuestra investigación en el escenario brasileño, específicamente en la Amazonia, y las reflexiones realizadas dentro del Seminario Los Escenarios Actuales de Crisis e Incertidumbre: Necesidades Educativas en Pensamiento Crítico y Diálogo de Saberes. Debatimos la necesidad de cambios en la enseñanza de las ciencias y en la formación de profesores a partir de diálogos con los campos de la ecología política y de la educación ambiental. De esta forma, identificamos algunos elementos semilla que pueden construir una educación científica que reconozca la existencia de alternativas a la racionalidad moderna basadas en el diálogo de saberes, la ética biocéntrica, la estética y la pluralidad epistemológica.

Palabras clave: educación ambiental, Amazonia, diálogo de saberes, pluralidad epistemológica, biocentrismo, complejidad ambiental.

Abstract

Based on human and non-human encounters in the Amazon biome and its socio-bio-cultural richness, this chapter aims to discuss the possibilities of dialogue between forest and scientific knowledge for the pedagogical practices of science teacher training in the Amazon context. For this discussion, we articulate our research in the Brazilian scenario, specifically in the Amazon, and the reflections carried out within the Seminar 'The Current Scenarios of Crisis and Uncertainty: Educational Needs in Critical Thinking and Dialogue of Knowledges'. We debated the need for changes in science education and teacher training based on dialogues with the fields of political ecology and environmental education. In this way, we identify some seed elements that can build a science education that recognises the existence of alternatives to modern rationality based on the dialogue of knowledges, biocentric ethics, aesthetics and epistemological plurality.

Key words: environmental education, Amazonia, dialogue of knowledges, epistemological plurality, biocentrism, environmental complexity.

Introdução

Diante do cenário de crise ambiental, das preocupações para formação cidadã crítica e das mudanças necessárias na educação em ciências e na formação de professores, este texto busca responder a seguinte pergunta proposta no Seminário "Los Escenarios Actuales de Crisis e Incertidumbre: Necesidades Educativas en Pensamiento Crítico y Diálogo de Saberes" do Doctorado Interinstitucional en Educación - DIE-UD da Universidad Distrital Francisco José de Caldas: De que maneira a educação em ciências poderia ir além dos marcos tradicionais para abordar a ciência contextualizada à crise civilizatória (socioambiental) de maneira crítica e que possibilite um diálogo de saberes? Para essa discussão, articulamos essas temáticas a nossa atuação enquanto pesquisadoras e educadoras em um projeto de educação ambiental associado à formação de professores e de educadores ambientais na Floresta Nacional de Carajás, localizada no bioma amazônico, no Brasil[14].

Durante nossa atuação no projeto, fizemos parte do desenvolvimento de processos formativos e de materiais educativos envolvendo diferentes conhecimentos (locais, culturais, indígenas e científicos) e atores sociais da região (professores e educadores indígenas e não indígenas, guias de turismo, condutores de trilha, entre outros) (Andrade da Silva, 2021; Andrade da Silva *et al*., 2020). Diante da riqueza sociobiocultural, identificamos formas diferentes de explicar e compreender os processos da realidade, além da científica. A fim de articular nossas pesquisas no cenário brasileiro, especificamente na Amazônia, e as reflexões realizadas dentro do seminário, propomos discutir demandas para a educação em ciências e a formação de professores a partir dessa conjuntura.

Este capítulo tem o objetivo de discutir as possibilidades de diálogo entre os saberes da floresta e científicos para as práticas pedagógicas de formação de professores de ciências no contexto amazônico. Ao longo desta reflexão articulamos as discussões do nosso cenário com as investigações dos campos da ecologia política, educação ambiental e da educação em ciências. O texto está estruturado partindo da discussão sobre a crise ambiental a fim de tecer relações entre as questões locais e globais, e a influência da racionalidade moderna para a educação em ciências. A partir disso, apresentamos a possibilidade da construção de alternativas pedagógicas que partem de diferentes

14 O projeto de educação ambiental está articulado ao Programa de Estudos Limnológicos na Floresta Nacional de Carajás (PELFLONACA). O projeto de educação ambiental é coordenado pela professora Laísa Freire, nossa orientadora de doutorado no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Saúde do Instituto NUTES/UFRJ, e o PELFLONCA é coordenado pelo professor Reinaldo Bozelli. Ambos são membros do Laboratório de Limnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, no Brasil.

racionalidades e incluem os diversos saberes. Por fim, discutimos potenciais caminhos para as mudanças na formação de professores de ciências em tempos de crise.

Da crise ambiental mundial ao contexto de injustiças ambientais no cenário amazônico

A influência da atuação humana na transformação e na degradação ambiental marca a era do Antropoceno (Viola e Basso, 2016). Esse período histórico, discutido por alguns pesquisadores (Crutzen e Stoermer, 2000; Scranton, 2021; Steffen *et al*., 2015), é impulsionado pelas ações antrópicas na transformação do planeta, sobretudo nas mudanças ambientais e climáticas que assolam a população mundial. A influência do modelo de desenvolvimento da sociedade atual sobre o ambiente pode ser exemplificada durante o período pandêmico, já que a "diminuição ou interrupção de diversas atividades econômicas e da circulação de pessoas, aparentemente melhoraram a qualidade do ar e da água em diversas cidades [...]" (Silva *et al*., 2020, p. 1006). Boaventura de Sousa Santos (2020, p. 29), em seu livro 'A Cruel Pedagogia do Vírus', também argumenta sobre como essa situação mundial nos provoca a pensar "em alternativas ao modo de viver, de produzir, de consumir".

Em vista desse cenário, compreendemos a crise climática e ambiental mundial a partir de uma relação complexa, objetificadora e exploratória do ser humano sobre natureza, associada ao modelo de desenvolvimento econômico capitalista. Nesse sentido, articulado com as discussões do sociólogo Enrique Leff (2009), entendemos que "a crise ambiental é uma crise da razão, do pensamento, do conhecimento" que está relacionada com a organização da sociedade e com a objetificação do mundo imposta pela racionalidade moderna. Além disso, é importante demarcar que compreendemos o meio ambiente não só associado aos fatores naturais (químicos, físicos e biológicos), mas como espaço de disputas, marcados por conflitos políticos, sociais e culturais (Andrade da Silva, 2021; Carvalho, 2012; Giannuzzo, 2010).

Diante disso, articulamos esse contexto global ao território amazônico. Essa região, conhecida mundialmente pela grande beleza e diversidade, é fundamental para o equilíbrio climático do planeta (Nobre, 2014) e palco de diferentes problemas ambientais relacionados ao modelo extrativista de comercialização de seus recursos (Rodrigues, 2018). Esse território é marcado por projetos de rodoviárias, hidrelétricas, mineração, garimpo e extração de madeira ilegal e queimadas (Rodrigues, 2018; De Souza Santos, 2019). Essas dinâmicas, que sustentam o sistema econômico mundial, trazem consequências para a população

local, instaurando uma relação de vida (para os mais ricos) e morte de formas de vidas, principalmente de indígenas, ribeirinhos, pequenos agricultores, quilombolas e ambientalistas, assim como da biodiversidade (De Souza Santos, 2019).

Ailton Krenak, um líder indígena do Brasil, argumenta que vivemos em uma guerra entre os mundos, já que o modelo hegemônico de vida "suprime a diversidade e nega a pluralidade das formas de vida, de existência e de hábitos" (2019, pp. 21-22), invalidando os conhecimentos e cosmovisões tradicionais e ancestrais. Esse pensamento hegemônico, baseado na racionalidade moderna, desconsidera as emoções e as sensibilidades, instituindo uma forma única, fragmentada e utilitária de enxergar o mundo (Carvalho, 2012). Essa visão de mundo influencia na forma como nos relacionamos uns com os outros e como nos posicionamos em relação à natureza.

Uma visão de mundo: a racionalidade moderna e a colonialidade do saber

Para Lander (2016) vivemos uma crise da civilização que se edifica a partir do domínio científico-tecnológico sobre a chamada "Natureza" e da sua transformação em "recurso"; que vincula bem estar ao consumo e à acumulação de bens materiais. Isso tem como base a lógica antropocêntrica e mercantil, e a ideia de crescimento/desenvolvimento infinito (Lander, 2016; De Sousa Santos, 2020; Gudynas, 2019). Esse processo de transformação da natureza em objeto fundamenta o extrativismo, base do capitalismo (Gudynas, 2019), e a exploração da Floresta Amazônica e das culturas tradicionais. Diante disso, é importante pensarmos nas bases epistemológicas para o enfrentamento dessa crise, visto que a racionalidade moderna fundamenta a ciência moderna e o capitalismo (Leff, 2002).

Essa racionalidade é dualística, monocultural, busca explicações universais, privilegia a razão e a objetividade, instaura um modo fragmentado e positivista de conhecer a realidade, baseado no método científico, que pressupõe a divisão do fenômeno para melhor estudá-lo (De Almeida, 2010; Leff, 2002; De Sousa Santos, 2002). Essa fragmentação da realidade, para melhor conhecer o objeto, promove desconexões e dificulta a percepção das relações entre objeto de estudo, contexto e as interrelações ambientais presentes no cotidiano humano e não humano (Leff, 2002). Além disso, a busca por entender os fenômenos da natureza e identificar leis universais, assim como a ideia de neutralidade, provocou a separação razão-emoção e a desvalorização dos fenômenos subjetivos (Leff, 2002).

Outra face dessa fragmentação é a construção de dicotomias como branco/negro; norte/sul; civilizado/selvagem; homem/mulher; desenvolvido/subdesenvolvido; humano/natureza; conhecimento científico/tradicional (De Sousa Santos, 2002), presentes no nosso cotidiano e na fundamentação do modo moderno de ser e pensar. Essas dicotomias reduzem a realidade à dois lados e dificultam a existência da pluralidade, também produzem hegemonias com assimetrias de valor, pois um dos lados tem mais poder e valor que o outro, inferiorizado e subalternizado historicamente, socialmente e cientificamente. Um exemplo disso é a maior presença e valorização de conhecimentos eurocêntricos e de cientistas homens e brancos no currículo de ciências do que cientistas mulheres, negros e negras e de origem de países do Sul global. Para De Almeida (2010), esse modo de ciência moderna sustenta, naturaliza e justifica a exclusão e a divisão da sociedade em classes que se manifesta nas desigualdades presentes nas relações entre "elite intelectual/cidadão comum e cultura erudita/cultura popular", assim como o racismo e sexismo (De Andrade *et al.*, 2019), e a objetificação da natureza (Meneses, 2019).

Arroyo (1988) identifica a influência das dicotomias da racionalidade moderna na sociedade, na estruturação da universidade e na função social das profissões. Para ele, a separação entre técnica-ciência-cultura-política se manifesta na educação e no ensino das disciplinas escolares através da hierarquização das disciplinas e conhecimentos (humanas x exatas). Outra consequência identificada, é a visão mercadológica da ciência diante do predomínio da técnica. Devido a isso ele considera importante a construção de conhecimentos científicos alinhados à realidade dos estudantes e o reencontro de "vínculos entre técnica-ciência-cultura-política" (p. 11).

Nesse contexto, é importante destacar que o estabelecimento da ciência como instituição produtora de conhecimentos tem como pilar o projeto civilizador eurocêntrico embasado nas epistemologias do norte (Meneses, 2019), podendo a ciência moderna ocidental ser considerada uma "etnociência eurocêntrica" (De Almeida, 2010, p. 41), onde o conhecimento europeu tem mais valor e poder do que os conhecimentos produzidos em outros lugares do globo terrestre. Esse processo opera como um dispositivo civilizatório ao fortalecer a associação entre desenvolvimento e modernização como único caminho de futuro (Azevedo e Do Nascimento, 2020), onde o modelo de civilização, pautado no desenvolvimento e no progresso se localiza no hemisfério norte, especificamente na Europa. Isso se exemplifica na universalização dos padrões de beleza brancos e eurocêntricos e do inglês como língua "universal" mais valorizada na comunicação científica.

O reconhecimento da associação entre modernidade e colonialidade (manutenção das relações de poder coloniais com o fim do colonialismo) (Quijano, 1992) e suas consequências nas relações de poder, saber e modos de ser (Mignolo, 2002; Ballestrin, 2013) é necessário para ciência e para compreensão da situação atual. Isso se justifica diante da indissociabilidade entre ser, saber e poder, e da influência nos corpos e subjetividades por conta de relações de exploração e dominação. Essa associação também se vincula às consequências dessas relações de opressão no modo de conhecer o mundo, concepções de verdade, abordagens mercadológicas dos conhecimentos, e a promoção da substituição e hierarquização dos saberes tradicionais e populares pelo conhecimento científico eurocêntrico.

Que outros mundos são possíveis? Construção de alternativas plurais

Da construção de uma racionalidade ambiental à convivência entre os saberes

A partir da identificação das consequências da racionalidade moderna e da sua insuficiência para compreensão das problemáticas e crises ambientais atuais (Leff, 2002), é necessário pensar e construir alternativas civilizatórias e paradigmáticas. Nesse sentido, Leff (2002) elabora caminhos importantes como racionalidade ambiental, saber ambiental e diálogo de saberes.

A racionalidade ambiental, elaborada no e a partir do movimento ambientalista, é entendida como um conjunto de valores e práticas sociais e culturais diversas e heterogêneas que tem "o propósito de resolver as contradições entre a lógica do capital, a dinâmica dos processos ecossistêmicos e as leis biológicas" (Leff, 2002, p. 125). Ela é um enfrentamento à racionalidade capitalista e moderna e pode ser considerada um caminho de transição epistemológica. Também é construída através de um processo político e social de "múltiplas inter relações entre teoria e práxis" (Leff, 2002, p. 127), que ultrapassam as estruturas sociais e fundamentam o saber ambiental.

O ambiente enquanto "outro", território de externalidades, contexto dos objetos de pesquisa, de problemas e de conhecimentos marginais desvalorizados pela ciência moderna, também é lugar de construção do saber ambiental. Este é uma tática de enfrentamento da fragmentação e compartimentalização do conhecimento, é um saber integrado crítico, propositivo e construído por saberes de origem de várias práticas sociais como de camponeses, quilombolas, povos originários. O saber ambiental se debruça na compreensão de "uma realidade

complexa, aberta à indeterminação e interdependência dos processos, ao risco e a mudança, como um saber atravessado pelo conflito social [...]" (Leff, 2002, p. 128). Ele incorpora diferentes valores e identidades, rompe com a dicotomia entre sujeito e objeto do conhecimento para reconhecer as possibilidades do real, contempla a dimensão subjetiva do ser e a complexidade ambiental.

Adicionalmente, é necessário o encontro de diferentes seres e cosmovisões e a incorporação dos que estão à margem para se pensar a questão ambiental de modo sistêmico e integrado. O caráter multidimensional e complexo da crise e dos problemas ambientais atuais demandam a construção de conhecimentos a partir da reunião entre diferentes áreas do conhecimento de modo interdisciplinar e transdisciplinar. A complexidade ambiental transgride a hegemonia da racionalidade moderna, os dualismos e as visões totalitárias do mundo, e possibilita a ampliação da consciência individual no sentido identitário, pois "se configura como reposicionamento do ser através do saber" (Leff, 2002, p. 205). Assim, pode ser possível a emergência de ontologias integradas à natureza, para além da relação de controle e separação entre humanos e natureza (Gudynas, 2019).

Diante disso, uma ciência que incorpore as diferenças e que se constitua a partir do diálogo de saberes é um caminho potente para a sustentabilidade. Além disso, uma alternativa que tem estado presente no debate da sustentabilidade e enfrentamento da racionalidade moderna e que possui pontos de encontro com a epistemologia ambiental de Leff (2002), são as epistemologias do sul (De Sousa Santos, 2009). Essas também partem da crítica à racionalidade moderna, porém enfatizam a dimensão da colonialidade do saber.

Do antropocêntrico ao biocêntrico: o diálogo como caminho

Ao pensar na construção de uma racionalidade ambiental, assim como discute Leff (2009), consideramos que é possível abrir caminhos para "uma reerotização do mundo, transgredindo a ordem estabelecida, a qual impõe a proibição de ser". Nesse sentido, vemos aqui uma possibilidade de reorientar a relação objetificadora do ser humano com a natureza. Articulamos a construção dessa racionalidade (Leff, 2002) pautada na reorientação da ética antropocêntrica, que fundamenta o paradigma moderno, para uma ética biocêntrica, que reconhece e possibilita o reencontro do ser humano consigo mesmo e com outros seres (não humanos). Para Gudynas (2019), essa mudança pressupõe uma transformação do posicionamento do ser humano em relação à natureza a partir do desenvolvimento de uma ética do cuidado, relacionada ao pertencimento e ao respeito a todas as formas de vida.

Há diferentes correntes filosóficas que reconhecem a hegemonia da ética antropocêntrica na relação entre humanos e natureza e que apontam para a necessidade de uma ética ambiental, no sentido de deslocarmos a centralidade do humano no modo como pensamos e agimos para os seres não humanos, os mundos biótico e abiótico, e o cosmo. Desse modo, dentro da ética ambiental há diferentes perspectivas e caminhos para criticar o antropocentrismo e questionar a racionalidade moderna e nosso posicionamento no mundo, como o cosmocentrismo, biocentrismo, ecocentrismo, ética da terra, ecologia profunda entre outras (Debnath, 2020; Deb, 2021; Gudynas, 2019).

Neste texto, consideramos que todas essas são importantes e podem colaborar para a valorização do que não é humano e a construção de outras relações humano-natureza, mas destacamos a ética biocêntrica como um caminho potente de deslocamento pela sua ênfase na vida. Segundo Gudynas (2019, p. 50), no biocentrismo "a vida é um valor em si mesma", a vida de seres humanos, não humanos, ecossistemas e paisagens tem valor intrínseco e não associado a sua utilidade para atividades humanas. Essa perspectiva possui uma visão sistêmica da interrelação entre seres bióticos e abióticos, reforça o pertencimento humano à natureza e aponta um caminho político de enfrentamento da concepção de natureza como objeto/mercadoria. Assim, o biocentrismo demanda uma nova ética, a ética biocêntrica, onde a natureza é considerada um "sujeito de valores" (p. 68), um "conglomerado de espécies vivas" (p. 68) que deve ser respeitada.

Nesse sentido, a partir do encontro entre a racionalidade ambiental e a ética biocêntrica vemos a possibilidade de construção de um saber ambiental biocêntrico que possibilita a existência de mundos diante do reconhecimento das diferenças de modo não assimétrico. Um exemplo disso, é o encontro entre os conhecimentos científicos a partir da racionalidade ambiental com os conhecimentos tradicionais da floresta. Em diferentes momentos durante as nossas caminhadas na floresta com educadores de diferentes origens, encontramos a árvore Paxiúba (*Socratea exorrhiza*) e ouvíamos histórias de que ela é a árvore que anda pela floresta. A capacidade de andar tinha a ver com a disposição e altura das suas raízes aéreas que, dependendo da idade da árvore, pode ter a altura de um adulto humano.

Essa história de árvore andar pode gerar estranhamento em biólogos(as), que em muitos momentos se veem divididos entre acreditar e valorizar aquela história, ou duvidar[15] e descredibilizar aquele saber, explicando cientificamente

15 Aqui consideramos o ato de duvidar como algo positivo, no sentido de se permitir questionar e dialogar com o estranho ou desconhecido. Identificamos a dúvida como parte da parte da postura científica.

que árvores não andam. No entanto, escolhemos nos deslocar do lugar científico e tentamos entender a caminhada (o andar) da Paxiúba. Ouvimos explicações de que com o tempo ela ia andando, projetando suas raízes na direção de onde poderia obter mais luz solar, de modo que em algum momento do futuro ela poderia estar no meio da trilha por conta da sua movimentação. Nesse processo de deslocamento, observamos a importância da linguagem, da interpretação e da imaginação. A projeção e crescimento das raízes são um movimento, assim como o ato de andar, ou seja, apesar de diferentes, os dois modos de explicar abordam o movimento das raízes. Além disso, a palavra andar é geralmente associada a um ato humano e diante das raízes é possível imaginar a cena da árvore andando pela floresta como uma humana, sendo isso, algo distante do real. Outro aspecto interessante dessa história é o questionamento sobre a possibilidade de movimentação da árvore ou se somente das suas raízes. Diante disso, identificamos uma visão fragmentada da árvore, pois suas raízes fazem parte dela, é um único ser.

A partir dessa pequena história identificamos traços da racionalidade moderna no nosso modo de ser e pensar, a pluralidade de formas de explicar fenômenos da natureza e desafios presentes no encontro entre diferentes culturas e saberes. A pluralidade epistêmica (Cobern e Loving, 2001) é uma perspectiva importante para pensarmos a educação em ciências e os conhecimentos científicos, pois reconhece que a ciência não é o único modo de conhecer o mundo e propõe a incorporação na educação de conhecimentos subalternizados pela colonialidade do saber e a racionalidade moderna. Para isso, é necessário postura dialógica e escuta ativa dos educandos-educadores (Freire, 2019), assim como o deslocamento do papel de cientista-professor-sujeito detentor do conhecimento válido para um cientista-professor-sujeito disponível a conhecer diferentes percepções de mundo e do outro. Nesse sentido, enfatizamos a ética da convivência de saberes para uma educação em ciências culturalmente sensível (El-Hani e Mortimer, 2007) e também epistemologicamente sensível aos saberes do território e seus seres.

Dessa forma, podemos pensar em um diálogo de seres e de saberes como um caminho frutífero para uma nova compreensão de mundo (Leff, 2009). Para essa discussão articulamos o diálogo de saberes (Leff, 2009) ao conceito de diálogo discutido por Paulo Freire (2019), pois para ele um diálogo pressupõe o reconhecimento do outro como sujeito histórico, é um encontro entre seres diferentes que buscam um saber construído com o outro e o mundo. Essa articulação demanda o reconhecimento do outro (humano e não humano) como sujeito (não objetificado), pautado no respeito e na horizontalidade. Assim, é possível ler e refletir o mundo a partir de uma ótica da complexidade ambiental.

A complexidade ambiental, segundo Leff (2009, p. 20) "instaura uma nova pedagogia" relacionada ao entendimento da diversidade de seres e de culturas. Para Guimarães e Medeiros (2016), o diálogo entre culturas pode contribuir para o reconhecimento de diferentes visões de mundo. Esse encontro se apresenta como uma perspectiva da construção de uma pluralidade epistêmica que se faz necessário a atuação crítica e dialógica dos sujeitos (Cobern e Loving, 2001; Fischmann e Barbosa, 2009). Diante disso, discutimos neste texto sobre as possibilidades da convivência entre os saberes da floresta e científicos dentro da educação em ciências, a partir de uma pluralidade epistêmica, que busque o diálogo dentro de uma visão de mundo complexa. No entanto, essa articulação requer uma mudança tanto no modo de pensar quanto de organizar as estruturas educacionais.

Mudanças na formação em ciências como semente de novos conhecimentos

A educação, a partir de Paulo Freire (2019), tem como objetivo a transformação, a leitura do mundo, a compreensão de si e dos processos de opressão que nos afetam. A crise ambiental civilizatória atual expõe os riscos de sobrevivência humana e de modos de viver e a desigual distribuição dos danos ambientais (Lander, 2016). Ela é compreendida como uma opressão à vida, e devido a isso o seu desvelamento deve fazer parte dos processos educativos. Do ponto de vista da educação em ciências, que caminhos são possíveis para o desvelamento desses processos e enfrentamento da crise?

Considerando que aprendemos ao ensinar e ensinamos quando aprendemos (Freire, 2019), entendemos que as ações de enfrentamento dessa crise devem acontecer tanto na formação docente quanto nas práticas educativas. Desse modo, o currículo (formal e vivido) enquanto espaço de poder e de construção de identidades (Tadeu da Silva, 2019) é um espaço que deve ser repensado e recontextualizado a partir do cenário de crise. Meira (2020) enfatiza a necessidade de um currículo de emergência com a crise climática como um tópico prioritário, para estudantes e professores em formação. Outro aspecto indicado por ele é a construção de identidades comprometidas e sensíveis ao enfrentamento da crise, sendo a inserção da educação ambiental e da dimensão cultural e emocional rumos potentes para a promoção de engajamento e ativismo.

Outro caminho necessário é a identificação do histórico da educação em ciências e os seus vínculos com o método científico positivista e a produção tecnológica (De Andrade *et al.*, 2019) e das consequências da ciência e da tecnologia na destruição ambiental. Nascimento e Gouvêa (2020) reafirmam a

complexidade da influência da colonialidade do saber e apontam a importância das discussões críticas e pós críticas no currículo da formação docente, principalmente sobre diferenças a partir do multiculturalismo para o enfrentamento do universalismo e a convivência com as diferenças, compromisso ético e político.

Nesse sentido, destacamos a pluralidade epistêmica (Cobern e Loving, 2001) como orientação para a educação em ciências para inclusão de saberes de povos subalternizados, enfrentamento da hegemonia do saber eurocentrado e convivência entre diferentes modos de pensar, incluindo as epistemes dos povos da floresta. A pluralidade, o saber ambiental e as epistemologias do sul (De Sousa Santos, 2006) possibilitam o enfrentamento dos dualismos, a experiência de diferentes cosmovisões, éticas, relações ser humano-natureza não mercadológicas e diálogo de saberes. Desse modo, se pode preparar um terreno sustentável, dialógico, respeitoso e democrático.

Atrelado a essas propostas acima, também vemos a educação estética como possibilidade de contribuição no deslocamento da educação em ciências, já que a dimensão subjetiva é negada na racionalidade moderna. Compreendemos a dimensão estética relacionada às experiências sensíveis do ser humano com o mundo (Payne *et al*., 2018). Uma educação estética é baseada em uma maneira de se relacionar com o mundo a partir dos afetos e sensibilidades (Silveira, 2009). Ao se reencontrar com os afetos e com as subjetividades dos sujeitos, a educação estética "proporciona a criação de outros espaços de aprendizagem do ser humano engajados com o mundo, possibilitando um rompimento com a estrutura utilitarista da sociedade racional moderna" (Andrade da Silva, 2021, p. 47).

Essa forma sensível de perceber o mundo também pode contribuir para o reconhecimento da naturalidade humana e trazer questionamentos sobre a relação do ser humano com a natureza e com seu território (Andrade da Silva, 2021). Para Andrade da Silva (2021, p. 119), "o reconhecimento do ser humano enquanto natureza pode possibilitar uma relação equitativa e equilibrada entre os seres (humanos~não humanos)". Esse deslocamento interno do sujeito —de se reconhecer enquanto natureza— pode ser externalizado a partir do respeito a todos os seres que habitam o mundo. Essa percepção, segundo Silveira (2009, p. 373), possibilita ao sujeito a "adoção de novos valores e modos de viver, ao mesmo tempo em que lhe abrem a opção de pertencimento a um contexto histórico-cultural e a um lugar habitado".

O pertencimento, para Graúdo e Guimarães (2020, p. 211), atrelado ao reencontro do ser humano com o natural, "intensifica sentimentos que nos integram ao todo, como a amorosidade, o diálogo, a coletividade, a solidariedade [...]". Nesse sentido, pensando nas mudanças necessárias na educação em ciências

para a construção de formações plurais, também apostamos em um diálogo com a educação ambiental, visto que esse campo: se fundamenta na relação do ser humano com natureza; discute sobre a construção do sentimento de pertencimento (Graúdo e Guimarães, 2020); se consolidou a partir de movimentos políticos e ambientais entre a população e o Estado (Carvalho, 2012; Figueiredo, 2020; Sorrentino *et al.*, 2005); dialoga com diferentes saberes (Carvalho, 2012); valoriza a reflexão sobre o posicionamento e as discussões éticas, estéticas e políticas (Payne *et al.*, 2018); e compreende as experiências com a natureza como um espaço pedagógico (Andrade da Silva, 2021). Essas questões discutidas dentro do campo da educação ambiental poderiam trazer aportes para uma educação em ciências mais crítica e holística, que possibilite uma reflexão da complexidade ambiental e valorize os diferentes saberes, o diálogo, a territorialidade, as sensibilidades, as construções coletivas, a horizontalidade, o respeito e a pluralidade.

Considerações finais

A Amazônia enquanto conjunto de seres, saberes e territórios é atravessada por diferentes dimensões da problemática ambiental, como crise climática, desigualdade social e injustiças ambientais. Nesse texto, ela é companheira e espaço de emergência de reflexões sobre possibilidades de diálogo entre os saberes da floresta e científicos para as práticas pedagógicas de formação de professores de ciências.

O reconhecimento das consequências e influências da racionalidade moderna na ciência e da colonialidade do saber e ser numa dimensão epistemológica, civilizatória e ética é um caminho necessário para a educação em ciências comprometida com: a transformação, construção de alternativas ao cenário atual, florescimento da pluralidade, ética, diálogo, sustentabilidade dos diferentes seres, ambientes e modo de existir. A ideia de deslocamento possibilita o movimento e a experiência de pensar e ver a realidade a partir de diferentes perspectivas, assim como é um convite para o corpo, para a ação no e com o mundo e para a construção de alternativas pedagógicas não antropocêntricas, que valorizem a vida e a sua sustentabilidade.

Nesse sentido, apostamos na articulação da educação em ciências, da educação ambiental com a educação estética, com o diálogo de saberes e com a perspectiva biocêntrica, pois compreendemos que a relação do ser humano com o mundo parte de um conhecimento sensível, histórico, cultural e situado. Isso envolve deslocar a educação e a formação de professores de modo a proporcionar a construção de mundos plurais a partir das seguintes maneiras: educar de forma sensível e afetiva; propiciar a sensopercepção; trazer a crise ambiental

como contexto; incorporar a diferença dos saberes e cosmovisões em práticas pedagógicas; ter a horizontalidade e o respeito a todos os seres e conhecimentos como princípio; e entender a ciência como uma das formas de explicar o mundo. Assim, consideramos que é possível a construção de processos educativos que fomentem a emergência de uma ética biocêntrica, não antropocêntrica, relacionada ao pertencimento e ao cuidado da natureza e a construção de um saber não assimétrico.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal do Rio de Janeiro; ao PPGECS do Instituto NUTES/UFRJ; ao Laboratório de Limnologia UFRJ; aos professores Laísa Freire e Reinaldo Bozelli do Programa de Estudos Limnológicos na Floresta Nacional de Carajás; ao professor William Mora pelo intercâmbio cultural e aprendizados; à luta de ambientalistas e defensores da Amazônia e ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

Referências

Andrade da Silva, C. (2021). *Significados e experiências educativas em uma trilha interpretativa na Amazônia: uma aproximação ética~estética~política da educação ambiental* [Dissertação mestrado em Educação em Ciências e Saúde]. Instituto NUTES de Educação em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Andrade da Silva, C., Figueroa-Figueiredo, T., Bozelli, R. y Freire, L. (2020). Marcos de teorías poscríticas para repensar la investigación en educación ambiental: la experiencia estética y la subjetividad en la formación de profesores y educadores ambientales. *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educacional Latinoamericana*, *57*(2), 1-17.

Arroyo, M. G. (1988). A função social do ensino de ciências. *Em Aberto*, *7*(40), 1-11.

Azevedo, M. y Do Nascimento, R. C. (2020). Educação em Ciências em tempos de pós-verdade: pensando sentidos e discutindo intencionalidades. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *37*(3), 1551-1576. http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1551

Ballestrin, L. (2013). América Latina e o giro decolonial. *Revista Brasileira de Ciência Política*, *11*, 89-117. https://doi.org/10.1590/S0103-33522013000200004

Carvalho, I. C. M. (2012). *Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico*. Cortez.

Cobern, W. W. y Loving, C. C. (2001). Defining "science" in a multicultural world: implications for science education. *Science Education*, *85*, 50-67. https://doi.org/10.1002/1098-237X(200101)85:1<50::AID-SCE5>3.0.CO;2-G

Crutzen, P. y Stoermer, E. (2000). The Anthropocene. *Global Change Newsletter*, *41*, 17-18.

De Almeida. M. da C. (2010). *Complexidade, saberes científicos, saberes da tradição*. Livraria da Física.

De Andrade, D. S., Castro, D. J. y Pinto, B. (2019). Educação em ciências e decolonialidade: em busca de caminhos outros. En J. R. Marinho (Ed.), *Decolonialidades na educação em ciências* (pp. 2-17). Livraria da Física.

De Sousa Santos, B. (2006). Globalización y democracia. *Diálogos: educación y formación de personas adultas*, *2*(46-47), 70-80.

De Sousa Santos, B. (2002). Para uma sociologia das ausências e uma sociologia das emergências. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, *63*, 237-280. https://rccs.revues.org/1285

De Sousa Santos, B. (2009). Para além do pensamento abissal: das linhas globais para uma ecologia de saberes. En B. De Sousa y M. P. Meneses (Org.), *Epistemologias do sul* (pp. 23-72). Almedina.

De Sousa Santos, B. (2020). *A cruel pedagogia do vírus*. Almedina.

De Souza Santos, L. F. (2019). A Amazônia e a crise ambiental planetária. Sobre o sentido do desmatamento da Amazônia. *Revista Movimento*. https://movimentorevista.com.br/2019/10/a-amazonia-e-a-crise-ambiental-planetaria/

Deb, P. (2021). Cosmocentrism: a paradigm of environmental ethics. *Journal of Applied Research in Humanities, Language and Social Sciences*, *I*(1), 36-41. http://www.jarhlss.com/pdf/11_5525.pdf

Debnath, B. (2020). The basic concept of environmental ethics. *International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR)*, *7*(1), 385-391. https://ijrar.org/papers/IJRAR2001327.pdf

El-Hani, C. N. y Mortimer, E. F. (2007). Multicultural education, pragmatism, and the goals of science teaching. *Cultural Studies of Science Education*, *2*, 657-702. https://doi.org/10.1007/s11422-007-9064-y

Figueiredo, T. F. (2020). *Narrativas na formação docente em ciências: um olhar a partir de uma disciplina de educação ambiental da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), (177f)* [Dissertação mestrado em Educação em Ciências e Saúde]. UFRJ/NUTES.

Fischmann, R. y Barbosa, J. (2009). Pesquisa em pluralidade cultural: abordagens epistemológicas em diálogo. *Revista Múltiplas Leituras*, *2*(1), 83-96.

Freire, P. (2019). *Pedagogia do oprimido*. Paz e Terra.

Giannuzzo, A. N. (2010). Los estudios sobre el ambiente y la ciencia ambiental. *Scientiae Studia*, *8*(1), 129-156.

Graúdo, D. G. y Guimarães, M. (2020). Pertencimento: um elo conectivo entre o ser humano, a sociedade e a natureza. *REMEA - Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental*, *37*(3), 208-223. https://doi.org/10.14295/remea.v37i3.10918

Gudynas, E. (2019). *Direitos da natureza: ética biocêntrica e políticas ambientais*. Elefante.

Guimarães, M. y Medeiros, H. (2016). Outras epistemologias em educação ambiental: o que aprender com os saberes tradicionais dos povos indígenas. *Revista Eletrônica Mestrado em Educação Ambiental*, edição especial, 50-67.

Krenak, A. (2019). *Ideias para adiar o fim do mundo*. Companhia das Letras.

Lander, E. (2016). Com o tempo contado: crise civilizatória, limites do planeta, ataques à democracia e povos em resistência. En G. Dilger, M. Lang y J. Pereira (Orgs.), *Descolonizar o imaginário: debates sobre pós-extrativismo e alternativas ao desenvolvimento* (pp. 214-255). Fundação Rosa Luxemburgo.

Leff, E. (2002). *Epistemologia ambiental*. Cortez.

Leff, E. (2009). Complexidade, racionalidade ambiental e diálogo de saberes. *Educação & Realidade*, *34*(3), 17-24.

Meira, P. Á. (2020). La respuesta educativa a la crisis climática: necesitamos ir más allá de la alfabetización climática. En D. Rodrigo y R. Fernández (Coords.), *XV aniversario. Seminario Respuestas desde la educación y la comunicación al cambio climático* (pp. 41-54). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Meneses, M. P. (2019). Os desafios do sul: traduções interculturais e interpolíticas entre saberes multi-locais para amplificar a descolonização da educação. En J. R. Marinho (Ed.), *Decolonialidades na educação em ciências* (pp. 20-43). Livraria da Física.

Mignolo, W. (2002). The geopolitics of knowledge and the colonial difference. *The South Atlantic Quarterly*, *101*(1), 57-95.

Nascimento, H. A. y Gouvêa, G. (2020). Diversidade, multiculturalismo e educação em ciências: olhares a partir do Enpec. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, *20*, 469-496. https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u469496

Nobre, A. D. (2014). *O futuro climático da Amazônia*. Articulação Regional Amazônica.

Payne, P., Rodrigues, C., Carvalho, I., Freire, L. M., Aguayo, C. y Iared, V. G. (2018). Affectivity in environmental education research. *Pesquisa em Educação Ambiental*, *13*, 93-114. https://doi.org/10.18675/2177-580X.vol13.Especial.p92-114

Quijano, A. (1992). Colonialidad y modernidad/racionalidad. *Perú Indígena*, *13*(29),11-20. https://problematicasculturales.files.wordpress.com/2015/04/quijano-colonialidad-y-modernidad-racionalidad.pdf

Rodrigues, F. M. (2018). A Amazônia além das florestas, dos rios e das escolas: representações sociais e problemas ambientais. *Ambiente e Sociedade*, *21*, 1-12.

Scranton, R. (2021). *Aprender a vivir y a morir en el Antropoceno. Reflexiones sobre el cambio climático y el fin de una civilización*. Kadmos.

Silva, C. M., Soares, R., Machado, W. y Arbilla, G. (2020). A pandemia de COVID-19: vivendo no Antropoceno. *Revista Virtual de Química*, *12*(4), 1001-1016.

Silveira, E. (2009). A arte do encontro: a educação estética ambiental atuando com o Teatro do Oprimido. *Educação em Revista*, *25*(3), 369-394.

Sorrentino, M., Mendonça, R. T. P. M. y Ferraro-Junior, L. A. (2005). Educação ambiental como política pública. *Educação e Pesquisa*, *31*(2), 285-299.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J. y Cornell, S. A. (2015). Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science*, *347*(6223), 1-16.

Tadeu da Silva, T. (2019). *Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo*. Autêntica Editora.

Viola, E. y Basso, L. (2016). O sistema internacional no Antropoceno. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, *31*(92), 1-18.