

FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS, PRÁTICAS PEDAGÓGICAS E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA HUMANIZADORA: CONTRIBUIÇÕES FREIREANAS PARA O DEBATE

Science teacher education, pedagogical practices and humanizing scientific literacy: Freirean contributions to the debate

Formación de profesores de ciencias, prácticas pedagógicas y alfabetización científica humanizadora: contribuciones de Freire al debate

Leandro da Silva Barcellos*
Geide Rosa Coelho**

[https://doi.org/10.38117/2675-181X.formov2022.v4i1n8.383-404.](https://doi.org/10.38117/2675-181X.formov2022.v4i1n8.383-404)

Resumo

Nesse artigo teórico nosso objetivo é discutir alguns desafios da realidade nacional para uma educação científica que almeja a preparação para a tomada de decisão em questões sociocientíficas na esfera pública. Com base em Álvaro Vieira Pinto e Paulo Freire analisamos a ausência de mecanismos de participação pública em processos decisórios, o não equacionamento de Ciência e Tecnologia e desenvolvimento social, e a influência religiosa que se atrela ao neoconservadorismo e ao negacionismo científico como desafios para a Alfabetização Científica no Brasil. Como forma de enfrentamento, concebemos a Alfabetização Científica em uma perspectiva humanizadora como pressuposto para a formação docente e o ensino de Ciências. Entendemos que nossa discussão pode contribuir para a realização de anteprojetos que almejem a consciência crítica, a humanização e o desenvolvimento do Brasil.

Palavras-chave: Formação docente; pedagogia Freireana; alfabetização científica; questões sociocientíficas; Álvaro Vieira Pinto.

Abstract

This theoretical article aims to discuss some challenges of Brazilian reality for the scientific education that wants to prepare the people for decision-making public processes about socioscientific issues. On the basis of Álvaro Vieira Pinto and Paulo Freire we analyze the absence of mechanisms for the public participation in decision-making processes, the non-equation of science and technology and social development, and the religious influence in connection with neoconservatism and science denialism as challenges for the Scientific Literacy in Brazil. We conceive the Scientific Literacy in a humanizing perspective as a precondition for teacher education and the science teaching. Our discussion can contribute to the realization of preliminary projects with the Critical conscience, the Humanization and the development of Brazil.

Keywords: Teacher education; Freirean pedagogy; scientific literacy; socioscientific issues; Álvaro Vieira Pinto.

Resumen

El presente artículo teórico discute algunos de los retos de la realidad brasileña para la educación científica que aspira la preparación de las personas para procesos decisorios públicos dedicados a las cuestiones sociocientíficas. Basado en Álvaro Vieira Pinto y Paulo Freire analizamos la inexistencia de mecanismos de participación pública en los procesos decisorios, la falta de ecuación ciencia y tecnología y desarrollo social, y la influencia religiosa vinculada a lo neoconservadurismo y la negación científica como desafíos para la alfabetización científica en Brasil. Para afrontar esta situación, concebimos la alfabetización científica en una perspectiva humanizadora como presupuesto para la formación docente y la enseñanza de las ciencias. Esta discusión puede contribuir para la realización de anteproyectos que desean la conciencia crítica, la humanización y el desarrollo del Brasil.

Palabras clave: Formación docente; pedagogía de Freire; alfabetización científica; cuestiones sociocientíficas; Álvaro Vieira Pinto.

Introdução

As revisões de Marques; Marandino (2018) e Barcellos; Coelho (2022) evidenciam a multiplicidade de concepções de Alfabetização Científica (AC) e de atributos da pessoa alfabetizada cientificamente. Entre as principais características damos destaque à capacidade de se posicionar criticamente e tomar decisões sobre questões sociocientíficas. Tais questões podem envolver aspectos ambientais, políticos, econômicos, éticos, sociais e culturais relativos à Ciência e à tecnologia. Essas duas características especialmente nos interessam porque se relacionam com o controle social da Ciência e da Tecnologia, que é possível quando existe participação popular nas

questões sociocientíficas, por meio do sufrágio universal e de outros mecanismos, o que fortalece a democracia e afasta perspectivas autoritárias e tecnocráticas.

Contudo, Santos e Mortimer (2000) alertam para o risco de se educar para uma falsa democracia quando ocorre a importação acrítica de propostas de educação científica, reconhecendo que os contextos sócio-históricos dos países são distintos. Segundo Álvaro Vieira Pinto (2020a), a realidade comporta duas classes de fatores: os materiais, que se relacionam com o “mundo”, as condições do ambiente natural ou artificialmente criado no qual a comunidade assenta e explora para existir; e os ideais, relativos à consciência, valores, conhecimentos, normas, concepções filosóficas. Entendendo consciência-mundo como uma unidade dialética, podemos afirmar que o conjunto de condições materiais de uma comunidade é sempre acompanhado de uma consciência social na qual se reflete (PINTO, 2020a). Portanto, discutir as ideias e concepções de Alfabetização Científica, e do que é ser cientificamente alfabetizado, nos países capitalistas centrais, nos quais as condições materiais estão razoavelmente satisfeitas e existe uma cultura de participação popular em questões políticas, ou seja, condições propícias para se questionar o contrato social vigente entre Sociedade-Estado-Ciência-Tecnologia (AULER; BAZZO, 2001), é muito diferente de pensar AC no contexto de países em desenvolvimento nos quais muitas das reivindicações mais urgentes não atingiram o estágio do pós-materialismo. Isso significa que mesmo que a preparação para a tomada de decisão em questões sociocientíficas seja uma marca presente (e desejável) nas propostas de Alfabetização Científica, ela terá contornos específicos em cada contexto de trabalho.

Isto posto, assumimos o caráter teórico deste estudo, pois para problematizarmos alguns desafios da realidade nacional para uma educação científica que almeja a preparação para a tomada de decisão em questões sociocientíficas na esfera pública, demarcamos “a eleição do acervo a ser analisado, consubstanciado, então, como campo ou material de análise, não se furtando à delimitação do problema, justificativa e hipótese” (MARTINS; LAVOURA, 2018, p. 235). Trata-se de um olhar para abstrações do pensamento sistematizadas sobre os seguintes desafios da realidade: a ausência de mecanismos de participação pública em processos decisórios, o não equacionamento de

Ciência e Tecnologia e desenvolvimento social, e a influência religiosa que se atrela ao neoconservadorismo e ao negacionismo científico. Ancoramo-nos em parte da obra de Álvaro Vieira Pinto, em Paulo Freire e em alguns estudos da área de Educação em Ciências para realizarmos um movimento reflexivo, interpretativo e crítico da consciência predominante sobre os elementos anteriormente mencionados. O encontro com esses estudos busca fundamentar uma linha de raciocínio argumentativa na qual concebemos, como forma de enfrentamento aos desafios da realidade nacional, a Alfabetização Científica em uma perspectiva Humanizadora como práxis orientadora do trabalho pedagógico e a formação de professores de Ciências.

Desafios da realidade nacional para a tomada de decisão na esfera pública

Segundo Freire (2020a), o Brasil é um país marcado pela inexperiência democrática, enraizada em complexos culturais. Para esse autor, a colonização foi uma grande empreitada comercial, predatória, com base escravista e estrutura de grandes propriedades. A autoridade era externa e propiciava a criação de uma consciência hospedeira, de modo que não houve vivência comunitária ou participação na solução de problemas comuns. Esses elementos se constituíram como condições culturoológicas para que o país nascesse e crescesse sem experiência de diálogo. Foi importada uma estrutura de Estado nacional democrático que não considerava o contexto nacional. Voltava-se messianicamente para a metrópole em busca de soluções prontas para os problemas particularmente nacionais. À massa brasileira cabia a tarefa de se adaptar as prescrições externas, dado que não possuía poder de decisão (FREIRE, 2020a).

Um reflexo disso é a ausência de mecanismos de participação pública em processos decisórios, como plebiscitos e referendos, os quais não podem ser convocados pelo povo, conforme nossa atual constituição. De acordo com Espíndola (2012), a experiência brasileira sobre a participação popular, via referendos e plebiscitos, é fraca, débil, autoritária e recente, em termos de prática e formulação constitucional e infraconstitucional. O povo, de modo geral, não está familiarizado com esses instrumentos de democracia participativa. Parlamentares e partidos não têm interesse

em tais práticas democráticas, compreendendo que elas devem ser feitas por meio dos representantes eleitos. Porém, não basta simplesmente importar mecanismos de participação popular e oferecê-los ao povo, de cima para baixo, perpetuando a perspectiva de aquisição de soluções pré-fabricadas. Afinal, existe uma contradição no movimento de ampliação das esferas de participação e o perigo de tal ampliação ser distorcida devido à limitação da criticidade (FREIRE, 2020a). É preciso que a participação seja qualificada para que as decisões não sejam tomadas de modo instintivo, ingênuo e emotivo, pautadas essencialmente em senso comum e religião. Não estamos defendendo que somente o conhecimento científico deve embasar os processos decisórios, substituindo as concepções de outras culturas. Estamos reconhecendo a importância de alargar o horizonte de perspectivas, de um processo crítico de tomada de consciência sobre a realidade nacional no qual a apropriação de conhecimento científico é fundamental para a compreensão de certas variáveis.

Por isso precisamos considerar o cenário geral do domínio público do conhecimento científico no nosso país, em uma perspectiva histórica. Enquanto os países europeus institucionalizavam a Ciência e o trabalho científico, no século XIX, a monarquia parecia satisfeita com o modelo agrário do Brasil. Esta mentalidade influenciou diretamente nosso processo de industrialização, iniciado tardiamente e motivado por ideais imediatistas. Houve importação maciça de tecnologia estrangeira, o que suprimiu o desenvolvimento científico e tecnológico autônomo nacional, e a Educação em Ciências fora conduzida para qualificar a absorção, manipulação, adaptação e manutenção dos recursos trazidos (AULER; BAZZO, 2001).

Isso nos ajuda a entender os resultados da pesquisa realizada pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Comunicação Pública da Ciência e Tecnologia, que revelou, entre outras coisas, que 57% dos entrevistados (2206 brasileiros com idade entre 15 e 24 anos) acreditam que a Ciência e a Tecnologia vão ajudar a eliminar a pobreza e a fome no mundo; 63% concordam que o desenvolvimento científico e tecnológico levará à diminuição das desigualdades sociais no país; e 82% afirmam que a população deve ser ouvida nas grandes decisões sobre os rumos da Ciência e da tecnologia (MASSARANI; CASTELFRANCHI; FAGUNDES; MOREIRA; MENDES,

2019). O relatório da pesquisa *Wellcome Global Monitor 2018*, feito pelo Instituto Gallup e divulgado no primeiro semestre de 2019, aponta para a mesma direção. Esse estudo ouviu mais de 140 mil pessoas em 144 países, sendo mil pessoas no Brasil, e revelou que a percepção e o engajamento dos brasileiros em relação à Ciência são fortemente influenciados por crenças religiosas. Quase metade dos entrevistados afirmou que “a Ciência em algum momento foi contra minhas convicções religiosas”, e, nesse grupo, três quartos afirmaram que “quando Ciência e religião discordam, escolho a religião”. A pesquisa mostrou também que a desconfiança na Ciência é maior em países com altos índices de desigualdade.

O neoconservadorismo expressa muitos aspectos da influência religiosa e avança, em escala mundial, associado ao neoliberalismo (SELLES, 2016). O neoliberalismo diminui o papel do Estado e amplia a desigualdade, principalmente nas periferias, onde os serviços públicos são deficitários, como os de saúde e de assistência social. Em entrevista ao jornal *El País*, concedida em 04 de Dezembro de 2017, a professora Maria das Dores Campos Machado explicou que, por vezes, as igrejas se tornam o refúgio de uma população carente. Elas prometem a superação de problemas pessoais, ascensão social e a obtenção de bens materiais, além de propagar ideias conservadoras. Apoiados pela população convertida, os líderes religiosos buscam legitimação junto à esfera pública para serem ouvidos e respeitados (BEDNELLI, 2017). A obtenção do poder político possibilita o avanço sobre outros campos, como a educação e, especialmente o processo de escolarização, os quais se tornam um lugar de disputa, como um construto sociocultural imerso em valores e interesses de diferentes grupos, entre eles, os que se opõem a laicidade do Estado. Um reflexo disso é o Projeto de Lei 867/2015 e seus correlatos, que inclui o Programa Escola Sem Partido¹. Tal programa confunde direitos de aprendizagem escolar e formação crítica com

¹ Miguel Nagib é o criador desse movimento que ganhou repercussão nacional entre 2013 e 2016, impulsionado pelo PSDB e por neoliberais durante as manifestações de 2013, a disputa presidencial de 2014 e o golpe contra o governo Dilma Rousseff, em 2016. Nagib aliou-se a família Bolsonaro e em 2014, a pedido do então Deputado Estadual (RJ), Carlos Bolsonaro, propôs o Projeto de Lei nº 2.974/2014 no âmbito do sistema de ensino do Estado. Carlos Bolsonaro apresentou a Câmara de Vereadores o PL 867/2015, quase idêntico à proposta de Nagib, que posteriormente disponibilizou todos esses materiais no sítio eletrônico do movimento (CIAVATTA, 2017).

mecanismos de doutrinação, apelando a valores religiosos e ameaçando o ensino de evolução biológica nas escolas e a liberdade de cátedra, além de oprimir o ambiente de sala de aula (SELLES, 2016). As questões sociocientíficas relacionadas à bioética, como o aborto e a eutanásia, além de outros temas como gênero e sexualidade, são mais suscetíveis à influência neoconservadora e frequentemente são alvos de polêmicas e mitificação da realidade, muitas delas com implicações coletivas.

Marques; Rodrigues (2019) enxergam na atualidade brasileira nuances idênticas ao cenário descrito por Paulo Freire em 1959, em que o conservadorismo exacerbado adquire corpo político e moral fazendo com que se retroceda em aspectos antes compreendidos como conquistados e inegociáveis no que diz respeito ao fazer democrático. No mesmo viés está a meteórica ascensão do negacionismo científico, corporificado na figura do Presidente Jair Bolsonaro, e evidenciado pelos desdobramentos da pandemia do novo coronavírus. Nesse contexto, Guerreiro; Almeida (2021) utilizam o termo *negacionismo pandêmico*, compreendendo-o como uma linguagem de poder utilizada no contexto da pandemia que se expressa publicamente por meio de diferentes técnicas de negação da Ciência, incluindo justificativas religiosas, objetivando a consolidação de um projeto comum, em desacordo com o escopo da democracia. Para Guerreiro; Almeida (2021), o governo Bolsonaro, a extrema-direita internacional e as principais lideranças evangélicas² do Brasil compartilharam diversas técnicas de negação, evidenciando um projeto comum de necropolítica em que a morte é banalizada por um Estado que decide quais corpos são passíveis de serem sacrificados (MBEMBE, 2018). Outra estratégia evidenciada foi utilização das redes sociais e aplicativos de trocas de mensagens instantâneas para a disseminação de notícias falsas (*Fake News*) e discursos de ódio e medo, por parte de seus apoiadores, aproveitando-se, muitas vezes, da ingenuidade das pessoas e propagando o negacionismo científico.

Todo esse cenário ratifica o grande desafio em se estabelecer um modelo de educação científica e tecnológica e almejar um controle social de Ciência e Tecnologia

² Enfatizamos que esses sujeitos não representam a postura de toda a população evangélica. O negacionismo científico e o apoio ao Bolsonarismo não são unanimidades entre os religiosos no Brasil.

com a vigência de um Estado autoritário que nunca equacionou desenvolvimento científico e tecnológico e progresso social; com uma população que historicamente está à margem dos processos decisórios, carente de recursos materiais básicos e que carrega marcas da falta de conhecimento científico. Esse conjunto de “condições de mundo” está acompanhado de uma consciência social, conforme sinaliza Álvaro Vieira Pinto (2020a). A consciência é entendida como “um conjunto de representações, ideias, conceitos, organizados em estruturas suficientemente caracterizadas para se distinguirem tipos ou modalidades” (PINTO, 2020a, p. 25). Podemos dividir os infinitos pontos de vistas sobre a realidade em dois grupos bem delineados, em virtude das características comuns: a consciência ingênua e a crítica. Essas se constituem como polos, paradigmas antagônicos em que as formas individuais de pensar podem se aproximar ou afastar. Mesmo apresentando enorme variedade de traços e características, existem marcas que se conservam e permitem analisar a aproximação com um dos polos. “A consciência ingênua é, por definição, aquela que não tem consciência dos fatores e condições que a determinam. A consciência crítica é, por essência, aquela que tem clara consciência dos fatores e condições que a determinam” (PINTO, 2020a, p. 88).

Álvaro Vieira Pinto (2020a) arrolou diversos traços que caracterizam a ingenuidade da consciência. Tais traços podem se apresentar de diferentes formas, pois não há consciência totalmente ingênua, nem exclusivamente crítica. Todavia, a análise da essência dos traços nos permite entender se estão mais próximos do polo da ingenuidade ou do polo da criticidade, e muitos deles se mostram no cenário da realidade nacional que discutimos anteriormente: o reacionarismo; o saudosismo (visto nas manifestações que pedem intervenção militar); a absolutização da sua posição, que se julga superior e recusa o diálogo, ampliando a polarização política e social, visíveis nas discussões Lula x Bolsonaro, esquerda x direita; o moralismo, evidente nos discursos que perpassam o resgate da honra, dos valores, apegando-se a moralidade da religião e/ou a coerção do militarismo, cuja violência “endireitaria” os “desajustados”; e o culto ao salvador da pátria. Esse arcabouço nos permite entender um predomínio da consciência ingênua sobre os desafios da realidade nacional que apresentamos, a qual

está atrelada a dimensão material de subdesenvolvimento³ do nosso país. Estamos falando da ideologia predominante que caracteriza uma comunidade e, sabendo que num regime democrático os eleitos são aqueles que melhor expressam os traços da consciência dominante de um grupo em um determinado momento histórico (PINTO, 2020a), reafirmamos nossa compreensão do predomínio da consciência ingênua sobre os desafios a educação científica que almeja a Alfabetização Científica no Brasil, especialmente considerando a tomada de decisão.

A consciência crítica e a Educação em Ciências mediada pelo ensino por investigação

Álvaro Vieira Pinto (2020a) nos diz que os julgamentos da realidade feitos pela consciência ingênua são incapazes de sustentar a transformação da realidade. Esse filósofo assume como grande tarefa histórica um projeto amplo de instauração da consciência crítica sobre a realidade nacional. Esta consciência é a que se sabe condicionada e, a partir disso, é conduzida “a indagar dos fatores de que depende, e como estes não se dão a conhecer à primeira vista, exigem uma análise epistemológica [...]” (PINTO, 2020a, p. 89). É importante destacar que a consciência crítica e a ingênua podem apresentar diferentes graus de elucidação na representação da realidade, sendo desejável a consciência esclarecida e crítica, porque “ampliando ao máximo o seu conteúdo de representações e sabendo da sua vinculação aos fatos e às coisas, é a única a estar em condições de produzir a explicação da realidade” (PINTO, 2020a, p. 27).

O ato educativo pode contribuir com o desenvolvimento da consciência esclarecida e crítica, a qual qualifica a participação nas ações de transformação da realidade na esfera pública (FREIRE, 1979; PINTO, 2020a; 2020b). Enfocando nos saberes das Ciências da Natureza, estes podem enriquecer o processo de esclarecimento da consciência na medida em que empregamos as normas e práticas de investigação científica na busca pela compreensão dos fatores condicionantes da consciência sobre as

³ País ‘em desenvolvimento’ é aquele que está trabalhando em função de se desenvolver, e isso não acontece na gestão Bolsonaro. Portanto, utilizamos o termo ‘subdesenvolvido’ para demarcar o momento de recuo em questões sociais básicas.

questões sociocientíficas. Para tanto, o ato educativo precisa ser intencionalmente organizado e comprometido com esta filosofia, porque cada período histórico contém tarefas e desafios complexos a serem realizados em meio a uma realidade de difícil compreensão e penetração. A educação, nesse sentido, torna-se a consciência de tais desafios e a mobilização de meios e recursos adequados para cumpri-los, orientados pelos conteúdos ditados pela realidade, de acordo com o momento histórico vivido (PINTO, 2020a; 2020b).

Dentre os “discípulos” de Álvaro Vieira Pinto, Paulo Freire foi quem melhor discutiu a relação entre educação e conscientização. Freire (1979) defendeu a educação problematizadora que almeja a emersão das consciências para que aconteça a inserção crítica do sujeito na realidade, possibilitando o aprofundamento da tomada de consciência. A conscientização é o processo de criticização da relação consciência-mundo em que ocorre o desenvolvimento crítico da tomada de consciência, exigindo, também, o engajamento na ação transformadora, que não se encerra no desvelamento dos fatores condicionantes da consciência e das situações de injustiça, preparando as pessoas para a luta contra os obstáculos que impedem a humanização. Esse autor ainda atrelou a humanização ao desenvolvimento da criticidade, relacionando-a com a luta esperançosa e autocrítica pela transformação do mundo e da cultura da opressão. Essas ações transformadoras são possíveis porque somos capazes de construir novos sentidos e formas de viver, de nos humanizarmos.

O ensino que aponte para esta direção deve envolver uma perspectiva participativa, dialogal e crítico; conteúdos relevantes e adequados; e o uso de procedimentos como a da redução e da codificação. Adicionam-se os temas geradores e a investigação temática, a qual se apresenta como metodologia de pesquisa, não se limitando a método de ensino. No campo da Educação em Ciências encontramos um movimento nessa perspectiva nos trabalhos envolvendo a Abordagem Temática Freireana, que consiste em uma perspectiva curricular que enfatiza a dialogicidade e a problematização de situações-limite presentes na vida das pessoas. O currículo é organizado por temas geradores a partir dos quais se selecionam os conteúdos/conceitos das disciplinas mediante o processo de Investigação Temática (FREIRE, 2020c). Este

processo, segundo Delizoicov (1982), dar-se-á em cinco etapas, a saber: (i) levantamento preliminar, que consiste na obtenção de informações sobre a realidade local dos educandos e educandas; (ii) análise das situações e escolha das codificações, em que se realiza um cruzamento de dados com outras fontes, buscando ampliar a compreensão da realidade local, principalmente considerando a visão da comunidade; (iii) diálogos descodificadores, em que se analisa a relevância das situações escolhidas, fruto das etapas anteriores; (iv) redução temática, quando coletivamente educadoras e educadores selecionam quais são os conteúdos/conceitos, de suas respectivas áreas, potencializadores do aprendizado dos temas geradores estabelecidos; e (v) trabalho em sala de aula, quando efetivamente se desenvolvem os temas geradores com os educandos na escola.

Com relação à quinta etapa, é possível utilizar diversas abordagens, estratégias metodológicas e recursos de ensino para trabalhar os conhecimentos científicos necessários para a compreensão das situações-limite que estão sendo problematizadas. O importante é que sejam abordagens/metodologias nas quais o educador não se considere o exclusivo educador do educando (FREIRE, 2020c). A abordagem do ensino de Ciências por investigação (ENCI) é uma possibilidade para o trabalho docente nessa perspectiva. Ainda que existam diferentes entendimentos sobre o ENCI, é possível identificar pontos consensuais com relação ao ambiente de ensino organizado por essa abordagem. Carvalho (2018) afirma que uma atividade orientada por essa abordagem inicia-se com a proposição de uma situação-problema que permita a elaboração e teste de hipóteses, a coleta e análise de dados, debate a partir de múltiplas interpretações e a comunicação de resultados, com alunos e alunas atuando em parceria com a pessoa docente. A autora destaca que o trabalho nesta perspectiva aproxima os estudantes da investigação científica autêntica, de modo que o ENCI é uma via para aproximar o trabalho científico escolar do trabalho científico acadêmico.

Isso não significa que a abordagem investigativa possui caráter tecnicista ou que ela almeja a formação de futuros cientistas. A aproximação entre o fazer acadêmico e o científico escolar deseja que os educandos se apropriem de conceitos, normas e práticas que determinam a ciência como atividade social, na medida em que aprendam e as

exercitem. Tais normas e práticas têm a ver com um padrão de ações comumente realizadas pelos membros da cultura científica, de acordo com valores, ferramentas e significados culturalmente construídos pelo grupo, tentando atingir objetivos e expectativas comuns (KELLY; DUSCHL, 2002). Prevaecem as dimensões dialética e dialógica na abordagem das ideias e do trabalho científico, o qual é regido e realizado por normas e práticas. Isto nos permite conceber a Ciência como empreendimento público que envolve professores e estudantes em processos de análise, comunicação, proposição e tomada de decisão (SASSERON, 2018).

As práticas científicas e epistêmicas têm sido as práticas mais exploradas nas pesquisas do campo da Educação em Ciências (SASSERON, 2018). As práticas científicas podem ser entendidas como as ações atreladas à solução de problemas, como o levantamento e teste de hipóteses, elaboração de modelos explicativos e justificativas e o trabalho com novas informações (SASSERON; CARVALHO, 2008). As práticas epistêmicas associam-se as práticas envolvidas na produção, comunicação e avaliação do conhecimento (KELLY; DUSCHL, 2002). Elas estão inter-relacionadas no movimento de expressão do conhecimento científico por uma comunidade, pois ambas constituem práticas sociais fundamentais no processo de construção do conhecimento científico sistematizado, envolvendo ações materiais e intelectuais para a formulação de saberes (SASSERON; SILVA, 2021). Então, a sala de aula de Ciências tem que se constituir como um espaço para o desenvolvimento das práticas científicas e epistêmicas, porque a materialização delas possibilita ao educando e a educanda reconhecer os modos como a Ciência entende os fenômenos, estrutura ideias e pensamentos para analisar situações e embasar decisões (SASSERON, 2018). Desta maneira, o ENCI se apresenta como via para desenvolver a Alfabetização Científica e as práticas supracitadas em sala de aula.

O trabalho nessa perspectiva permite, ainda, que as educandas se apropriem da natureza da Ciência, caracterizando seus modos de produção, limitações e possibilidades, enxergando-a como um construto social e cultural. Assim, minimizamos o desenvolvimento de visões distorcidas da atividade científica e podemos entender melhor a diferença entre ela e as outras culturas, a partir de seus respectivos *modus*

operandi. Essa é uma via para enfrentarmos as *Fake News* e o negacionismo científico. Freire (2020c) nos diz que o antídoto a esta manipulação está na organização criticamente consciente, cujo ponto de partida está na problematização da realidade e da manipulação. As Ciências Naturais e a Tecnologia têm sido utilizadas como instrumentos de dominação e opressão, pois permitem compreender o passado, o presente e o futuro e, assim, determinar as alternativas de futuro dos oprimidos, de modo a conduzi-los para onde for conveniente. É por isso que na perspectiva humanizadora as tecnologias devem assumir outras finalidades, bem como a formação técnico-científica, que precisam estar a serviço da libertação permanente. Nesse viés, equacionar desenvolvimento científico e tecnológico e social precisa ser um dos nossos sonhos possíveis. Compreender a atividade científica como prática social, juntamente com suas limitações e potencialidades, seu *modus operandi*, nos permite vislumbrar um controle social do desenvolvimento científico e tecnológico, haja vista que este é um exercício da responsabilidade, da democracia, que precisa ser praticado de modo qualificado.

Solino e Ghelen (2014) analisaram articulações epistemológicas e pedagógicas e possíveis complementaridades entre a Abordagem Temática Freireana e o ENCI, e constataram semelhanças e particularidades quanto à concepção de sujeito e objeto de conhecimento, o conceito de problema, a conceituação científica e o papel da contextualização, e concluíram que é possível realizar a aproximação desde que o ENCI esteja a serviço da investigação de problemas atrelados às situações-limite extraídas dos temas geradores, como forma de trabalhar a conceituação e os processos e práticas sociais da Ciência para a compreensão dos problemas. Entendemos que é possível garantir isso ao utilizar a abordagem do ENCI na quinta etapa da Investigação Temática, ou seja, como elemento central da mediação pedagógica na sala de aula. Ao investigar problemas correlacionados as situações-limite levantadas nos temas geradores, podemos trabalhar o conhecimento científico sistematizado necessário para se objetivar e reaproximar de modo metodologicamente rigoroso dos problemas, enxergando-os como percebidos-destacados. Paralelamente, desenvolve-se o entendimento sobre Ciência e a natureza da atividade científica, as quais são

criticamente desveladas na medida em que se investiga com base nas normas e práticas típicas da Ciência escolar, que legitimam e validam o conhecimento.

A falta de rigor metodológico caracteriza o senso comum. Logo, na educação crítica os educandos e as educandas devem aprender a se aproximar de modo rigorosamente metódico dos objetos cognoscíveis. Isso é possível quando todos e todas se veem como “criadores, instigadores, inquietos, rigorosamente curiosos, humildes e persistentes” (FREIRE, 2020b, p. 28). Concebemos que o ENCI potencializa essa postura crítica e investigativa de educadoras e educandas, pois o que caracterizará a investigação é a mediação pedagógica estabelecida pelos sujeitos. Uma mediação balizada por uma situação-problema adequada e relevante direcionada as educandas possibilita a criação de um ambiente investigativo em sala de aula. Isso a torna um espaço no qual é possível dividir experiências, informações e conhecimentos uns com os outros e com a educadora, rico em diálogos, debates e discussões, potencializando o desenvolvimento de conceitos, normas e práticas típicas da Ciência escolar. Além disso, na abordagem investigativa cabe a educadora utilizar ferramentas culturais típicas da Ciência escolar para mediar o processo de construção de conhecimento científico junto dos educandos e das educandas, pois o desenvolvimento de habilidades para lidar com tais ferramentas dar-se-á na medida em que se opera com elas (BARCELLOS; COELHO, 2019).

No ENCI a pessoa docente deve “estar sendo um ser aberto a indagações, a curiosidade, as perguntas dos alunos, a suas inibições; [...] inquieto em face da tarefa [...] de ensinar e não a de transferir conhecimento” (FREIRE, 2020b, p. 47), enquanto as educandas e educandos devem protagonizar intelectualmente a atividade, mantendo uma postura crítica e investigativa durante a busca pela solução do problema. Essas posturas nos permitem entender uma atividade investigativa como uma autêntica situação gnosiológica, pois uma aula fundamentada no ENCI é um espaço dialógico no qual sujeitos cognoscentes investigam objetos cognoscíveis que os mediatizam. Esses sujeitos exercem uma postura coparticipativa, haja vista que todos se assumem aprendentes, compartilham responsabilidade pela construção do conhecimento, pela investigação e solução do problema em sala de aula.

A relação dialógica é o selo do ato cognoscitivo, em que o objeto cognoscível, mediatizando os sujeitos cognoscentes, se entrega a seu desvelamento crítico. A importância de uma tal compreensão da relação dialógica se faz clara na medida em que tomamos o ciclo gnosiológico como uma totalidade, sem dicotomizar nele a fase da aquisição do conhecimento existente da fase da descoberta, da criação do novo conhecimento. Esta ‘corresponde, aliás, como salienta o professor Álvaro Vieira Pinto, à mais elevada das funções do pensamento – a atividade heurística da consciência’ (FREIRE, 1981, p. 116).

Nesse sentido, o aprendizado do raciocínio científico, das normas, das práticas, dos conceitos, das ferramentas e do modo de legitimar conhecimento, por meio da investigação científica, não carrega uma perspectiva tecnicista ou instrumental. Ela confere um poder aos educandos (obtido por eles no diálogo com outros) ao investigarem problemas da realidade nacional por meio dos saberes da Ciência. Trata-se de um poder que potencializa a criatividade e a capacidade das pessoas, permitindo vislumbrar mais formas de concretizar os sonhos possíveis, nutrindo a esperança que, ao ser praticada, entusiasma a participação coletiva na criação do inédito-viável. Ou seja, os saberes da Ciência auxiliam no esclarecimento dos fatores que determinam a consciência sobre a realidade. Esse poder também impulsiona o ato de tomar distância do objeto e se reaproximar metodologicamente, com gosto e ímpeto de desvelá-lo. Isto é o que Freire chamou de curiosidade epistemológica, ligada ao prazeroso e difícil ato de estudar, que é próprio da consciência crítica e se desenvolve no processo de conscientização. A criticidade somada à curiosidade epistemológica aviva a criatividade da ação transformadora ante as situações-limite no campo das possibilidades, e não das certezas. Assim, é possível vislumbrar atos-limite (FREIRE, 2020c).

Entendemos que a postura aberta, curiosa e indagadora de estudantes e docentes no ENCI mantém a coerência interna com a Investigação Temática, que é por natureza um processo investigativo realizado pelos educadores, e a consciência crítica, porque essa consciência é fundamentalmente problemática, curiosa, pois se sabe condicionada e quer descobrir tais fatores condicionantes, examiná-los, então ela investiga a si mesma (PINTO, 2020a). Portanto, a postura investigativa tornar-se-á um modo de ser e estar no mundo, permeando todo o processo, não se limitando a um momento, ainda que assuma

contornos mais explícitos na quinta etapa da Investigação Temática. Ademais, essa postura investigativa enriquecida pelos saberes da Ciência pode ser carregada para além da escola, podendo ser utilizada em qualquer situação ou contexto em que as pessoas julgarem pertinente, possibilitando um olhar mais crítico para o mundo. Desta forma, não se almeja que eles substituam os conhecimentos de outras culturas ou dos saberes populares, mas sim que ampliem a criticidade e a capacidade de vislumbrar soluções para os problemas da realidade. Estamos falando da instauração da consciência crítica sobre a realidade nacional conforme trabalhamos com a Abordagem Temática e o ENCI para investigar questões sociocientíficas, em um processo permeado pela curiosidade epistemológica, pelo diálogo e pelo desvelamento dos elementos condicionantes da consciência, de modo a nos ajudar no enfrentamento aos desafios que discutimos para a educação científica no Brasil, os quais se constituem como obstáculos a humanização e a superação do subdesenvolvimento. Esse é o “método” que defendemos, ou seja, a forma externa da consciência, evidenciando seu caráter intencional, pois a consciência é um caminho para algo fora de si mesma (FREIRE, 1979).

Não estamos superestimando a consciência crítica, haja vista que ela não é capaz de superar os mecanismos de exploração e dominação da estrutura classista do capitalismo ou de superar fatores socioeconômicos. Entendemos que o trabalho que almeja a instauração da consciência crítica sobre a realidade nacional é importante para o desvelamento da realidade que, quanto mais for exercido, mais tornará perturbadoras as situações de injustiça social. Ao percebê-las, não conseguimos nos ajustar, pois queremos agir, transformar e, é a partir dessa necessidade que a consciência crítica pode atrelar-se a outros anteprojetos e motores da história, por exemplo, sendo via para a consciência de classe e o engajamento nesta luta. O desenvolvimento da consciência crítica, por meio do trabalho pautado na trama entre a Abordagem Temática Freireana e o ENCI, precisa estar atrelado a um anteprojeto amplo de Educação em Ciências comprometido com a humanização e a superação do subdesenvolvimento do Brasil. Esse é o fio condutor para discutirmos a Alfabetização Científica na perspectiva humanizadora e em diálogo com a proposta de ensino de Ciências que apresentamos,

como algo maior, um anteprojeto que se tornará projeto na práxis de docentes e de formadores.

A Alfabetização Científica Humanizadora

Concordamos com Solino e Gehlen (2014) ao afirmarmos que os conceitos, as normas, as práticas, a compreensão da Ciência e da natureza da Ciência a serem desenvolvidos por meio da trama entre a Abordagem Temática e o ENCI, possibilitam uma leitura de mundo mais crítica, pelas lentes das Ciências, almejando a práxis transformadora. Contudo, Marques e Marandino (2018) chamam atenção para a necessidade de questionarmos sob qual perspectiva devemos analisar a transformação do mundo e qual seria a orientação de tais transformações. Essas autoras entendem que a Alfabetização Científica (AC), enquanto objetivo educacional, deve estar atrelada a um anteprojeto de sociedade e orientada para a inclusão, participação social e humanização das relações em detrimento a prevalência de interesses mercadológicos. A AC comporia um anteprojeto de formação humana, sendo condição necessária, ainda que insuficiente, para a integração do ser humano.

É nesse viés que buscamos ampliar o entendimento de AC para mais do que uma perspectiva de ensino ou linha emergente na didática das Ciências, assumindo-a como objetivo educacional/sentido de educação científica que almeja a humanização e a superação do subdesenvolvimento do Brasil. Para tanto, poderá ser articulada a diversas perspectivas e abordagens para sua realização. A AC Humanizadora compromete-se com a humanização conforme utiliza os saberes das Ciências Naturais para desvelar criticamente a realidade nacional e convencer os sujeitos sobre a necessidade de engajamento na luta contra as situações de opressão. Essa leitura pelas lentes da Ciência não se encerra no desvelamento da realidade e dos fatores que condicionam a consciência sobre ela. É preciso que os alfabetizados e as alfabetizadas cientificamente tomem consciência da condição de oprimidos e das relações sociais injustas fundamentadas na ética capitalista e se engajem na luta pela humanização (FREIRE, 2020c). A condição de subdesenvolvimento é, por essência, desumanizadora (é a

situação-limite nacional a ser apreendida pelo nosso povo) e abrange fatores materiais e ideais, estes sintetizados na consciência ingênua sobre a realidade nacional (PINTO, 2020a; 2020b). Logo, sua superação abarca ambas as dimensões: a tomada de consciência e o agir, pois a consciência crítica não emerge da pura contemplação, mas da prática social, transformadora do mundo objetivo (PINTO, 2020b).

Não se tem a ingenuidade de pensar que a Educação em Ciências, por si só, dará conta de mudar o mundo. Afinal, a educação precisa ser analisada dentro da categoria da totalidade, não se resumindo ao horizonte pedagógico da área de Ciências da Natureza (PINTO, 2020b). Mas na perspectiva humanizadora ela trabalhará em prol da conscientização frente às injustiças da ordem do capital, para que a acomodação se torne insuportável. A capacidade de utilizar o conhecimento científico sistematizado para ler o mundo criticamente, se posicionar e agir frente às contradições da realidade nacional será uma das contribuições da Educação em Ciências. Este não será um processo trivial e enfrentará a resistência do pensar ingênuo e da malvadeza daqueles que se beneficiam da ordem da opressão do capital. Por isso Freire (2020b) defendeu a não neutralidade da educação e a necessidade de assumirmos esta dimensão, como educadores e políticos que somos. Isso significa que a transformação desse anteprojeto em projeto fundamenta-se no trabalho do professorado, logo, precisamos ser formados para atuar nessa perspectiva, o que exige que assumamos a AC Humanizadora como suleadora da formação docente.

Considerações finais

Discutimos a ausência de mecanismos de participação pública em processos decisórios, o não equacionamento de Ciência e Tecnologia e desenvolvimento social, e a influência religiosa que se atrela ao neoconservadorismo e ao negacionismo científico como desafios para o desenvolvimento de uma Alfabetização Científica que considere a realidade nacional, enfocando na tomada de decisão. Vislumbramos o enfrentamento a tais desafios a partir da concepção de Alfabetização Científica Humanizadora, na qual os saberes das Ciências Naturais (conceitos, normas, práticas, e os instrumentos da

cultura científica), trabalhados por meio da Abordagem Temática e do Ensino por Investigação, constituem-se como elementos potencializadores da capacidade de leitura de mundo e do engajamento na luta pela humanização e pela superação do subdesenvolvimento do Brasil. Estes serão dois aspectos importantes da pessoa cientificamente alfabetizada. A materialização disto exige que assumamos essa concepção de AC como objetivo educacional e como suleadora da formação de professoras e professores de Ciências, sendo esta a pedra angular a ser pesquisada, analisada e reinventada. Ela precisa se constituir como momento de exercício da liberdade das (futuras) educadoras, sendo este um desafio para formadores e gestores educacionais.

Com este artigo teórico não pretendemos esgotar os desafios da realidade nacional para uma educação científica, haja vista que eles são diversos e se modificam a cada momento histórico. Contudo, entendemos que nossa discussão pode auxiliar na seleção, análise e orientação de propostas de Alfabetização Científica a serem trabalhadas na formação docente e embasar a realização de outros anteprojetos enredados com a consciência crítica, a humanização e o desenvolvimento nacional. Afinal, a transformação da realidade se constituirá de “[...] uma sucessão de projetos, mantido em continuidade pela intenção geral, que, como causa final, os unifica” (PINTO, 2020a, p. 57). É a apreciação da realidade, feita pela consciência, que ditará os novos projetos. Como implicações, apontamos a necessidade de estudos de longo prazo que formulem e analisem ações formativas e ações educativas com estudantes fundamentadas na Alfabetização Científica Humanizadora. Tais estudos podem fornecer subsídios para que possamos entender como essa proposta se materializa nas diferentes realidades docentes e as ressignificações frente aos desafios de cada realidade.

Referências

BARCELLOS, Leandro da Silva; COELHO, Geide Rosa. Formação Continuada de Professores do Ensino Fundamental e a Alfabetização Científica: Estado do Conhecimento de 1992 a 2020. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, [S. l.], p. e29664, p. 1–31, 2022.

BARCELLOS, Leandro da Silva; GERVÁSIO, Suiany Vitorino; JONIS SILVA, Mirian do Amaral; COELHO, Geide Rosa. A Mediação Pedagógica de uma Licencianda em Ciências Biológicas em uma Aula Investigativa de Ciências Envolvendo Conceitos Físicos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, [S. l.], v. 19, p. 37–65, 2019.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antônio. Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. *Ciência & Educação (Bauru)*, São Paulo, v. 7, n.1, p. 1-13, 2001.

BEDNELLI, Talita. “Os parlamentares religiosos tendem a ser mais conservadores do que a população evangélica”. *Jornal El País*, seção Política, 04 de dezembro de 2017. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2017/12/02/politica/1512221378_127760.html. Acesso em 21 ago. 2020.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.

CIAVATTA, Maria. Resistindo aos dogmas do autoritarismo. In: FRIGOTTO, G. (Org.). *Escola “sem” partido: esfinge que ameaça a educação e a sociedade*. Rio de Janeiro: UERJ, p. 7-15, 2017.

DELIZOICOV, Demétrio. *Concepção Problematicadora para o Ensino de Ciências na Educação Formal*. 1982. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

ESPÍNDOLA, Ruy Samuel. Democracia participativa: autoconvocação de referendos e plebiscitos pela população. Análise do caso brasileiro. *Revista Jus Navigandi*, Teresina, ano 17, n. 3153, 18 fev. 2012.

FREIRE, Paulo. *Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire*. São Paulo: Cortez & Moraes, 1979.

FREIRE, Paulo. *Ação cultural para a liberdade e outros escritos*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

FREIRE, Paulo. *Educação como prática da liberdade*. 47ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2020a.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia*. 65ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2020b.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. 74ª ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2020c.

GUERREIRO, Clayton; ALMEIDA, Ronaldo de. Negacionismo religioso: Bolsonaro e lideranças evangélicas na pandemia Covid-19. *Religião e Sociedade*, Rio de Janeiro, v. 41, n. 2, p. 49-73, 2021.

KELLY, Gregory; DUSCHL, Richard. Toward a research agenda for epistemological studies in science education. In: *Annual meeting of the National association for research in Science Education*. Nova Orleans, Louisiana, EUA. Anais [...], Nova Orleans, 2002. Disponível em: encurtador.com.br/eyANX. Acesso em 11 jan. 2022.

MARQUES, Amanda Cristina Teagno Lopes; MARANDINO, Martha. Alfabetização científica, criança e espaços de educação não formal: diálogos possíveis. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 44, n. 1, p. 1-19, 2018.

MARQUES, Silvio César Moral; RODRIGUES, Marcus Rafael. Educação como conscientização em Paulo Freire. *Revista de Ciências da Educação*, Americana, ano XXI, n. 44, p. 197-213, out. 2019.

MARTINS, Lígia Márcia; LAVOURA, Tiago Nicola. Materialismo histórico-dialético: contributos para a investigação em educação. *Educar em Revista*, v. 34, n. 71, p. 223-239, 2018.

MASSARANI, Luisa; CASTELFRANCHI, Yuri; FAGUNDES, Vanessa; MOREIRA, Ildeu; MENDES, Ione. *O que os jovens brasileiros pensam da ciência e da tecnologia?* Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Comunicação Pública da Ciência e Tecnologia (INCT-CPCT) 2019.

MBEMBE, Achille. *Necropolítica*. 3º ed. São Paulo: n-1 edições, 2018.

PINTO, Álvaro Vieira. *Consciência e realidade nacional: volume I: a consciência ingênua*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 2020a.

PINTO, Álvaro Vieira. *Consciência e realidade nacional: volume II: a consciência crítica*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 2020b.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.

SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, 2018.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p.333-352, 2008. SASSERON, Lúcia Helena; SILVA, Maíra Batistoni. Sobre Alfabetização Científica e sobre práticas epistêmicas: encontros de ações para a pesquisa e ensino de

ciências. In: *Alfabetização científica e tecnológica na educação em ciências: fundamentos e práticas*. MILARÉ, T; RICHETTI, G. P; LORENZETTI, L; FILHO, J. P. A (org.). 1ª ed: São Paulo: Livraria da Física, 2021.

SELLES, Sandra Escovedo. A polêmica instituída entre ensino de evolução e criacionismo: dimensões do público e do privado no avanço do neoconservadorismo. *Ciência & Educação (Bauru)*, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 831-835, 2016.

SOLINO, Ana Paula; GEHLEN, Simoni Tormohlen. Abordagem temática Freireana e o ensino de ciências por investigação: possíveis relações epistemológicas e pedagógicas. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 141-162, 2014.

WELLCOME GLOBAL MONITOR. How Does the World Feel about Science and Health? 2018. Disponível em: <https://wellcome.org/reports/wellcome-global-monitor/2018>. Acesso em 28 abr. 2022.

Recebido em: 11 fev. 2022.
Aprovado em: 02 mai. 2022.

* **Leandro da Silva Barcellos** possui Licenciatura plena em Física e Mestrado Profissional em Ensino de Física, ambos pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Atualmente é aluno do Programa de Pós-Graduação em Educação da UFES, na linha Docência, Currículo e Processos Culturais, com bolsa CAPES.

E-mail: leandrobarcellos5@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8912-3052>.

** **Geide Rosa Coelho** é graduado em Física pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Mestre em Educação pela UFMG e Doutor em Educação pela UFMG. Atualmente é Professor Associado da área de ensino de Física no Centro de Educação da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), atuando no curso presencial e na modalidade à distância e professor dos Programas de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Física.

E-mail: geidecoelho@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5358-9742>.
