



## Vitruvian Cogitationes - RVC

### AS CONTRIBUIÇÕES DA PERSPECTIVA CTSA PARA A FORMAÇÃO CONTINUADA DE PEDAGOGOS(AS) PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

*LOS APORTES DE LA PERSPECTIVA CTSA A LA FORMACIÓN CONTINUA DE LOS PEDAGOGOS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES*

*THE CONTRIBUTIONS OF THE CTSA PERSPECTIVE TO THE CONTINUING EDUCATION OF PEDAGOGUES FOR THE TEACHING OF NATURAL SCIENCES*

**Akauê Basili E. Lima**

Universidade Federal de Alagoas-UFAL; basili.ped.ufal@hotmail.com

**Jenner Barretto Bastos Filho**

Universidade Federal de Alagoas-UFAL; jenner@fis.ufal.br

**Carolina Nozella Gama**

Universidade Federal de Alagoas-UFAL; carolina.gama@cedu.ufal.br

---

**Resumo:** A partir da convergência de ideias de autores que defendem, avidamente, a necessidade de se repensar as relações estabelecidas entre o ensino de Ciências e o contexto sociopolítico econômico, no qual se inserem, invariavelmente, os sujeitos participantes do processo educativo, este artigo apresenta seu objetivo, o qual seja abordar, à luz da Pedagogia Libertadora, algumas contribuições da perspectiva CTSA para o processo de formação continuada de pedagogos(as). Para tanto, aborda conceitos fundamentais dessa perspectiva e aponta para sua necessária aproximação com a prática docente, lançando mão de autores como Chrispino (2017), Costa de Lucena (2019), Freire (1996), Martins (2020) e Teixeira (2003). Tais contribuições apontam para a necessidade de que a formação continuada de pedagogos considere as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, compreendendo os fenômenos da natureza em seu processo de permanência e mudança, gênese e desenvolvimento, enquanto produção humana na relação de transformação da natureza.

**Palavras-chave:** Perspectiva CTSA. Ensino de Ciências da Natureza. Pedagogia Libertadora. Formação Continuada de Pedagogos(as).

**Resumen:** A partir de la convergencia de ideas, que defienden con avidez, la necesidad de repensar la enseñanza de las ciencias, en su contexto socioeconómico entre los participantes del proceso educativo, el artículo presenta su objetivo, que es abordar, a la luz de la

*Pedagogía Liberadora, algunos aportes desde la perspectiva CTSA al proceso de formación permanente de los pedagogos. Para ello, aborda los conceptos fundamentales de la perspectiva y apunta su necesario acercamiento a la práctica docente, utilizando autores como Chrispino (2017), Costa de Lucena (2019), Freire (1996), Martins (2020) y Teixeira (2003). Tales aportes apuntan para la necesidad de la formación de pedagogos considerados como relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente, que comprenda los fenómenos de la naturaleza en su proceso de permanencia y cambio, génesis y desarrollo, mientras que la producción en la relación de transformación de la naturaleza.*

*Palabras-clave: Perspectiva CTSA, Enseñanza de las Ciencias Naturales, Pedagogía Libertadora, Formación Continuada de Pedagogos.*

**Abstract:** *From the convergence of ideas of authors who avidly defend the need to rethink the relationships established between the teaching of Science and the socio-political-economic context, in which the subjects participating in the educational process are invariably inserted, this The article presents its objective, which is to approach, in the light of Liberating Pedagogy, some contributions from the CTSA perspective to the process of continuing education of pedagogues. To do so, it addresses fundamental concepts from this perspective and points to its necessary approach to teaching practice, using authors such as Chrispino (2017), Costa de Lucena (2019), Freire (1996), Martins (2020) and Teixeira (2003). Such contributions point to the need for the continuing education of pedagogues to consider the relationship between Science, Society and Environment, understanding the phenomena of nature in their process of permanence and change, genesis and development, as human production in the relationship of nature's transformation.*

*Keywords: CTSA Perspective. Teaching of Natural Sciences. Liberating Pedagogy. Continuing Education of Pedagogues.*

---

## 1 INTRODUÇÃO

A reflexão crítica sobre o processo de formação de pedagogos(as) para o ensino de Ciências da Natureza – e, mais especificamente, para a sua formação continuada – parte da convergência de algumas das ideias dos autores que, ao defenderem, avidamente, a necessidade de se repensar as relações estabelecidas entre esse ensino e o contexto sócio-político-econômico, no qual se inserem, invariavelmente, os sujeitos participantes do processo educativo, apontam para a manutenção dessas relações – e, certamente, para a qualidade delas. Para Chrispino (2017, p. 06), uma reflexão dessa natureza evoca o imprescindível “[...] risco da inovação e da ampliação de fronteiras”, o que se constitui como resultado esperado diante do contexto em que se situa o ensino de Ciências da Natureza e da formação docente, de forma geral.

Diante dessa convergência de ideias – e, a partir delas – este artigo apresenta seu objetivo, o qual seja abordar, à luz da Pedagogia Libertadora, algumas contribuições da perspectiva CTSA para a construção de um ensino de Ciências da Natureza, cujo caráter deva ser prioritariamente social, o qual pode, sim, atender “à preparação de futuros cientistas”, mas, que alcance, primeiramente, “à formação de cidadãos susceptíveis de participar na tomada fundamentada de decisões em torno de problemas sócio-científicos e sócio-tecnológicos cada vez mais complexos” (CHRISPINO, 2017, p. 06)

Teixeira (2003, p. 02) afirma que o ensino das Ciências, em seus modelos atuais, é demarcado por “[...] abordagens internalistas” que “[...] desconsideram acontecimentos

presentes na sociedade”, e o caracteriza como “[...] rigorosamente marcado pelo conteudismo, excessiva exigência de memorização de algoritmos e terminologias, descontextualização e ausência de articulação com as demais disciplinas do currículo”. O autor aponta para o perigo de que, desvinculando-se da realidade, esse ensino se apegue a paradigmas já normatizados, elencados e fixados no currículo escolar, de tal forma que se afaste do objetivo de ser um espaço privilegiadamente democrático que possibilite a análise das demandas sociais e a participação dos sujeitos educandos na elaboração de possíveis soluções para elas.

Santos (1999) também reforça essa ideia, ao apresentar sua crítica a esse modelo de ensino. A autora aponta para um processo de sufocamento do caráter social do ensino das ciências e da própria Ciência, em suas ideologias e motivações. Para ela, “tudo se passa como se fazer Ciência fosse algo desconectado da realidade” (p.76).

## **2 MAS O QUE SE ENTENDE POR PERSPECTIVA CTSA?**

A perspectiva CTSA é trazida, neste artigo, como uma via alternativa de ensino, frente às críticas que se referem ao ensino das Ciências em seu modelo atual. Isso se deve ao fato de que essa perspectiva tem como “missão central, até a data de hoje, a de expressar a interpretação da Ciência e da Tecnologia como um processo social” (Ibidem, p. 06), ou seja, compreende que tanto a construção quanto a análise das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente se traduzem em um processo complexo que têm como eixo principal a articulação delas – das relações – com seu contexto histórico e cultural. Nessa articulação, pode-se contemplar, historicamente, tanto os antecedentes sociais da perspectiva CTSA quanto as consequentes mudanças que, por ela, podem ser – socialmente – provocadas.

Sendo assim, as discussões acerca dessa perspectiva evoluem para a desconstrução de uma ideia distorcida de Ciência infalível, impregnada de bondade, alheia, muitas vezes aos eventos corriqueiros da vida em Sociedade, essencialmente abstrata e que, travestida em currículo escolar, resume-se, tanto para professores quanto para estudantes, em uma lista de conteúdos programáticos sem maior significado para a vida prática.

A perspectiva CTSA questiona e se contrapõe, então, à concepção tradicional ou clássica sobre a Natureza da Ciência, segundo a qual, certo volume de conhecimento produzido sobre determinados assuntos deve resultar, invariavelmente, em progresso e bem-estar social. Entende-se, de acordo com essa perspectiva, que nenhuma ciência é neutra, partindo-se do princípio que todo conhecimento desenvolvido e empregado pela comunidade científica na produção de alguma tecnologia tem por objetivo atender a uma necessidade específica e, portanto, é permeado por intenções mais ou menos conhecidas que estão de acordo, obviamente, com as convicções, crenças, valores e ideologias de quem as produziu.

## **3 A PERSPECTIVA CTSA E O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

A promoção da autonomia dos sujeitos educandos, enquanto elemento imprescindível na construção de uma sociedade democrática parece algo “grande demais para os propósitos da escola” (MARTINS, 2020, p. 15), desde o âmbito estrutural, chegando ao ideológico, haja vista que a elaboração do currículo é, em si, um ato político. Contudo, essa demanda precisa ser encarada como um desafio incontornável, cuja aceitação, repleta de sentidos, implica na revolucionária – porém, não inovadora – ideia de construção, desconstrução e reconstrução da própria cultura escolar, o que passa, tanto pela disposição das disciplinas em uma determinada matriz curricular quanto por seus fundamentos. No caso do ensino de Ciências da Natureza, especificamente, existem duas razões, dois pressupostos para que estejam incluídos na matriz curricular da Educação Básica:

[...] o primeiro é que o conhecimento científico faz parte do patrimônio cultural da humanidade e, portanto, a formação em contexto escolar deve incorporar princípios, leis e conhecimento factual relevante na história da ciência (...). O segundo pressuposto é que o conhecimento científico capacita os indivíduos para melhor saberem compreender o mundo que os cerca e, portanto, melhor saberem tomar decisões sobre situações-problema de dimensão científico-tecnológica. Enquanto o primeiro pressuposto é de natureza cultural, o segundo é de cariz prático-funcional (ibidem, p. 15).

Assim, diante dessa dupla necessidade (de apropriar-se do arcabouço cultural socialmente construído e, nele intervir, enquanto sujeito histórico), pode-se questionar: o que é – e o que não é – ensino de Ciências da Natureza na perspectiva CTSA? *A priori*, se faz necessário ressaltar que o ensino de Ciências da Natureza na perspectiva CTSA guarda alguma distância do que se conhece por Alfabetização Científica (AC); isso não se traduz em um estabelecido antagonismo ou oposição entre os termos ora colocados, mas, garante que não se possa fundi-los ou confundi-los em seus conceitos e pressupostos.

O estudo desenvolvido por Sasseron e Carvalho (2011) ressalta a preocupação cada vez maior, no Brasil, em se estabelecer a AC como objetivo do ensino de Ciências em toda a Educação Básica; essa AC seria, de acordo com Chassot (2003, p. 91), o processo pelo qual o sujeito se faria capaz de “ler a linguagem em que está escrita a natureza”. Para ele, um “analfabeto científico é aquele incapaz de fazer uma leitura do universo”, o que remete ao pensamento de Freire (1987) ao apresentar o que chama de “leitura de mundo”, a qual deve preceder, até mesmo, a leitura da palavra.

Constitui-se a perspectiva CTSA em meio para que o sujeito educando decodifique a linguagem científica? Não somente isso. Aliás, reduzi-la a isso seria desconsiderá-la enquanto alternativa de mera potencialidade na formação técnico-científica de cidadãos conscientes. Se a AC pode ser considerada como a capacidade de ler a realidade, a perspectiva CTSA é a forma como se pode compreendê-la. Se é possível conceber aquela como a apropriação do conhecimento científico, é mais do que possível – é necessário – que se conceba a essa, como a tomada de atitude e posicionamento consciente, a partir de tal apropriação.

Constitui-se em uma questão CTSA, por exemplo, pensar que o avanço científico e tecnológico das mais diversas áreas da vida social, pelo qual o Brasil atravessou e, ainda atravessa, ao longo das últimas décadas se deu e se dá no seio de uma sociedade analfabeta científica e tecnologicamente. Daí, a importância de se compreender a necessidade do ensino de Ciências da Natureza na perspectiva CTSA, que possa contribuir não só para a promoção da AC, mas que considere, também, suas relações com a própria prática docente e com o processo formativo de pedagogos(as).

Não podendo ser confundida ou restrita à adoção de uma determinada técnica didática ou metodologia específica de ensino, em vez disso, deve-se considerar que o ensino de Ciências da Natureza na perspectiva CTSA tenha “a premissa do acolhimento de posições divergentes e o exercício do entendimento, do respeito às diferenças, da construção de consenso e da tolerância, sem perder de vista os deveres, direitos, a ética, a cultura e a visão de curto, médio e longo prazos” (CHRISPINO, 2017, p. 33), constituindo-se em um movimento, uma forma de abordar a Ciência, desconsiderando a mínima possibilidade de sua suposta neutralidade, antes, trazendo à tona seu caráter social, por meio da reflexão crítica sobre os aspectos mais diversos do cotidiano.

A fim de nortear as concepções sobre esse ensino, faz-se necessário apontar para alguns elementos, ações e dinâmicas que, no processo de ensino-aprendizagem caracterizam a

perspectiva CTSA nas atividades propostas e desenvolvidas coletivamente. Para tanto, Chrispino (2017) faz uma contraposição entre práticas conhecidas do ensino tradicional e propostas da perspectiva (por ele chamada de enfoque) CTSA, da qual se pode ressaltar dois pontos importantes:

- Levantamento dos principais conceitos encontrados em livros/textos padrão *versus* Identificação de problemas com interesse/impacto local/pessoal: se no ensino tradicional os sujeitos educandos recebem, passivamente, toda a instrução necessária vinda do professor, frequentemente mediada por módulos ou livros didáticos, na perspectiva CTSA esses sujeitos devem ser envolvidos em propostas que os coloquem ativos, dentro do processo de busca pela informação e construção de forma crítica do conhecimento científico e, também, das relações sociais com o meio em que estão inseridos.
- Aprendizagem está contida em uma sala de aula e em uma série escolar *versus* Prática de ensino que não se limita à sala de aula: a partir da noção de que a perspectiva CTSA se apoia no alicerce da interação entre o sujeito e o meio social, suas causas e demandas, a ideia de restringir o ensino das ciências – e, sobretudo, o ensino de Ciências da Natureza ao âmbito da escola ou, mais especificamente, da sala de aula, se torna contraditória, e remete à alegoria da Caverna, de Platão. Sendo assim, em vez de se considerar que a aprendizagem de Ciências ocorra apenas na sala de aula, como parte do currículo escolar, os alunos são levados a perceber a presença e o papel da Ciência nas mais diversas instituições e em sua comunidade, de forma específica.

Em suma, contrapor o ensino tradicional ao ensino na perspectiva CTSA é compreender que Ciência e Tecnologia são “processos inerentemente sociais”, cujo “ótimo funcionamento – resultante da aplicação de um método cognitivo e um código de conduta” (CHRISPINO, 2017, p. 82) – pode ser questionado e sobre ele os sujeitos devem ser capazes de fazer intervenções, levando em consideração aspectos relativos aos aspectos ambientais, como as ameaças climáticas, por exemplo; os aspectos econômicos, industriais, tecnológicos e aspectos democráticos, como a escuta e o compartilhamento de posições e valores pessoais. Sobretudo, o ensino de Ciências da Natureza na perspectiva CTSA ressalta a compreensão da ciência com algo falível, passível de refutação, além de humana e socialmente construída, com o que os sujeitos devem se relacionar, por meio de problemas e questões reais, cuja relevância os leve a definir seu papel (presente e futuro) na Sociedade.

#### **4 ALGUNS ARGUMENTOS ADICIONAIS EM PROL DE UM ENSINO DE CIÊNCIAS QUE ADOTA UM ESPÍRITO CTSA**

Um conhecido *youtuber* e *influencer* nesta terceira década do século XXI declarou que até então não sabe realmente qual tenha sido para si próprio a utilidade de ter estudado o teorema de Pitágoras segundo o qual a soma dos quadrados dos catetos é igual ao quadrado da hipotenusa. Ele confessa não ter aplicado o famoso teorema em nenhuma instância de sua vida. No entanto, um bom ensino internalista de matemática e de ciências (hoje considerado como ensino conteudista de boa qualidade), conduzido por um(a) bom(boa) professor(a) de formação preponderantemente internalista, ao trabalhar com estudantes argutos(as) e interessados(as) cognitivamente considerando, é perfeitamente capaz de ensinar nas mentes jovens que aquele brinquedinho de criança que se constitui em um genérico triângulo retângulo, não é apenas um brinquedinho de criança e por sucessivos passos envolvendo outros conceitos matemáticos (seno, cosseno, função, derivada etc.) bem como trabalhando na

articulação com outros conceitos físicos envolvendo espaço e tempo, levam, ou podem levar, à compreensão das ondas senoidais e cossenoidais que se propagam no espaço e no tempo e que são soluções da famosa equação de onda de d'Alembert.

Ainda que seja maravilhoso e competentíssimo, um ensino pautado por tais diretrizes predominantemente internalistas (ensino conteudista de boa qualidade) ainda seria profundamente lacunar para a formação dos(as) estudantes, pois não necessariamente alguém que tenha experimentado uma tal formação, estaria adequadamente capaz para compreender os condicionantes histórico-econômicos para os cidadãos e para o desenvolvimento sócio-econômico-cultural da sociedade onde vive, bem como avaliar o quanto essas ondas e seus efeitos produziram na sociedade. Em outras palavras, a abordagem externalista não necessariamente vem se contrapor à abordagem internalista numa espécie de mútua exclusão: muito pelo contrário, as duas abordagens, respectivamente, internalista e externalista, devem se constituir, cada uma em relação à outra, um contraponto de equilíbrio em nome de uma fertilidade pedagógica. Tal contraponto também deveria incluir um freio a um exacerbado conteudismo no qual muitos conteúdos são apresentados sem qualquer discussão, ou seja, de maneira dogmática e acrítica. Logo, não é ao ensino conteudista de boa qualidade que se atém a conteúdos escolhidos criteriosamente que devemos dirigir as nossas considerações críticas e sim à prática pedagógica de exacerbação de conteúdos trazidos à baila de maneira mnemônica, acrítica e destituídos de significação para os(as) estudantes. A abordagem CTSA constitui uma complementação importantíssima ao ensino internalista de boa qualidade (conteudista no sentido positivo e não pejorativo do termo) e assim, não se constitui em uma substituição, ou muito menos ainda, em uma negação do primeiro.

Essas considerações que acabamos de tecer foram inspiradas no que aconteceu durante famoso congresso de História da Ciência realizado em Londres, ocasião em que Hessen (HESSEN. 1931) interpretou a obra newtoniana, -antes dele interpretada de maneira mitológica e predominantemente internalista, contrapondo à interpretação internalista então dominante, a sua interpretação externalista à luz do materialismo dialético.

Como exemplos marcantes de exageros internalistas apontados por Hessen em seu famoso trabalho de 1931, aparecem dois, um relativo a alguns versos do poeta Pope e outro relativo a uma famosa frase do matemático e filósofo Alfred North Whitehead.

No que concerne ao poeta Pope, os versos são os seguintes:

*Nature and nature's laws lay hid in night;  
God Said 'Let Newton be!' and all was light.*

No que concerne a Whitehead, diríamos que foi o seu famoso juízo segundo o qual se Galileu (1564-1642) e Newton (1642-1727) não tivessem existido, então a história da civilização ocidental seria diferente.

Uma historiografia externalista para a qual os condicionantes histórico-econômicos baseados em luta de classes, expansão colonial etc. não poderia se conformar com uma interpretação fortemente internalista que dá um protagonismo do curso da história a elementos fatalistas como a de um sopro divino que fez com que tudo virasse luz, por mais brilhante e singular que fosse esse personagem. Em sentido análogo também vai a frase de Whitehead quem atribui a uma fatalidade (os nascimentos dos seminais personagens Galileu e Newton) como se fossem super-homens capazes de reverter a rotação da Terra como nas histórias dos desenhos animados.

Encaminhando-nos para o final da presente seção, diríamos que a perspectiva externalista apareceu no campo da História da Ciência como um freio contra mitos como o da genialidade diretora da história, da linearização excessiva das narrativas etc. todos eles lesivos à educação uma vez que não valorizam o protagonismo social construído por muitos atores

sociais tão necessários para uma educação encorajadora e participante, bem como, pra uma interpretação mais fidedigna do próprio processo histórico

É neste contexto que, algumas poucas décadas depois dos anos 30 do século XX apareceram muitos movimentos entre os quais o do CTS, e mais tarde o do CTSA, incluindo a imprescindível dimensão ambiental. (Para uma análise contextualizada ver COSTA DE LUCENA, 2019).

Aqui concluimos as nossas observações desta seção.

## **5 PEDAGOGIA LIBERTADORA E PERSPECTIVA CTSA: APROXIMAÇÕES POSSÍVEIS**

Pensemos em Freire (1996, p. 24) e na forma como ele ilustra a necessidade de aproximação entre um determinado ofício e saberes elementares que o sustentem, o que lhe confere alguma possibilidade de sucesso. Para tanto, o autor propõe o seguinte raciocínio:

O ato de cozinhar, por exemplo, supõe alguns saberes concernentes ao uso do fogão, como acendê-lo, como equilibrar para mais, para menos, a chama, como lidar com certos riscos, ainda que remotos, de incêndio, como harmonizar os diferentes temperos numa síntese gostosa e atraente. A prática de cozinhar vai preparando o novato, ratificando alguns daqueles saberes, retificando outros, e vai possibilitando que ele vire cozinheiro. A prática de velejar coloca a necessidade de saberes fundantes como o do domínio do barco, das partes que compõem e da função de cada uma delas, como o conhecimento dos ventos, de sua força, de sua direção, os ventos e as velas, a posição das velas, o papel do motor e da combinação entre motor e velas. Na prática de velejar se confirmam, se modificam ou se ampliam esses saberes.

Notemos: à figura do cozinheiro em formação cabe conhecer procedimentos ligados ao fogão, diretamente; existe, também, a necessidade de que ele conheça aspectos essenciais ligados à possibilidade de incêndio, ao uso das panelas, dos temperos etc. Também o que veleja, na prática de velejar, necessita de conhecimentos básicos, ou fundantes, sobre a mecânica do barco, em si, mas estará fadado ao naufrágio caso ignore sinais contextuais, como o tempo e o clima ou, se porventura, se mostrar incapaz de posicionar as velas de acordo com os ventos.

De igual modo, a prática docente não deve restringir-se ao conteúdo, ao dogma, mas relacioná-lo – e, mesmo, confrontá-lo – na busca por soluções de problemas da comunidade e da realidade onde está inserida. Essa capacidade de ler e interpretar o mundo, bem como de agir sobre ele, nas palavras de Paulo Freire, se for atrelada à perspectiva CTSA, diz respeito aos impactos dos avanços científicos e tecnológicos na Sociedade, mas, também, ao posicionamento da Sociedade perante eles. Para ele, Freire (ibidem, p. 09)

[...] mais do que um ser no mundo, o ser humano se tornou uma Presença no mundo, com o mundo e com os outros. Presença que se pensa a si mesma, que se sabe presença, que intervém, que transforma, que fala do que faz, mas, também, do que sonha, que constata, compara, avalia, valora, que decide, que rompe.

Destacamos, nesse atrelamento, a importância de uma sólida formação para pedagogos(as), entendendo sua prática docente como um serviço que, prestado à Sociedade, extrapola os níveis acadêmico ou profissional, encontrando sua razão de ser no

desenvolvimento da cidadania responsável, desde o nível individual até ao nível social ou coletivo, onde os sujeitos em formação possam lidar com problemas e questões, cujas dimensões sejam, também, científicas e/ou tecnológicas. Nas palavras de Teixeira *et al*, (2003, p. 42), agenciar a “[...] formação de sujeitos para a participação crítica nos processos sociais e ainda garantir um espaço para a problematização da relação ciência, tecnologia, sociedade e ambiente na perspectiva CTSA, é o grande desafio”.

Freire aponta alguns saberes como sendo indispensáveis: o primeiro é que “ensinar exige risco e aceitação do novo” (FREIRE, 1996, p. 36). A cada novo ciclo de ação-reflexão-ação, o sujeito educador, aquele que forma e se reforma ao ensinar, expõe-se ao risco; caso contrário não se trata de uma reflexão crítica sobre a própria prática docente, porque a criticidade inerente a essa reflexão gera o que o autor chama de prática docente crítica.

A prática docente crítica é uma prática nova, que é renovada justamente pela ânsia de ser compartilhada e, novamente posta sob reflexão. O medo do risco embargaria o processo, tornando-o engessado na impossibilidade da aceitação do novo, que não deve ser aceito só porque é novo, bem como o velho não deve ser rejeitado só porque é velho.

Supondo que o ensino de Ciências, em seu modelo atual, seja tomado por velho ou inadequado, deve ser rejeitado por negar o caráter social da Ciência e não por ser velho. Se a perspectiva CTSA, por sua vez, pode ser compreendida como uma perspectiva nova para muitos educadores, também não deve ser aceita por esse motivo, apenas, mas por “[...] possibilitar uma maior compreensão a respeito dos conteúdos abordados, através de uma renovação no esquema do currículo tradicional, baseando-se em temas relacionados ao cotidiano dos alunos” (ANDRADE, 2019, p. 01), o que corrobora com Freire em sua proposição de temas geradores, e, além disso, por possibilitar “[...] uma visão crítica sobre a formação de cidadãos conscientes e ativos na Sociedade, aptos a tomada de decisão frente a problemas do contexto social em que se encontram inseridos (ibidem, p. 01).

Outro saber indispensável à prática pedagógica é que “ensinar exige rigorosidade metódica” (FREIRE, 1996, p. 28). O autor pontua que esses saberes por ele apresentados são igualmente necessários tanto a educadores progressistas quanto a educadores conservadores, “independentemente de sua cor política ou ideológica” (FREIRE, 1996, p. 23). Sendo assim, ao se referir à rigorosidade metódica, o autor não defende esse ou aquele método, mas aponta para a necessidade de que o método adotado pelo sujeito educador possua um caráter democrático; aponta, também, para a importância de se reforçar, no processo de ensino-aprendizagem, a “capacidade crítica do educando, sua curiosidade, sua insubmissão” (ibidem, p. 28).

A forma como um determinado método (cujo caráter seja democrático) aproxima o sujeito educando de seu objeto de estudo fortalece a crítica freireana ao modelo de educação bancário, já apontado neste estudo, uma vez que não se esgota na análise superficial de um objeto, mas “se alonga à produção das condições em que aprender criticamente é possível” (ibidem, p. 28). Nesse sentido, o autor aponta para a construção da docência enquanto processo formativo contínuo, no qual o educador “já teve ou continua tendo a experiência da produção de certos saberes” (ibidem, p. 29), os quais não estão restritos aos conteúdos curriculares, mas articulados ao seu próprio modo de pensar, fazer e agir sobre a realidade que o cerca.

Vai-se, então, compreendendo que esta rigorosidade metódica se afasta da memorização mecânica e da repetição inerte, ambas insuficientemente capazes de tornar o sujeito educando autônomo, mas que – em vez disso – insistem em domesticar sua mente, prendendo-o ao mais superficial de qualquer coisa, até o ponto em que, “não percebe (quando realmente existe) nenhuma relação entre o que leu e o que vem ocorrendo no seu país, na sua cidade, no seu bairro” (ibidem, p. 29). Um método progressista e, portanto, de caráter

democrático, implica em um comprometimento imediato tanto de educadores quanto de educandos com qualquer que seja seu objeto de estudo, potente e capaz de colocá-los a refletir sobre a realidade que os cerca.

Outro saber, é que “ensinar exige a convicção de que a mudança é possível” (FREIRE, 1996, p. 74). Considerando a diversidade de cenários que se apresentam e a pluralidade dos sujeitos dessa pesquisa, há de se concordar com Freire que não cabe ao ser humano, ao ser gente, esperar, somente, sendo desse mundo um observador, antes, sendo dele sujeito, esse ser humano, homem ou mulheres, pode nele intervir – adaptando-se a ele, transformando-se com ele.

Nesse sentido, a constatação da realidade se traduz tanto na forma como a Sociedade percebe o mundo quanto no exercício de sua existência, nele. Somente a constatação permite a transformação individual e coletiva, embora a ameaça constante da alienação imponha aos sujeitos a possibilidade da mera adaptação, pura e inerte. Contudo, para Freire, é o posicionamento a favor da transformação e da mudança quem confere a todos, em âmbito social, a responsabilidade da construção de um arcabouço de conhecimentos sobre si e sobre a realidade em que se inserem.

A forma como esses sujeitos se relacionam – e, até mesmo, compartilham – os conhecimentos, por meio dos quais decidem, escolhem e intervêm em sua realidade, define sua posição e papel no mundo, pois não há ingenuidade nesse ou naquele posicionamento, nessa ou naquela ação e, até o não se posicionar, o não agir é, em si mesmo, um tipo de posicionamento. “Ninguém pode estar no mundo, com o mundo e com os outros de forma neutra” (FREIRE, 1996, p. 75).

A educação genuína, libertadora, não compactua com qualquer suposta neutralidade, com a infertilidade do saber, com o estudar por estudar ou estudar descomprometidamente, “como se misteriosamente, de repente, nada tivéssemos com o mundo, um lá fora e distante mundo, alheado de nós e nós dele” (ibidem, p. 75). Essa suposta neutralidade, ora apontada, é, inclusive, a crítica mais forte já apresentada, neste estudo, ao ensino de Ciências em seu modelo atual que, esvaziado de seu caráter social, aliena, separa, distorce. A essência libertadora da Educação vai na contramão disso.

Pode-se afirmar, então, que tanto a educação libertadora quanto a perspectiva CTSA são formas de mudança no mundo, sim, porém não somente isso. Ambas são atos de resistência e intervenção no mundo, juntas, pois, se por um lado resistir significa suportar a dor, a fome, o descaso e a falta do que há de mais básico em situações que obrigam os sujeitos a terem dignidade onde lhes é imposta a extrema indignidade, por outro, intervir significa esperar que, por meio do conhecimento, essa realidade (como outras tantas) pode e deve ser transformada.

Assim, a imprescindível clareza na escolha do método, do movimento ou da perspectiva adotada na prática docente mostra sua importância, ao passo em que apresenta, ela própria, o modo como o sujeito se relaciona consigo e com aquilo que a realidade na qual se insere lhe esconde, sugere ou aponta, explicitamente.

## 6 CONCLUSÃO

É possível afirmar, então, que no âmbito da formação de professores, as contribuições da perspectiva CTSA residem na possibilidade de promoção de “uma melhor compreensão da Ciência e da Tecnologia em seu contexto social, incidindo nas inter-relações entre os desenvolvimentos científico e tecnológico e os processos sociais.” (ibidem, p.06). Significa dizer que o que se considera, neste artigo, ser a formação progressista de pedagogos(as), a quem cabe ou ainda caberá o ensino de Ciências da Natureza, está embasado pelo

desenvolvimento da “capacidade de interpretar, pelo menos de forma geral, questões controvertidas relacionadas com os impactos sociais da Ciência e da Tecnologia e com a qualidade das condições de vida de uma sociedade cada vez mais impregnada de Ciência e, sobretudo, de Tecnologia” (ACEVEDO, VÁZQUEZ Y MANASSERO, 2005, p. 18).

Em última instância, ao analisar as contribuições da perspectiva CTSA para a formação de pedagogos, este artigo convida a reflexão sobre que concepções de ensino de ciências tem se dado à formação do educador pedagogo, professor responsável pelo processo educativo na primeira etapa da educação básica e nos anos iniciais do Ensino Fundamental; portanto, responsável pelas primeiras e fundamentais aproximações dos indivíduos singulares ao pensamento científico historicamente produzido. Tais contribuições apontam para a necessidade de que a formação continuada de pedagogos considere as relações entre sociedade e natureza, compreendendo os fenômenos da natureza em seu processo de permanência e mudança, gênese e desenvolvimento, enquanto produção humana na relação de transformação da natureza. O ensino de Ciências da Natureza na perspectiva CTSA aponta para a necessidade de que os planos/projetos de formação continuada contribuam para a ampliação e, quiçá, transformação da visão de mundo dos professores no que diz respeito à relação dinâmica e contraditória entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, condição *sine qua non* para contribuírem com o processo formativo das futuras gerações.

Em suma, uma melhoria aqui por nós reivindicada para a formação continuada de pedagogos(as) consiste, a partir da presente reflexão, em ir além de uma mera Alfabetização Científica internalista ainda que de boa qualidade, apontando, inspirados em crítica análoga dos historiadores externalistas à História meramente internalista, em prol de uma complementaridade crítica e libertadora. A presente reflexão nos recomenda progredirmos na direção de uma complementaridade integradora na perspectiva libertadora e crítica de Paulo Freire. Nessa perspectiva, a incorporação de uma abordagem CTSA nos parece a mais recomendável para a formação continuada dos(as) pedagogos(as).

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Tatiana Santos; SOUZA, Claudia; DE LIMA NETO, Edmilson G. **As dificuldades ressaltadas por professores na Implantação de currículos com ênfase CTSA no ensino de ciências da rede pública de Aracajú-SE.** 2019.

COSTA DE LUCENA, M. P. **Principais Obstáculos à Inserção da História da Ciência e da Filosofia da Ciência no Ensino de Física no Contexto da Educação Básica,** Dissertação de Mestrado defendida junto ao MNPEF/UFAL-Polo 36, em fevereiro de 2019.

CHRISPINO, Alvaro. Introdução aos enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade na Educação e no Ensino. **Documentos de Trabajo IBERCIÊNCIA,** n. 4, 2017.

HESSEN, B. The Social and Economic Roots of Newton’s ‘Principia’ *In: Science at the CrossRoads* – Second International Congress History and Science Technology, London: Frank Cass&Co. Ltd, 1931.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia.** São Paulo: Editora Paz e Terra, 1996.

MARTINS, Isabel P. Revisitando orientações CTS/CTSA na Educação e no Ensino de Ciências. APEduC. **Revista-Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia,** v. 1, n. 1, p. 13-29, 2020.

SANTOS, M. E. **Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI**: co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, p. 76-89, 1999.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. D. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p.59-77, 2011.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

|   |
|---|
| <p><b>Submetido em:</b> 10/07/2022<br/><b>Aprovado em:</b> 25/07/2022</p> |
|---|