



Situações-problema como estratégia mediadora da alfabetização científica crítica

Problem situations as a mediating strategy for critical scientific literacy

Situaciones problemáticas como estrategia mediadora para la alfabetización científica crítica

Elisangela Barreto Santana

Universidade Federal do Pará

Elisangela.santana.bs@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2321-7283>

Nelba Tania Gomes Pinheiro

Colégio Tenente Rêgo Barros - CTBR

nt.pinheiro@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3441-408X>

Nadia Magalhães da Silva Freitas

Universidade Federal do Pará

nadiamsf@yahoo.com.br

<https://orcid.org/0000-0003-0042-8640>

Resumo

O presente trabalho é resultado de uma pesquisa que buscou ponderar sobre a percepção de professores, notadamente no que se refere ao uso das situações-problema, no contexto do ensino CTS. A pesquisa-ação, de natureza qualitativa, foi realizada em conjunto com professores de Ciências (Coletivo de Estudos), de uma Escola da educação básica. Na apreciação dos dados, recorremos à análise textual discursiva. Realizamos intervenções, com o uso de situações-problema, por meio de projetos de ensino, os quais nos possibilitaram conduzir uma formação ampliada com vistas à cidadania, na educação básica, especialmente nos anos finais do ensino fundamental. Nesse contexto, foi possível apreender o potencial das situações-problema como recurso didático e pedagógico condizente com as necessidades de promover a alfabetização científica crítica, pautada em dois elementos: alfabetização científica e o pensamento crítico, ambos necessários aos ideais de uma formação crítica e cidadã.

Palavras-chave: Situações-problema, ensino de ciências, educação CTS, alfabetização científica, pensamento crítico.



Abstract

The present work is the result of a research that sought to reflect on the perception of teachers, notably regarding the use of problem situations in the context of CTS approach. The action research, of a qualitative nature, was carried out jointly with science teachers (Collective of Studies), from a education basic School. In appreciation the data, we resorted to discursive textual analysis. We carried out interventions, using problem-situations, through teaching projects, which enabled us to conduct broader citizenship education in basic education, especially in the final years of elementary school. In this context, it was possible to apprehend the potential of problem-situations as a didactic and pedagogical resource consistent with the need to promote critical scientific literacy, based on two elements: scientific literacy and critical thinking, both necessary to the ideals of critical and citizen formation.

Keywords: problem-situations, science education, STS approach, scientific literacy, critical thinking.

Resumen

El presente trabajo es el resultado de una investigación que buscó considerar la percepción de los docentes, en particular con respecto al uso de situaciones problemáticas, en el contexto de la enseñanza CTS. La investigación acción, de carácter cualitativo, fue realizada en conjunto con docentes de Ciencias (Colectivo de Estudio), de una Escuela Primaria. Al evaluar los datos, utilizamos análisis textual discursivo. Realizamos intervenciones, utilizando situaciones problemáticas, a través de proyectos didácticos, que permitieron realizar una formación ampliada con visión para la ciudadanía, en la educación básica, especialmente en los últimos años de la escuela primaria. En este contexto, fue posible captar el potencial de las situaciones problemáticas como recurso didáctico y pedagógico coherente con las necesidades de promover la alfabetización científica crítica, a partir de dos elementos: la alfabetización científica y el pensamiento crítico, ambos necesarios para los ideales de crítica y ciudadanía. educación.

Palabras clave: Situaciones problemáticas, enseñanza de las ciencias, educación CTS, alfabetización científica, pensamiento crítico.

Introdução

O presente trabalho é resultado de uma pesquisa-ação, nos moldes de Thiollent (2007), que objetivou ponderar sobre percepção de professores, discussões, conteúdos e contextos do uso de situações-problema, sob orientação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), em um cenário que buscou responder a seguinte questão de pesquisa: em que termos, situações-problema podem propiciar processos de alfabetização científica crítica na percepção de professores?

O cenário da pesquisa constituiu-se de uma formação continuada de professores que ensinam ciências, em uma Escola Assistencialista, no município de Belém, estado do Pará, região Amazônica do Brasil, configurada como um Coletivo de Estudos (Benachio, 2011; Imbernón, 2009; Raposo & Freitas, 2019). Adotamos aqui características que classificam este trabalho como uma pesquisa-qualitativa (Oliveira, 2013).



No Brasil, a proposta de uma educação crítica, pautada na alfabetização científica crítica se justifica quando, a despeito das críticas feitas aos testes em larga escala, como a Provinha Brasil, a Prova Brasil, a Avaliação Nacional da Alfabetização (ANA), o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e o *Programme for International Student Assessment* (PISA), estes, têm mostrado que ainda há muito a avançar em questões básicas como a alfabetização na idade certa (letramento) e a alfabetização científica dos estudantes da educação básica (Calderón & Borges, 2020; Silva, Lopes & Castro, 2016). Em alguns aspectos, parece utópico falar em alfabetização científica crítica em um país de dimensões continentais, com tantas diferenças regionais que tornam o mero letramento um desafio.

Inúmeras iniciativas foram desenvolvidas, no intuito de tornar a educação melhor e mais eficiente (Abrucio, 2016). Porém, várias discussões são necessárias quanto ao entendimento que se tem do conceito e objetivos educacionais. Se de um lado, temos por parte dos professores uma visão ampliada, que leva ao entendimento de que a educação visa à formação para a vida – formação cidadã; de outro lado, temos de forma preocupada, a imposição de uma visão reducionista, engessada na formação para o trabalho, por parte das redes de ensino.

Nas últimas décadas, o Brasil aos poucos, por meio de centros formadores – Universidades e escolas de governo, tenta modificar o perfil dos professores da educação básica, oferecendo a professores em formação inicial e em serviço a possibilidade de apreensão de teorias pedagógicas, juntamente com estratégias de ensino, que visam um melhoramento dos resultados educacionais (Bauer, 2011).

Nesse sentido, cabe destacar a vivência de Tenreiro-Vieira e Vieira (2014) que apontam a alfabetização científica crítica, ou seja, a alfabetização científica e o desenvolvimento do pensamento crítico¹, como meta que se reflete nas orientações curriculares para a educação básica em países da Europa e da Iberoamérica. Os autores afirmam que o sucesso dessa meta está em focar nas práticas didáticas e pedagógicas dos professores, mais especificamente nos materiais curriculares, nas atividades de aprendizagem, nas estratégias de ensino e na ambiência de sala de aula.

Em nosso entendimento, a educação deve estar pautada na formação cidadã, que aproxime o estudante das múltiplas dimensões formativas vivenciadas em uma sociedade. Desse modo, as dimensões científicas, técnicas, econômicas, políticas, sociais, culturais, éticas, entre outras, precisam ser contempladas, o que torna a escola muito mais que um espaço para a formação e conformação de futuros profissionais para o mercado de trabalho, contemplando um modelo de formação ampliada.

Compreendemos ainda, que um modelo de formação reducionista, que se concentra apenas em uma ou em poucas dimensões, nesse caso em específico, formar para o trabalho, conduziria a uma sociedade desvinculada de uma proposta democrática de desenvolvimento social, uma vez que para a participação ativa em decisões que promovam o bem-estar social, é necessário

¹ Pensamento crítico, conforme mencionado neste texto, não tem nenhuma relação com o “Movimento da lógica informal e do pensamento crítico”, que se fundamenta em um programa de estudos sobre questões lógico-conceituais fundamentais (filosóficas). Antes, refere-se à visão epistemologicamente fundamentada na Teoria Crítica, da qual compartilhamos conceitos da educação CTS no ensino de Ciências.



bem mais que o conhecimento técnico. É importante a participação de cidadãos conscientes de seu papel no processo de transformação social; tais agentes de mudança, com postura crítica e propostas de ação, condizem com os anseios de uma sociedade democrática e igualitária (Cachapuz et al., 2000).

Contudo, uma formação ampliada, pautada em uma formação cidadã, parece ser um dos grandes desafios que perpassam a atividade docente em sua prática de sala de aula. É nesse sentido, que a presente pesquisa acadêmica, objetiva ponderar sobre a percepção, notadamente no que se refere ao uso das situações-problema, no contexto da educação CTS, com vistas a alcançar a alfabetização científica crítica, como já referido anteriormente.

Neste artigo, apresentamos na seção introdutória acima, um breve panorama de nossa pesquisa, em ensino de ciências, que focou na necessidade da alfabetização científica crítica, por meio de uma formação ampliada, com o uso de situações-problema. Em seguida, apresentamos as lentes teóricas que subsidiaram nossas discussões; posteriormente, descrevemos os aspectos metodológicos, com a indicação das opções que adotamos para a coleta e a análise dos dados. Na sequência, apresentamos os resultados obtidos, finalizando com observações que consideramos pertinentes no contexto da educação básica, em específico nos anos finais do ensino fundamental, estabelecendo, com isto, possíveis caminhos à alfabetização científica crítica, mediada por situações-problema, sob orientação CTS.

Contextualização teórica: alfabetização científica crítica

A educação CTS tem como um dos objetivos, o desenvolvimento de autonomia e do senso crítico, cujo destaque está presente na literatura pertinente (Oliveira et al, 2022). Entendemos que a materialização desses objetivos está relacionada com a formação ampliada dos estudantes, alcançada por meio da alfabetização científica crítica e, esta, por sua vez, está relacionada com aspectos individuais da alfabetização científica e do desenvolvimento do pensamento crítico.

Quanto ao conceito de alfabetização científica, muitos autores discutem seu significado e apresentam diferentes conjunções de termos, tais como letramento científico, literacia científica, encultramento científico, para o seu termo originalmente usado em inglês *scientific literacy* (Bybee, 1995; Chassot, 2003; Cunha, 2017; Deboer, 2000; Hurd, 1998; Sasserom & Carvalho, 2011; Snow & Dibner, 2016; Teixeira, 2013). Apropriamo-nos, aqui, da concepção apresentada por Tenreiro-Vieira e Vieira (2014), embora outros autores tenham se debruçado na discussão sobre o pensamento crítico na educação científica (Garcia-Carmona, 2023; Santos, 2017). Vejamos então, como é apresentada a construção de Tenreiro-Vieira e Vieira (2014, p, 12):

[...] é o conhecimento e compreensão de conceitos científicos e capacidades de pensamento requeridos para tomada de decisão em nível pessoal, para a participação em assuntos cívicos e culturais [...]. Significa ser capaz de ler e compreender um artigo sobre Ciência, envolver-se em diálogos públicos sobre a validade de conclusões apresentadas e apresentar posições fundamentadas em razões racionais e científica e tecnologicamente informadas. Implica ser capaz de



avaliar a informação a partir da credibilidade das fontes usadas para gerar e ser capaz de avaliar argumentos com base na evidência fornecida.

Assim como nós, os autores entendem que a alfabetização científica envolve compreender os conceitos científicos, não apenas para a resolução de atividades de sala de aula mas, para além disso, o estudante deve ser capaz de discernir a natureza e a intencionalidade da atividade científica, inferindo julgamento de valores sobre ações e desenvolvimentos da Ciência.

Compreendemos que a alfabetização científica é tanto necessária quanto interdependente do pensamento crítico, cuja definição corroboramos como sendo:

[...] uma forma de pensar focada no decidir racionalmente o que fazer ou em que acreditar, envolve uma constelação de ferramentas intelectuais. Estes incluem: disposições, atitudes, valores ou traços de caráter; capacidades de pensamento; normas ou critérios; e conhecimentos. Assim, o pensador crítico para decidir racionalmente o que fazer ou em que acreditar, no contexto da resolução de um problema ou no contexto da interação com os outros a propósito de um problema ou questão (que envolve, por exemplo, a ciência e a matemática) precisa mobilizar um conjunto de recursos intelectuais (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2014, p. 16).

Foram com essas lentes que nos concentramos em observar e avaliar a experiência que vivenciamos com o uso de situações-problema, no intuito de identificar que contribuições elas poderiam trazer ao ensino de ciências, sob orientação CTS.

Em relação a alfabetização científica, este texto não pretende explanar cada sentido ou significado dado a *scientific literacy*, tampouco apresentar o estado da arte sobre o tema. Porém, consideramos importante compartilhar os aspectos utilizados em nossa pesquisa, que orientaram nossa busca por indícios de que os sujeitos envolvidos no processo de pesquisa foram afetados de maneira exitosa.

Dos elementos que constituem o processo de alfabetização científica, o desenvolvimento da autonomia é fundamental ao processo de busca de conhecimento. A autonomia, por sua vez, compreende o exercício contínuo de estudos e de pesquisas, de modo que estejam preparados para se envolver em discussões e diálogos públicos, entre outros aspectos. Nesse sentido, o *National Research Council* (NRC, 1996) descreve que a alfabetização científica envolve adquirir conhecimento e compreensão dos conceitos científicos, no intuito de gerar a capacidade para decisões pessoais e a participação em atividades culturais e cívicas, bem como para contribuir com a produtividade econômica da sociedade a qual está inserido. Esse passo inicial para a cidadania requer ainda, por parte dos sujeitos, autonomia no processo de construção do próprio conhecimento.

Outro passo necessário rumo à alfabetização científica é desenvolver a capacidade de usar o conhecimento científico para entender e modificar as atividades humanas (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2014). Para esses autores, a compreensão de conhecimentos científicos é o que contribui para a tentativa de mudar a realidade na qual o sujeito está inserido. Nessa perspectiva, os autores entendem que é a alfabetização científica que irá ajudá-los, como indivíduos da sociedade, a compreenderem o mundo e suas problemáticas, e a contribuir para um cenário de mudanças, isto,



com propostas de resolução de problemas, com a participação ativa e responsável, envolvidos, por sua vez, na construção de uma sociedade democrática e igualitária. Com isso, os sujeitos desenvolvem a capacidade de aplicar ideias-chave da ciência aos acontecimentos e fenômenos do seu cotidiano.

Um aspecto importante da alfabetização científica é ser capaz de compreender a ciência como um processo social, no qual há interesses e valores envolvidos (Snow & Dibner, 2016). Passamos de um extremo, em que a ciência era vista como salvadora da humanidade e os cientistas os heróis, desprovidos de quaisquer intencionalidades, unicamente dedicados ao desenvolvimento e bem-estar da sociedade, para outro extremo, em um período bem recente, em que a ciência e os cientistas foram confrontados e desqualificados; a pesquisa científica sofreu o rechaço de uma parte significativa da sociedade e a descredibilização por parte de entidades públicas.

Encontrar um ponto de equilíbrio entre esses dois extremos só é possível quando se desenvolve a adequada percepção da ciência como um processo fluído e dinâmico, influenciado por interesses políticos e investimentos direcionados a atender demandas previamente estabelecidas. Ao atingir esse nível de alfabetização científica, é possível ter a compreensão das potencialidades, das limitações do conhecimento e das atividades científicas (Snow & Dibner, 2016). Esses foram os aspectos da alfabetização científica que orientaram a priori nossa perspectiva investigativa.

Quanto aos aspectos individuais do pensamento crítico, cabe destacar que o pensamento racional e a capacidade reflexiva são apontados como estruturantes para o desenvolvimento da alfabetização científica, o que contribuirá para os sujeitos lidarem com problemas de ordem pessoal, social, política, econômica, entre outros; ainda, é o pensamento racional que irá ajudar a fazer julgamento de valores, a fim de decidir, de forma racional o que fazer e em que/quem acreditar (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2013; Vieira et al., 2011; Cotrell, 2005).

Ampliando nossa abordagem, podemos referir que desenvolver a capacidade de análise de argumentos é o que permitirá as pessoas a se posicionarem “[...] sobre questões científicas, racionalizando logicamente a questão em discussão, a fim de detectar falácias em argumentos, ou suspender a tomada de decisão quando deve haver evidência insuficiente para rastrear e sustentar uma conclusão” (Vieira et al., 2011, p. 46 – tradução nossa). Essa característica também contribui para o exercício do pensamento intencional, no qual os argumentos são construídos de forma lógica e com um objetivo em mente, rejeitar parcialidades e arbitrariedades na avaliação de argumentos e hipóteses levantadas por cientistas e especialistas, em decisões tecnocratas (Vieira et al., 2011).

Exercitar hipóteses, criar e sustentar argumentos transformam o pensamento passivo, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico. Quando desafiados, diante de um problema social, ambiental ou sociocientífico, real ou simulado, somos confrontados com realidades, por vezes, distintas de outras, e somos levados a pensar no outro e em formas de mudar/transformar a realidade. Esse exercício leva ainda a percepção das diferenças sociais, econômicas, raciais, culturais a que estamos sujeitos, o que favorece o entendimento da importância da equidade social, o que por si só já se configura como exercício de cidadania.

Pautar ações pedagógicas na lógica do pensamento crítico significa desafiar constantemente os estudantes a novas e promissoras propostas de resolução de problemas, instigando-os ao



mesmo tempo, de modo a confrontá-los com vivências distintas das já experienciadas. Cada nova ação pedagógica, deve mobilizar diferentes áreas de conhecimento e objetos de conhecimento, produzir e exercitar habilidades e competências diversas, ao passo que se eleva a maturidade do pensamento crítico dos envolvidos. Tais características do pensamento crítico, orientou-nos, no sentido de buscar evidências de que o uso de situações-problema poderia contribuir para o ensino de ciências, sob orientação CTS.

Situações-problema sob orientação CTS

O uso de situações-problema tem sido um recurso utilizado no intuito de facilitar o processo de problematização, quando apresentamos questionamentos e problemáticas que interrelacionam como a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (Santana, 2019). Embora, as situações-problema, originalmente estivesse relacionada com a Aprendizagem Baseada em Problema, ao longo das últimas três décadas se configurou como um recurso apropriado à Metodologia da Problematização, com experiências exitosas no ensino de ciências, na educação básica (Santana et al., 2019; Pinto & Araújo, 2018; Santos & Kato, 2013; Berbel, 1998;1999; 2011).

Seu uso consiste na escolha e elaboração de situações que questionem, apontem problemas, levantem controvérsias e instiguem a busca de entendimento, elucidação e elaboração de hipóteses para a resolução dos problemas apresentados. As etapas para elaboração de situações-problema que condizem com os objetivos da educação CTS estão descritas por Santana et al. (2019; 2021), as quais assinalam passos distintos que podem servir de base para sua utilização no ambiente escolar, quais sejam: (1) as condições que antecedem as situações-problema; (2) instituição das situações-problema; (3) elaboração das situações-problema; (4) a sistematização do conhecimento e; (5) a tomada de decisão. Abaixo, apresentamos uma adaptação do esquema desenvolvido por Santana, Valente, & Freitas (2021), com reprodução autorizada (Figura 1), no qual descreve-se o ciclo formativo para o uso de situações-problema.

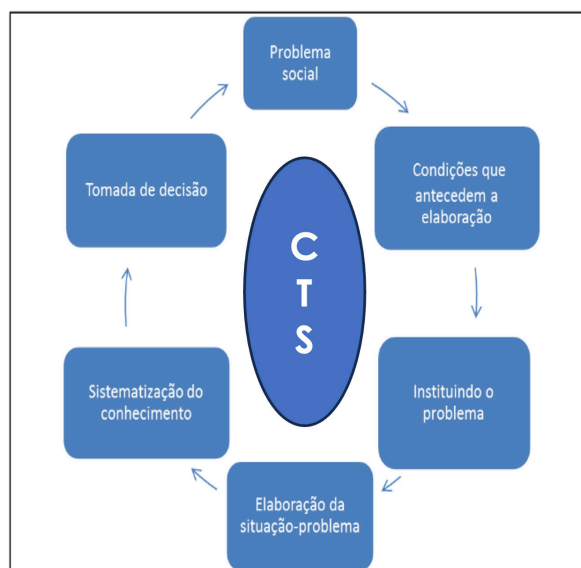


Figura 1: Esquema para a utilização de situações-problema, sob orientação CTS.

Após definida a situação-problema, o cenário adequado e os recursos a serem utilizados, é necessário verificar a validade da estratégia utilizada à luz da didática. Com esse intuito, Santana et al., (2020) destacam critérios que devem ser levados em consideração, a saber: (1) a proposta atende as necessidades de conteúdo? Esse critério leva em consideração as necessidades fatuais, conceituais, atitudinais e procedimentais; (2) a proposta elaborada atende as necessidades dos estudantes? É necessário verificar se a estratégia a ser adotada irá conferir significado à aprendizagem e se potencializa o desenvolvimento da autonomia, visto que o foco é a educação CTS e (3) atende as necessidades pedagógicas? Em síntese, a situação-problema que será utilizada como recurso didático-pedagógico assegurará aos estudantes o domínio dos objetos de conhecimento? Também é importante confirmar se cria condições e meios de aprendizagem e ainda se é capaz de orientar os estudantes à formação cidadã. Assim, ao trabalhar com as situações-problema nos concentramos nessas etapas, de modo a garantir que a estratégia metodológica fosse adequada, ou seja, era nossa pretensão que as situações-problema contribuíssem para a elaboração e o refinamento do pensamento crítico e este, por sua vez, confluísse para a alfabetização científica crítica.

Metodologia: as escolhas que fizemos

A pesquisa, de natureza qualitativa (Minayo, 2016), possibilitou a utilização de técnicas e métodos para a análise e a compreensão de nosso objeto de estudo, segundo a sua estrutura, ou seja, diante dos acontecimentos envolvidos (Oliveira, 2013). A presente pesquisa foi desen-



volvida no âmbito de um Coletivo de Estudos (doravante Coletivo), com a colaboração da equipe de professores de ciências de uma Escola de educação básica. A metodologia utilizada durante o Coletivo se aproximou do que Thiollent (2007) configura como pesquisa-ação, uma vez que foi concebida e realizada em estreita relação e cooperação com as pesquisadoras e com os participantes representativos da situação.

Por sua vez, compreendemos por Coletivo de Estudos o “desenho” de formação continuada de professores, caracterizado pelo estudo grupal, que possibilita a igualdade entre os participantes, a reflexão crítica, a abordagem multidimensional e a disposição dos professores em se oportunizar novos olhares e aprendizagens, enriquecendo sua práxis (Raposo & Freitas, 2019). A igualdade entre os participantes favorece a aprendizagem reflexiva e autônoma, evita um cenário hierárquico entre o formador e os professores participantes e se constitui como estratégia mobilizadora de aprendizagens ativas (Imbernón, 2009).

Os professores participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), atendendo a resolução n. 510/2016 (Brasil, 2016), que indica a necessidade de informar aos participantes sobre a pesquisa, como um todo, bem como garantir a segurança, a desistência em qualquer momento, além de ter a privacidade e confidencialidade respeitadas. Os participantes foram identificados pela primeira letra do nome e sobrenome, precedido da letra “P”, com o objetivo de resguardar suas identidades.

Como instrumento de coleta de dados, adotamos questionários, gravações em áudio e vídeo das reuniões do Coletivo, produção de diário de formação, produção de textos, narrativas orais e rodas de conversas, bem como entrevista individual e coletiva com os professores.

O processo formativo constou da elaboração coletiva de situações-problema, em contextos de projetos de ensino, voltados a estudantes do 6º ao 9º ano. As situações-problema buscaram instigar o questionamento, contemplar a aquisição de conhecimentos científicos e possibilitar o exercício da cidadania e criticidade, no âmbito do ensino de Ciências. As manifestações dos professores, com relação ao processo, compõem o *corpus* deste trabalho. Para facilitar o entendimento, caracterizamos as manifestações dos professores como oriundas das entrevistas e dos diários de formação.

Nosso referencial teórico para a elaboração das situações-problema, está pautado em aspectos da alfabetização científica por entender a necessidade de o estudante ser capaz de compreender a ciência como um processo social, permeado de interesses e de valores (Snow & Dibner, 2016). Compreender a natureza da ciência e dos aspectos que envolvem a investigação científica é o que fará o estudante mobilizar o pensamento crítico (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2014).

Com vistas a esse objetivo, realizamos intervenções com o uso de situações-problema, por meio de projetos de ensino, os quais nos possibilitaram apreender aspectos formativos pautados em uma formação para a cidadania, na educação básica, em específico nos anos finais do ensino fundamental. Foram oito semestres de acompanhamento do trabalho dos professores, em sala de aula, com a utilização de situações-problema como proposta de mediar a alfabetização científica crítica na educação básica, sob orientação CTS. A Análise Textual Discursiva (ATD) foi nossa opção para proceder à análise dos dados. Tais dados contribuíram para a compreensão dos eventos ocorridos e explicitação das vozes dos participantes, isto em um cenário de copar-



ticipação entre os pesquisadores e os professores de Ciências, o que nos permitiu a captação de “um novo emergente”, apresentado como resultados da pesquisa (Moraes & Galiazzi, 2011).

Resultados e discussões

Apresentamos as análises, no que tange as discussões e os contextos das situações-problema, em processos de alfabetização científica crítica, a partir de categorias que emergiram da análise dos dados, sob a ótica do referencial teórico adotado.

Alguns aspectos dessa experiência foram vinculados ao desenvolvimento da autonomia, conforme observado pela professora PCA, quando se referiu a um debate realizado na sala de aula, vejamos:

O próprio ato de você estimular um debate e antes do debate ter que fazer uma pesquisa e ter que se “armar”, se instrumentalizar de conhecimento para participar do debate, do seminário, isso aí é bem enriquecedor... Eu acredito que à medida que ele mesmo constrói essa concepção de alguma coisa, ele já está indo atrás desse algo a mais e isso colabora com a aprendizagem (PCA, entrevista, destaque nosso).

A professora PCA se aproxima aqui de um aspecto da alfabetização científica, a saber: o desenvolvimento da autonomia no processo de aprendizagem, este, expresso no trecho que aponta a necessidade de os estudantes “se instrumentalizarem de conhecimento” para o debate, reconhecendo, por seu turno, a importância dos conhecimentos científicos.

Outro trecho da fala da professora nos faz pensar ainda a questão da autonomia: “[...] a medida que ele mesmo constrói essa concepção [...] ele já está indo atrás desse algo a mais e isso colabora com a aprendizagem”. E, nesse ponto, destacamos os traços do pensamento crítico, que derivam do pensamento racional e reflexivo, consistentes com a proposição apresentada por Ennis (2011), focado em ajudar o estudante a ter autonomia para decidir no que acreditar e/ou o que fazer, avaliando racionalmente a credibilidade das fontes e formulando criticamente questões clarificadoras que sejam mais adequadas à questão ou problemática em jogo. Percebemos que a professora se dá conta de que seu estudante está sendo preparado para agir com autonomia para decidir e se posicionar sobre algo, nos termos de Ennis (2011).

Quanto ao uso do conhecimento científico para entender e modificar as atividades humanas, a professora PNM afirma que:

[...] a motivação do aluno, de ir atrás do conhecimento para poder entender aquela situação-problema, para buscar alguma solução [...] para ter o que falar, o que argumentar, com certeza são ganhos no processo de ensino e aprendizagem (PNM - entrevista).

Alfabetizado cientificamente, para a tomada de decisão esclarecida e racional, o estudante é capaz de tentar mudar sua realidade, melhorar seu entorno e se posicionar diante de desafios



sociais. Tal atitude coaduna-se com as observações de Tenreiro-Vieira e Vieira (2014), que afirmam que a alfabetização científica é capaz de contribuir para a compreensão do mundo e suas problemáticas, bem como pela busca de mudanças.

Aqui emerge também aspectos do pensamento crítico. Percebemos isso quando a professora fala da motivação do estudante “para buscar alguma solução, para ter o que falar, o que argumentar”. Para Guest (2000) apud Tenreiro-Vieira e Vieira (2014), o pensamento crítico requer foco nos argumentos, de modo que permitirá um crivo em torno destes em tomadas de decisões que afetam a sociedade.

O exercício da argumentação, no contexto das situações-problema, ocorreu ao longo dos projetos e os estudantes foram cada vez mais se apropriando da linguagem científica, de fatos, das ações da ciência e de conhecimentos que possibilitassem a elaboração e a defesa de hipóteses para a resolução das situações-problema a eles apresentados. Foi possível, com isso, aplicar ideias-chave da ciência aos acontecimentos e fenômenos por eles analisados, como preconizam Tenreiro-Vieira & Vieira (2014). Os estudantes, envolvidos nesse processo, passaram por essa transformação em sua formação e foram além, ao usar os conhecimentos adquiridos em outros ambientes/momentos de aprendizagem, conforme nos relatam as professoras:

Um aluno veio elogiar por que o projeto que ele participou aqui na escola, isso foi com ele para a universidade, ele conseguiu extrapolar (PCA – entrevista);

[...] esse aluno que veio agradecer, ele faz direito na universidade. O projeto que ele se referiu foi sobre o meio ambiente, que ele fez aqui e ele está participando de um projeto de pesquisa lá sobre direito ambiental, em Algodão. Ele pegou a experiência daqui, levou pra lá, os professores gostaram muito e aí incluíram ele no projeto de lá (PJR – entrevista).

Como nos mostram as professoras, o aprendizado desenvolvido durante os projetos, com situações-problema, proporcionou aos estudantes a possibilidade de ampliar seu uso. Eles conseguiram articular seu aprendizado com novas situações com que se confrontaram em um estágio de formação posterior, contribuindo, inclusive, com outros projetos, o que condiz com as propostas de alfabetização científica defendida na educação CTS (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2013). Quando investimos no uso de situações-problema e colocamos os estudantes em um ambiente de reformulação de seus conceitos e práticas, facilitamos a eles a aquisição de habilidades que irão perpassar pelo processo de ensino e de aprendizagem e conduzir a um caminho de elaboração do pensamento crítico e a capacidade de fazer a diferença frente às problemáticas sociais.

Ao analisar as diversas classificações de diferentes autores sobre alfabetização científica, Tenreiro-Vieira e Vieira (2013, p. 166) destacam a dimensão da área de aplicação, o que envolve o contexto e situações em que se pode aplicar os conceitos e usos de processos científicos, no que diz respeito a “[...] assuntos e/ou questões relacionados com a ciência que os cidadãos de hoje e de amanhã precisam compreender, visando, nomeadamente, à tomada de decisão sobre estes”. Nesse sentido, os estudantes foram capazes de compreender as decisões envolvidas com as problemáticas que lhe foram apresentadas, bem como de ampliar as decisões tomadas



na comunidade escolar, compartilhando suas experiências e vivenciando novas e ampliadas decisões relativas ao tema.

Quando solicitamos que os professores nos informassem se a proposta realizada com os estudantes, de alguma forma, modificou a visão que eles tinham sobre a ciência, a professora PNM nos relatou:

Sim, os projetos que foram desenvolvidos dentro da abordagem CTS, favoreceram aos estudantes a compreensão das potencialidades e limitações do conhecimento e/ou atividades científicas, e isso foi comprovado em seus argumentos, que revelam indícios de superação da visão ingênua e consciência da necessidade de análise crítica das questões referente ao tema. [...]. Quando o projeto sobre lixo espacial foi iniciado, a visão ingênua dos estudantes, de desenvolvimento linear da ciência e elitismo dos cientistas era evidente: 'Não há aspectos negativos nas pesquisas espaciais, pois os pesquisadores e cientistas são inteligentes e muito bem treinados' [estudante]; 'Não, por que sempre estão a dispor de todo mundo' [estudante]. E, durante o desenvolvimento do projeto foi nítida a mudança de olhar, como por exemplo: 'o pessoal da NASA deveria divulgar para sociedade o que eles estão fazendo, é a nossa vida' [estudante] (PNM – diário de formação).

A professora PNM, percebe aqui o processo de mudança, pelo qual os seus estudantes passaram, e configura isso como uma forma de desmistificar crenças e abandonar conceitos equivocados sobre a ciência e o desenvolvimento científico. Isso porque, a alfabetização científica conduz a uma consciência crítica dos fenômenos e das decisões que os cercam.

Segundo Tenreiro-Vieira e Vieira (2014, p. 9),

A literacia científica é uma prioridade para todos os cidadãos, pois ajuda-os a (1) interessarem-se e a compreenderem o mundo à sua volta; (2) a envolverem-se em discursos de e sobre ciência; (3) a serem céticos e a questionarem afirmações feitas por outros sobre assuntos que envolvem a ciência; (4) a serem capazes de identificar questões, investigar e tirar conclusões baseadas em evidência; e (5) a tomarem decisões informadas sobre o ambiente, a sua saúde e bem-estar.

Novamente, aspectos do pensamento crítico emergem em interdependência à alfabetização científica, como a capacidade de desenvolver argumentos e contra-argumentos. Uma das professoras nos conta:

A motivação dos alunos foi tão grande [Projeto Adolescer], tão forte, tão contundente que quando a equipe de biologia olhou assim, disse: '– Nossa, apareceram vários familiares, amigos' [para a doação de sangue]. Gente eles tiveram o poder de convencimento. Isso aí é primordial. [...] isso vai além da motivação, deixou de ser só motivação, isso é formação mesmo, para a vida deles. A própria postura desses alunos, terem tanto poder de convencimento, montando sua argumentação (PCA – entrevista).

O valor do pensamento crítico é expresso quando os professores apontam atitudes dos estudantes, adequadas à solução de problemas, em áreas que vão além da disciplina abordada, quando diz respeito a decisões que envolvem biologia, medicina, decisões relativos à saúde, à



escolha de tratamento e ao planejamento familiar e econômico (Snow & Dibner, 2016; Vieira et al., 2011). Esses aspectos foram identificados pelas professoras nas atitudes de seus estudantes durante a execução dos projetos, em específico no projeto *Adolescer*, no qual os estudantes se envolveram em ações que resultaram em doações à Santa Casa e outras instituições e doação de sangue à Fundação Centro de Hematologia e Hemoterapia - PA (HEMOPA).

Os estudantes passaram de uma postura passiva para uma atitude ativa, no que diz respeito ao processo de ensino e de aprendizagem. Percebemos, assim, que uma formação ampliada, pautada na problematização e na educação CTS, é aceitavelmente condizente com a proposta de alfabetização científica crítica dos estudantes.

Elencamos, a partir da experiência que analisamos, alguns aspectos emergentes que serão úteis a outros professores que optarem pelo desafio de usar a educação como instrumento de transformação social, estas, relacionadas com a alfabetização científica crítica. O esquema apresentado na Figura 2 resume nossa compreensão.

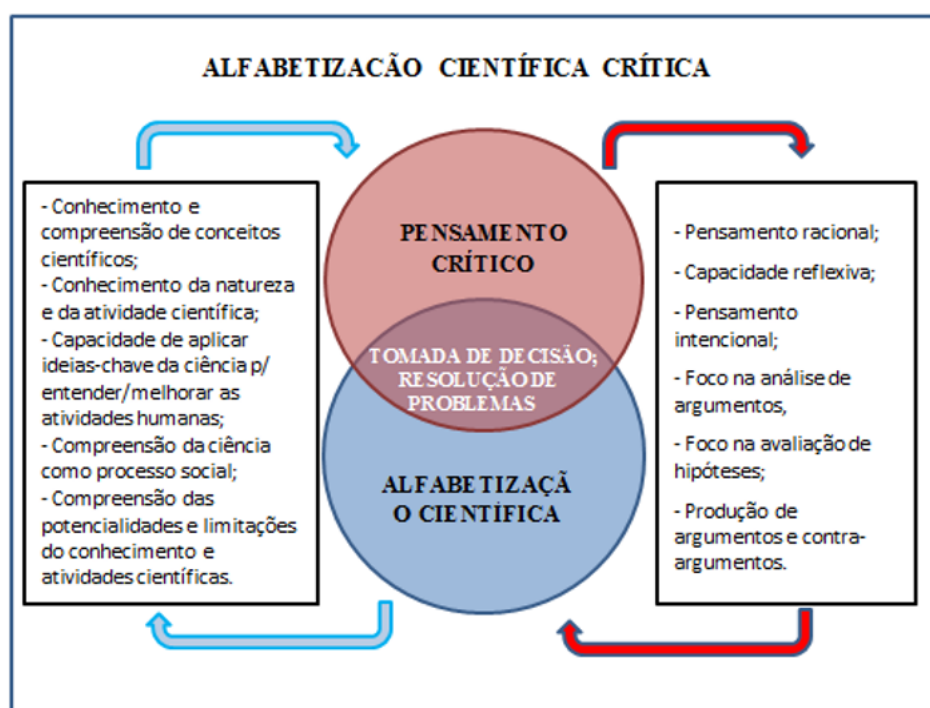


Figura 2. Aspectos que compõem o ciclo de alfabetização científica crítica.

Nota: os autores

Quanto à alfabetização científica, embora haja autores que a classifiquem em diferentes níveis, a construção teórica que temos e as experiências que vivenciamos, nos permitiu elencar algumas características que pautam sua construção na dinâmica educacional, em nosso caso



específico, nos anos finais do ensino fundamental. Conforme apresentado na figura acima, podemos afirmar que o estudante alfabetizado cientificamente é capaz de: (1) ter conhecimento e compreensão de conceitos científicos; (2) ter conhecimento da natureza e das atividades científicas; (3) ter a capacidade de aplicar as ideias-chave da ciência para entender/melhorar as atividades humanas; (4) ter compreensão da ciência como um processo social e; (5) ter compreensão das potencialidades, das limitações do conhecimento e das atividades científicas.

Outro aspecto da alfabetização científica crítica seria a elaboração e desenvolvimento do pensamento crítico. Assim, novamente nossas lentes teóricas, associadas à experiência vivenciada, nos permitiu concluir que um estudante, cujo pensamento crítico está em exercício, apresenta as seguintes características: (1) pensamento racional; (2) capacidade reflexiva; (3) pensamento intencional; (4) foco na análise de argumentos; (5) foco na avaliação de hipóteses e; (6) produção de argumentos e contra-argumentos.

As características supracitadas convergem para a constituição de dois elementos, necessários a educação CTS, a saber: a tomada de consciência/tomada de decisão e a resolução de problemas. A figura 2 descreve nossa compreensão a respeito da alfabetização científica crítica, resultado de uma formação ampliada, sob orientação CTS, que contemplou, no nosso caso, o ensino de ciências para os anos finais do ensino fundamental. A nosso ver, a alfabetização científica crítica está pautada em dois elementos, a alfabetização científica e o pensamento crítico, ambos necessários aos ideais de uma formação ampliada, com vistas à cidadania. Contudo, foi possível diferenciar aspectos em que eles apresentam uma identidade individual, embora interdependente e outros nos quais convergem e se sobrepõem.

Reiteramos aqui o objetivo de ponderar sobre as percepções dos professores, no que se refere ao uso das situações-problema, sob orientação CTS, com vistas a alcançar a alfabetização científica crítica. Nesse sentido, encontramos base para afirmar que seu uso é um recurso didático e pedagógico apropriado para intervenções, que tem por objetivo a alfabetização científica crítica de estudantes dos anos finais do ensino fundamental. Isso porque, na faixa etária em que se encontram, eles ainda apresentam o interesse e a curiosidade necessária a tais intervenções, além de não estarem sob a pressão de uma formação propedêutica, dirigida aos testes avaliativos de ingresso à educação superior.

É nessa etapa da educação básica (ensino fundamental) que se constrói o alicerce para um entendimento mais específico das ciências, do que no ensino médio, pois neste nível observa-se a fragmentação em disciplinas distintas. Portanto, formar um cidadão alfabetizado cientificamente, com uma visão crítica de mundo, contribui para que o estudante, ao se deparar com diferentes disciplinas do ensino médio, consiga ter uma visão holística das ciências ou, pelo menos, seja capaz de questionar sua realidade, elaborar e propor hipóteses quando desafiado a fazê-lo.

Igualmente importante é o desenvolvimento do pensamento crítico, cujas características fundamentam um comportamento participativo e deliberado, voltado a ações que demonstram solidariedade e responsabilidade social. As situações-problema, no contexto dos projetos de ensino, podem mobilizar estudantes para realizarem questionamentos do seu entorno, da comunidade escolar, dos problemas sociais e das formas de gerenciar as problemáticas que lhes são apresentadas, constituindo-se exercício de cidadania.



Considerações finais

O “sentimento” quanto à necessidade de revisão constante da prática de ensino, permitiu aos professores se engajarem em propostas didáticas e pedagógicas que pudessem trazer contribuições ao seu dia a dia. Os desafios aumentam e se complexificam à medida que a sociedade avança científica e tecnologicamente. Saber lidar com os diferentes contextos que essas mudanças impõem, requer, em certa medida, a compreensão acerca de como esse processo se dá e quais as consequências resultantes.

Ter disposição para novas aprendizagens, inquietar-se diante do marasmo e se inconformar frente a resultados educacionais negativos é o que tem impulsionado muitos professores a buscar por inovações, seja na forma de apresentar os objetos de conhecimento seja na maneira de lidar com as transformações a que os objetivos educacionais estão sujeitos. Assim, pequenas ações e intervenções, mesmo pontuais, são necessárias diante da ausência de políticas públicas voltadas a pesquisa da prática educativa *in loco*. Contudo, é necessário o entendimento de que a dinâmica da sala de aula não pode ser encarada de forma generalizada. Em um país com dimensões continentais, com diferentes culturas e contextos regionais, a padronização de metodologias e abordagens seria temerária. Em vista disso, o professor precisa estar não apenas consciente das diferentes demandas relativas à prática docente, como também estar preparado para lidar com elas.

Assim, ao passo que mudanças na estrutura social geram mudanças e rupturas no campo educacional, reformas são apresentadas, em geral, de maneira hierárquica – de cima para baixo. E, ao professor cabe o papel de se adequar as mudanças impostas e reconfigurar sua prática nos ditames do sistema vigente, mas não sem resistência. Considerando os desafios inerentes à prática docente e acrescentando a estes as mudanças a que estamos sujeitos, são muitos os percalços com os quais os professores se deparam.

Dessa forma, contribuições que valorizem a prática social e o exercício da cidadania são sempre bem vindas. Precisamos de estratégias e de metodologias que nos direcionem a uma formação ampliada, com vistas a alcançar a alfabetização científica crítica de nossos atuais e futuros cidadãos, em cujas mãos poderão estar decisões que impactem a sociedade.

Vale ressaltar, que experiências formativas, como a que vivenciamos, configuram-se tão somente como alternativas. Seu uso indiscriminado (das situações-problema), apenas para contextualizar os objetos de conhecimento ou a sua imposição como alternativa salvacionista, reconfiguraria os objetivos iniciais propostos, de maneira negativa. Percebemos o potencial do uso de situações-problema como mediadoras da educação CTS, para os anos finais do ensino fundamental, diante das experiências que vivenciamos.

Temos embasamento empírico para acreditar na possibilidade de que uma proposta como essa possa subsidiar a prática de outros professores, em contextos diferentes, com níveis educacionais distintos. Porém, o êxito de tal empreendimento vai exigir do professor que compreenda o processo e faça as devidas adaptações, diante de sua realidade, seu público e os recursos que têm a sua disposição. Com esse entendimento, os professores poderão ir ao encontro de propostas que permitam aos seus estudantes uma formação ampliada, pautada na alfabetização científica crítica, sob orientação CTS.



Referências

- Abrucio, F. L. (Coord.). (2016). *Formação de professores no Brasil: diagnóstico, agenda de políticas e estratégias para a mudança*. São Paulo: Moderna.
- Bauer, A. (2011). *Avaliação de impacto de formação docente em serviço: o Programa Letra e Vida*. Tese de doutorado (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação – USP, São Paulo.
- Brasil. (2018). *Quais são as avaliações brasileiras e por que elas são importantes?* <https://www.todospelaeducacao.org.br/conteudo/uais-sao-as-avaliacoes-brasileiras-e-porque-elas-sao-importantes>.
- Brasil. (2016). Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. *Resolução n. 510*, de 7 de abril de 2016. Diário Oficial da União. Brasília. Recuperado de https://www.in.gov.br/materia//asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22917581.
- Bybee, R. W. (1995). Achieving Scientific Literacy. *The Science Teacher*, 62(7), 28-33. <https://www.amazon.com/Science-Matters-Achieving-Scientific-Literacy/dp/0307454584>.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2000). Reflexão em torno de perspectivas de ensino das ciências: contributos para uma nova orientação curricular – ensino por pesquisa. *Revista de Educação* (9) 1, 69-78. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1612013/mod_resource/content/4/EPP.pdf
- Chassot, A. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, 22, 89-100. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782003000100009>
- Cottrell, S. (2005). *Critical thinking skills*. London: Palgrave. <https://studfiles.net/preview/5318153/>
- Cunha, R. B. (2017). Alfabetização científica ou letramento científico? Interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. *Revista Brasileira de Educação*, (22) 68, 1- 15. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782017226809>
- Deboer, G. E. (2000) Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, (37)6, 582-601. http://web.nmsu.edu/~susanbro/eced440/docs/scientific_literacy_another_look.pdf
- Ennis, R. (2011). *The Nature of Critical Thinking: an outline of critical thinking dispositions and abilities*. http://faculty.education.illinois.edu/rhennis/documents/TheNatureofCriticalThinking_51711_000.pdf
- García-Carmona, A. (2023). Scientific thinking and critical thinking in science education: two distinct but symbiotically related intellectual processes. *Science & Education*, 1-19. <https://doi.org/10.1007/s11191-023-00460-5>.
- Hurd, P. D. (1998). Scientific Literacy: new minds for a changing world. *Science Education*, (82) 3, 407-416. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199806\)82:3<407::AID-SCE6>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199806)82:3<407::AID-SCE6>3.0.CO;2-G)
- Imbernón, F. (2009). *Formação permanente do professorado: novas tendências*. Cortez.
- Minayo, M. C. S. (2016). Trabalho de campo: contexto de observação, interação e descoberta. In: Minayo, M. C. de. S. (Org.) *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. (Série Manuais Acadêmicos). Vozes (pp. 56-71).
- Moraes, R., & Galiazzi, M. C. (2011). *Análise Textual Discursiva*. Unijuí.
- NRC. (1996). *National science education standards*. National Academy Press. <https://www.nap.edu/read/4962/chapter/1#vii>
- Oliveira, M. M. (2013). *Como fazer pesquisa qualitativa*. Vozes.



- Oliveira, R. S., Duarte, B. M., Kiouranis, N. M. M., & Gomes, L. C. (2022). Orientações ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e pensamento crítico no ensino de ciências: *compreensões tecidas a partir do mapeamento de pesquisas brasileiras*. *Revista CTS*, (17)51, 285-305. file:///C:/Users/elisa/Downloads/Dialnet-OrientacoesCienciaTecnologiaESociedadeCTSEPensamen-8738134.pdf.
- Raposo, E. O., & Freitas, N. M. S. (2019). Coletivo de estudos, formação e práticas em educação para o desenvolvimento sustentável: itinerários de uma formação. *Revista Exitus*, (9)2, 322-350. <https://doi.org/10.24065/2237-9460.2019v9n2ID865>.
- Santana, E. B. (2019). *O uso de situações-problema no ensino de ciências: perspectivas diferenciadas sob orientação CTS* [Tese de doutorado]. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal do Pará. <https://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/14477>.
- Santana, E. B., Valente, J. A. S., & Freitas, N. M. S. (2019). Metodologia da problematização: o uso de situações-problema no ensino de Astronomia. *Revista Exitus*, (9)1, 175-201. <http://doi.org/10.24065/2237-9460.2019v9n1ID720>.
- Santana, E. B., Valente, J. A. S., & Freitas, N. M. S. (2020). Ponderações didáticas e pedagógicas sobre o uso das situações-problema no contexto da abordagem CTS. *Amazônia. Revista de Educação em Ciências e Matemática*, (16)37, 241-254. <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v16i37.7836>.
- Santana, E. B., Valente, J. A. S., & Freitas, N. M. S. (2021). Situações-problema mediadoras de articulações CTS no Ensino de Ciências. *Ciência e Natura*, (43) e39. <https://doi.org/10.5902/2179460X41330>
- Santos, L. F. (2017). The role of critical thinking in science education. *Journal of Education and Practice*, 8(20), 160–173. <https://eric.ed.gov/?id=ED575667>
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, (16)1, 59-77. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/844768/mod_resource/content/1/SASSERON_CARVALHO_AC_uma_revis%C3%A3o_bibliogr%C3%A1fica.pdf
- Silva, A. M. F., Lopes, P. I. X., & Castro, A. M. D. A. (2016). Avaliação da educação no Brasil: a centralidade dos testes em larga escala. *Revista HOLOS*, (7) 388-401. <https://www.redalyc.org/pdf/4815/481554871031.pdf>
- Snow, C. E., & Dibner, K. A. (2018). Science Literacy: concepts, contexts, and consequences. *National Academy of Sciences*. <https://www.nap.edu/read/23595/chapter/1>
- Teixeira, F. M. (2013). Alfabetização científica: questões para reflexão. *Ciência & Educação*, (19) 4, 795-809.
- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. M. (2013). Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. *Revista Brasileira de Educação*, (18) 52, 163-248. <https://www.redalyc.org/pdf/275/27525615010.pdf>
- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. M. (2014). Construindo práticas didático-pedagógicas promotoras da literacia científica e do pensamento crítico. *Iberociência*, 2.
- Thiollent, M. (2007). *Metodologia da pesquisa-ação*. Cortez.
- Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C., & Martins, I. P. (2011). Critical thinking: conceptual clarification and its importance in science education. *Science Education International*, (22)1, 43-54. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ941655.pdf>
- Zabala, A. (2010). *A prática educativa: como ensinar*. Artmed.