

Interfaces entre a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica e Alfabetização Científica

Interfaces between Critical Meaningful Learning Theory and Scientific Literacy

Kathia Regina KUNZLER¹

Silvia Zamberlan Costa BEBER²

Rosana Franzen LEITE³

Resumo

Este ensaio busca compreender de que forma a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC) pode constituir um aporte teórico metodológico para efetivação da Alfabetização Científica. Evidenciamos que os Princípios Facilitadores da Aprendizagem Significativa Crítica se articulam às diretrizes da Alfabetização Científica, oferecendo uma base conceitual para o desenvolvimento de estratégias didáticas congruentes. Um ensino voltado à aprendizagem significativa crítica favorece a conquista de múltiplos aspectos da Alfabetização Científica. Promover uma educação que forme pessoas críticas e aptas a utilizar conhecimentos científicos em diversos contextos, requer esforços de professores, estudantes e instituições, potencializados pela apropriação de teorias convergentes como a TASC.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Estratégias didáticas. Teorias de aprendizagem. Aprendizagem Significativa Crítica.

Abstract

This essay seeks to understand how the Theory of Critical Meaningful Learning (CMLT) can serve as a theoretical and methodological framework for the implementation of scientific literacy. We highlight that the facilitating principles of critical meaningful learning align with the guidelines of scientific literacy, providing a theoretical basis for the development of coherent didactic strategies. Teaching guided by critical meaningful learning supports the achievement of multiple aspects of scientific literacy. Promoting an education that shapes critical individuals, capable of applying scientific knowledge in various contexts, requires efforts from teachers, students, curricula, and administrators, strengthened by the appropriation of converging theories such as CMLT.

Keywords: Science Education. Teaching strategies. Learning Theories. Critical Meaningful Learning.

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel (PPGECEM/UNIOESTE). Professora do Instituto Federal do Paraná, Campus de Cascavel (IFPR). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1529230113093348>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3364-4481>. E-mail: kathia.kunzler@ifpr.edu.br

² Doutora em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professora Adjunta da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0177291542048181>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9319-4884>. E-mail: silvia.beber@unioeste.br

³ Doutora em Educação para a Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Professora Associada da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3509384512601083>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0471-337X>. E-mail: rosana.leite@unioeste.br

Introdução

Em um contexto de reflexões sobre os impactos ambientais decorrentes dos produtos das ciências e suas tecnologias, surgem as primeiras discussões sobre a necessidade da Alfabetização Científica (AC) nos ambientes educacionais. Nessa perspectiva, o Ensino de Ciências deve priorizar não apenas a aprendizagem de conhecimentos sistematizados das ciências, mas o processo pelo qual se constroem esses saberes, incluindo seus aspectos sociais, culturais e políticos. O objetivo é promover um ensino reflexivo, não dogmático, no qual a ciência não seja considerada uma verdade absoluta, nem o professor o detentor do conhecimento. Essa abordagem propõe, assim, um ensino de ciências, que tenha por objetivo preparar os estudantes a viverem em uma sociedade marcada por inovações científicas e aptos a tomarem decisões críticas e conscientes.

Entretanto, as estratégias educacionais usualmente desenvolvidas em sala de aula, raramente favorecem esses aspectos, sendo, em geral, realizadas de acordo com o modelo de transmissão de informações, centrado na apresentação de conceitos, fórmulas e leis científicas, na maioria das vezes descontextualizadas. Sasseron e Machado (2017) destacam que falta espaço para o diálogo, para abordagens relacionadas às vivências dos estudantes e principalmente para discussões sobre os processos de construção do conhecimento científico e as interrelações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

Nesse artigo, parte-se da compreensão de que o estudante é o principal agente da sua aprendizagem e que o planejamento do ensino, bem como a mediação das interações, que favoreçam esse processo, são atribuições do professor. Nesse sentido, a escolha das estratégias didáticas – entendidas como as ações e meios utilizados durante o processo de ensino com o propósito de alcançar os resultados de aprendizagem desejados – deve ser criteriosa e congruente com objetivos propostos (De Sá et al., 2017).

Para que essas temáticas se concretizem no processo educacional, é fundamental que esses enfoques estejam presentes nas estratégias didáticas desenvolvidas pelos professores, não sendo suficientes apenas mudanças curriculares. É necessário que professores e instituições reflitam sobre o que realmente desejam ensinar, indo além de objetivos meramente operacionais, incrementando aspectos sociais, econômicos e ambientais

relacionados às ciências, utilizando para isso, estratégias e procedimentos congruentes ao processo de ensino e aprendizagem que almejam alcançar. Em vez de conceber o ensino como simples transmissão de informações e memorização de conceitos e técnicas, torna-se necessária a elaboração de estratégias que favoreçam o desenvolvimento de uma nova visão, oferecendo subsídios que incentivem os estudantes a refletirem criticamente sobre a sociedade em que estão inseridos, com base nos conhecimentos científicos (Pinheiro; Silveira; Bazzo, 2009; Milaré; Alves Filho, 2010; Leite, 2015).

Se os aspectos didáticos não estiverem alinhados ao propósito de auxiliar os estudantes a se reconhecerem como cidadãos inseridos na sociedade, capazes de se transformar e de transformar a realidade em que vivem, a aprendizagem, quando ocorrer, será meramente memorística, mecânica, sem atribuição de significado e desconectada das questões relevantes da sociedade atual (Moreira, 2017).

Essas reflexões levam ao entendimento de que a efetivação da AC nos ambientes educacionais exige a adoção de estratégias didáticas que favoreça o contato com processos e práticas vinculadas à atividade científica, como a compreensão de fenômenos e a análise de problemas. O exercício efetivo de uma AC não será possível sob uma prática pedagógica em que se tem o “comando” do professor, mas deve acontecer sob sua “mediação”. O professor precisa assumir o propósito de contribuir para promoção e construção de atitudes críticas e criativas dos estudantes adotando uma nova postura frente aos currículos (Pinheiro; Silveira; Bazzo, 2009; Alves Filho, 2021; Silva; Sasseron, 2021).

Complementar à necessidade de uma postura mediadora e crítica por parte do professor, é igualmente fundamental que sua ação docente esteja nutrida por teorias educacionais, possíveis de ampliar visões e favorecer diferentes perspectivas de análise. A apropriação de bases teóricas contribui para a compreensão de contextos históricos, sociais, culturais e organizacionais, além de promoverem uma reflexão sobre o ensino, aprendizagem e a própria identidade profissional docente (Pimenta, 2012). Conforme argumentam Cachapuz *et al.* (2005), é necessária a apropriação de teorias educacionais pelos professores para melhorias das práticas de ensino e da aprendizagem, além de clareza nas concepções sobre o ensino de ciências, a aprendizagem das ciências e sobre a ciências que ensinam.

Nessa perspectiva, os Princípios Facilitadores da Aprendizagem Significativa Crítica, quando considerados de forma articulada, remetem à Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC) e apresentam diretrizes orientadoras estratégias didáticas de professores que almejam a aprendizagem significativa crítica. De acordo com essa teoria, ao alcançar essa aprendizagem, o estudante desenvolve habilidades que o capacitam a lidar de forma construtiva com as transformações da sociedade, sem se deixar dominar por elas. Tal aprendizagem possibilita ao aluno interpretar e julgar informações de forma autônoma, mesmo diante de sua ampla disponibilidade e velocidade de fluxo; usufruir da tecnologia sem se tornar dependente dela; e participar da sua cultura sem se sentir oprimido por ela (Moreira, 2005; Moreira, 2017).

Portanto, professores que conhecem as diretrizes da AC e os Princípios Facilitadores da Aprendizagem Significativa Crítica têm maior potencial para organizar um ensino voltado a esse tipo de aprendizagem, por meio do desenvolvimento e uso de estratégias didáticas favorecedoras. Diante disso, este artigo se organiza como um ensaio teórico que busca explorar as interconexões entre Princípios Facilitadores da Aprendizagem Significativa Crítica e a Alfabetização Científica, promovendo reflexões sobre suas possíveis aproximações. O objetivo é compreender de que modo a TASC pode constituir-se em um aporte teórico metodológico para a efetivação da aprendizagem significativa crítica e da alfabetização científica no contexto da sala de aula.

A questão que orienta este estudo é: “Como a TASC se relaciona nas possibilidades para promoção ou nos objetivos da AC no contexto escolar?”. Tais considerações partem, primeiramente, da literatura que fundamenta a pesquisa (Leite, 2015; Chirone; Moreira; Sahelices, 2021; Masini; Moreira, 2017; Miranda, 2018). Essas referências argumentam sobre a importância de que as práticas pedagógicas docentes estejam fundamentadas em teorias educacionais orientadoras, sobretudo no que se refere à clareza quanto aos objetivos de ensino e à aprendizagem que se deseja alcançar. Outrossim, evidências de correlações entre aprendizagem significativa e aspectos da alfabetização científica foram identificadas em pesquisa bibliográfica realizada por Kunzler, Costa Beber e Leite (2024), reforçando a pertinência de articulação entre essas abordagens.

Um ensaio teórico consiste, conforme Severino (2016), em um estudo formal, discursivo e concludente que se concentra na discussão e

desenvolvimento ou expansão e refinamento de teorias existentes dentro de um determinado campo de estudo. De acordo com o autor, envolve, a exposição lógica e reflexiva com argumentação rigorosa, interpretação e julgamento pessoal exigindo grande conhecimento e maturidade intelectual.

Para atender aos objetivos propostos e responder à questão da pesquisa, este ensaio está estruturado de forma a identificar as aproximações possíveis entre os fundamentos teóricos e práticos da TASC e da Alfabetização Científica. Na sequência, são discutidos caminhos para a efetivação da AC e da aprendizagem significativa crítica, priorizando aspectos relacionados a estratégias didáticas. Em seguida, são apresentadas algumas considerações finais, nas quais se discutem os principais achados e implicações do estudo.

Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica e Alfabetização Científica: aproximações possíveis

A adoção de uma teoria de aprendizagem auxilia não apenas na compreensão sobre como ocorre a estruturação do conhecimento, mas contribui para definir caminhos que favoreçam a aprendizagem, em consonância com os objetivos de ensino e os propósitos formativos desejados. Logo, ao explorar as interrelações entre TASC e a AC, são propostas, além das aproximações entre essas concepções teóricas, os processos de ensino e aprendizagem em sala de aula.

A Alfabetização Científica refere-se ao seu caráter formativo e processual, característica que também se atribui à aprendizagem, entendida como um movimento contínuo e progressivo. Ambas são, aqui, concebidas como “processos contínuos”, alcançados por meio de uma sequência de empreendimentos e acontecimentos educacionais interligados aos contextos históricos, culturais e às interações sociais. Dessa forma, para estabelecer as possíveis aproximações entre a TASC e a AC foram organizadas quatro categorias, emergentes dos estudos desenvolvidos, as quais representam compreensões que consideramos essenciais para o trabalho docente no momento de planejar as ações e estabelecer as estratégias didáticas utilizadas em sala de aula, sendo elas: *Ensino de*

Ciências; Objetivos do ensino; Aprendizagem; e Estratégias didáticas.

Com base nessas categorias, apresentamos, no Quadro 1, as expressões oriundas da AC e da TASC, de modo a evidenciar as aproximações existentes entre essas duas perspectivas e tornar mais visíveis os pontos de convergências.

Quadro 1 – Aproximações entre AC e TASC no Ensino de Ciências

CATEGORIAS	AC	TASC
Ensino de Ciências	Prática Social. Ensino Crítico e emancipatório	Atividade Subversiva. Ensino dialógico, centrado no estudante. Ciência aplicada que tenha um valor social. Atividade capaz de favorecer o desenvolvimento do estudante.
Objetivos do ensino	Desenvolver a consciência crítica. Compreender as relações CTS e a influência das Ciências na sociedade. Possibilitar a participação ativa na sociedade. Resolver problemas pessoais e sociais. Compreender termos, leis e conceitos científicos de modo a fazer relações com o mundo em que vivem. Compreender a natureza das ciências. Promover a transformação social.	Atribuir significados aos novos conhecimentos. Aprendizagem significativa crítica. Construir conhecimentos que possibilitem a inserção na sociedade e o reconhecimento da importância e momento de se distanciar. Favorecer a aprendizagem representacional, de conceitos e proposicional. Utilizar conhecimentos em novas situações.
Aprendizagem	Compreensão básica de termos e conceitos científicos fundamentais. Capacidade analítica e investigativa. Resolução de problemas. Tomada de decisões. Assimilação da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática.	Conhecimentos aceitos no contexto curricular de ensino, com criticidade. Estudante protagonista da aprendizagem. Entendimento de que a linguagem está totalmente implicada em quaisquer tentativas humanas de perceber a realidade. Participação ativa no contexto social. Apropriação de linguagem própria das Ciências. Predisposição em aprender.

Estratégias didáticas	Incentivar a participação ativa dos estudantes. Desenvolver atividades investigativas e problematizadoras: problema relevante/elaboração e testagem de hipóteses/coleta e registro de dados/socialização dos conhecimentos. Utilizar abordagens históricas e temáticas com abordagens amplas e globalizadas.	Estimular a predisposição para aprender. Favorecer a participação ativa dos estudantes. Abandonar a narrativa. Identificar os conhecimentos prévios. Promover atividades colaborativas, o diálogo, a interação social e negociação de significados. Preparar os estudantes para resolução de problemas. Utilizar distintos materiais instrucionais e estratégias didáticas potencialmente significativas.
-----------------------	--	---

Fonte: Autoras. A partir dos dados da pesquisa.

No que se refere às compreensões sobre a categoria *Ensino de Ciências*, na perspectiva da AC, elas estão vinculadas à ideia de ensino de ciências como prática social, que contribui para o desenvolvimento do pensamento científico. Essa prática social diz respeito à compreensão das práticas científicas, ou seja, ações desenvolvidas com base em padrões públicos e reconhecidas pela comunidade científica, e não ações isoladas, reservadas a poucos (Silva; Sasseron, 2021).

As compreensões da TASC mostram convergência com os estudos envolvendo AC, ao sugerirem a necessidade de se compreender o ensino de Ciências sob a ótica de uma ciência aplicada que possui um valor social. Essa ciência com valor social se relaciona com contextos e aplicações práticas presentes no cotidiano das pessoas e associada às questões e desafios sociais, como saúde, meio ambiente, justiça social entre outros (Moreira, 2005).

Para a TASC, o ensino deve ser entendido como uma atividade subversiva, voltada à aquisição de conhecimentos que estejam relacionados à vida contemporânea e à promoção de maior integração e participação social. Além disso, defende que o ensino deve possibilitar o desenvolvimento de uma postura crítica, que possibilite lidar não apenas com a abundância e a incerteza do conhecimento, mas também com as transformações rápidas e de grande escala que caracterizam o mundo atual (Moreira, 2005; Moreira, 2011).

A partir dessas considerações, é possível observar que ambas as

concepções teóricas convergem para a compreensão do ensino de Ciências como uma prática social, voltada à formação de estudantes que saibam utilizar os conhecimentos científicos e os aspectos relacionados ao fazer científico, de forma responsável, útil e crítica na sociedade.

No que se refere aos *Objetivos do ensino*, as abordagens apresentam interconexões expressivas, e, de modo geral, destinam-se a facilitar a aquisição de conhecimentos com significado, favorecendo a participação ativa e crítica em diversos contextos da sociedade (social, cultural, econômico, político), com destaque para a atuação transformadora no ambiente em que estão inseridos.

No que diz respeito à categoria *Aprendizagem*, compreendida como conhecimentos e habilidades requeridas, ou alcançáveis no processo educacional, é possível inferir convergências entre as concepções teóricas analisadas. Tanto a AC quanto a TASC valorizam a aprendizagem de conhecimentos científicos como termos, leis e conceitos, bem como, do fazer científico. A aquisição desses saberes, no entanto, deve estar vinculada à capacidade de resolução de problemas, tanto pessoais quanto globais, ampliando o potencial de ação crítica e transformadora dos estudantes.

Por fim, para a última categoria elencada, *Estratégias didáticas*, é possível perceber uma convergência quanto à orientação para um processo educacional que busca promover a AC e a aprendizagem significativa crítica. Ambas as abordagens apontam para a necessidade de um ensino centrado no estudante, com a redução da centralidade da narrativa docente e com o fortalecimento do protagonismo discente, por meio de práticas que estimulem a participação ativa, o pensamento crítico e a construção coletiva do conhecimento.

Entre as estratégias recomendadas, ganham destaque as atividades problematizadoras, investigativas e a resolução de problemas, comuns às bases teóricas da AC e da TASC. A relevância na utilização destas estratégias reside no fato de que promovem o desenvolvimento de habilidades e conhecimentos que vão além dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Essas estratégias favorecem maior participação dos estudantes no processo de aprendizagem, valorizam os conhecimentos prévios, ampliam a compreensão sobre a natureza da ciência, estimulam a predisposição para aprender e o pensamento crítico, além de possibilitarem a abordagem de temáticas amplas e interligadas que envolvem questões sociais, ambientais, culturais, políticas e econômicas.

Também oferecem oportunidades para utilização dos conhecimentos científicos em situações concretas do cotidiano, promovem a socialização dos saberes e contribuem para o desenvolvimento da linguagem, entre outros aspectos relevantes.

Caminhos para a Alfabetização Científica e Aprendizagem Significativa Crítica

A alfabetização científica pode ser promovida tanto em espaços formais quanto não formais de ensino, entretanto, a escola assume papel central nesse processo. Nessa perspectiva, destaca-se a relevância em refletir sobre as estratégias didáticas orientadoras usadas para potencializar essa competência, sendo, portanto, o motivo pelo qual, neste artigo, são feitas aproximações com a TASC. Tal sistematização contribui para a compreensão de como os Princípios Facilitadores da Aprendizagem Significativa Crítica se apresentam orientadores da prática docente e em quais aspectos convergem com as orientações para a ocorrência da alfabetização científica no ambiente educacional.

No tocante às estratégias didáticas, a TASC apresenta um conjunto de princípios ou estratégias facilitadoras da aprendizagem significativa crítica, originalmente proposto por Moreira (2000, 2005) e, posteriormente, ampliado por Chirone; Moreira; Sahelices (2021), conforme ilustrado na Figura 1. Esses princípios foram sistematizados a partir de reflexões e estudos oriundos de diversas fontes teóricas, entre as quais a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), de Ausubel (1963, 2003), ocupa posição de destaque.

Compreendidos como diretrizes fundamentais para a organização de um ensino orientado à aprendizagem significativa crítica, esses princípios devem ser considerados no planejamento e na organização didática em sala de aula, a fim de promover a construção de conhecimentos com significado, articulada à formação crítica (Moreira, 2000; Moreira, 2005; Moreira, 2011; Chirone; Moreira; Sahelices, 2021).

Figura 1 – Princípios Facilitadores da Aprendizagem Significativa Crítica



Fonte: Elaborado pelas autoras com base em Moreira (2000), Moreira (2005), Moreira (2011) e Chirone, Moreira e Sahelices (2021).

Semelhante às aproximações estabelecidas entre as concepções da TASC e da AC, apresentadas no Quadro 1, os resultados das análises para as aproximações quanto as estratégias didáticas entre as duas concepções teóricas estão sistematizadas no Quadro 2. Elas evidenciam as relações entre os Princípios Facilitadores da Aprendizagem Significativa Crítica e as orientações que fundamentam a promoção da AC.

Quadro 2 – Princípios Facilitadores da Aprendizagem Significativa Crítica e orientações para promoção da AC: considerações para organização didática em sala de aula

PRINCÍPIOS FACILITADORES DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA		ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA
1	Princípio do conhecimento prévio. Aprender a partir do que já se sabe.	Possibilita estabelecer relações entre os conhecimentos, refletindo e modificando-os, julgando e tomando decisões.
2	Princípio da interação social e do questionamento. Aprender/ensinar perguntas ao invés de respostas.	As metodologias e estratégias de ensino devem ser adequadas para favorecer a participação ativa dos estudantes, promovendo diálogos, questionamentos e conexões entre sua cultura experencial e científica.

3	Princípio da não centralidade do livro de texto. Aprender a partir de distintos materiais educativos.	As metodologias e estratégias de ensino devem ser adequadas para favorecer a participação ativa dos estudantes. O conhecimento não pode ocorrer pela simples transmissão, deve ser abordado de maneira crítica, característica do processo científico.
4	Princípio do aprendiz como perceptor/representador. Aprender que somos perceptores e representadores do mundo.	Tornar a Ciência acessível a todos. Compreender os conhecimentos científicos de modo a utilizá-los para resolver problemas do cotidiano, bem como discutir e opinar criticamente sobre questões relacionadas a diversos aspectos, tais como alimentação, saúde, educação e política.
5	Princípio do conhecimento como linguagem. Aprender que a linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade.	A apropriação de termos e conceitos científicos, aliada à discussão sobre a natureza da ciência e suas relações com a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente. Apropriação da linguagem científica favorece uma maior participação em debates e em questões públicas que envolvem a ciência e suas tecnologias.
6	Princípio da consciência semântica. Aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras.	Ensino que se aproxime da natureza da ciência e da prática científica, deixando de lado a ênfase na memorização de definições e fórmulas para compreender o conhecimento científico como construção humana.
7	Princípio da aprendizagem pelo erro. Entender que o ser humano aprende corrigindo seus erros.	Estabelecer relações entre os diversos conhecimentos, refletindo e modificando-os, julgando e tomando decisões, posições. Adotar uma postura crítica e questionadora.
8	Princípio da desaprendizagem. Aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégicas irrelevantes para a sobrevivência.	Utilizar os conhecimentos científicos na vida e discutir as implicações sociais e políticas, participar de debates públicos. Saber quando procurar ajuda de especialistas.
9	Princípio da incerteza do conhecimento. Aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para pensar.	Assimilação da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática. Percepção da atividade científica como atividade humana, não neutra, dependente de financiamentos e com vínculos econômicos e políticos.
10	Princípio da não utilização do quadro de giz.	Metodologias e estratégias de ensino que possibilitem momentos de reflexão, crítica, análise

	Aprender a partir de distintas estratégias de ensino.	e incorporação dos conhecimentos a vida dos estudantes.
11	Princípio do abandono da narrativa. Aprender que simplesmente repetir a narrativa de outra pessoa não estimula a compreensão.	Mobilizar conhecimentos científicos nas práticas sociais. Estudantes como protagonistas contribuindo para construção de conhecimentos e formação cidadã.
12	Princípio da superação das dificuldades. Superar as dificuldades de aprendizagem pela ajuda de pessoas e materiais.	Reconhecer a necessidade de procurar ajuda de especialistas. Incentivo a trabalhos colaborativos, coletivos, compartilhando informações, contextos e socializando conhecimentos.
13	Princípio da retroalimentação. Aprender a partir de novas orientações para que o conhecimento ser ampliado.	Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Abordagens de temáticas amplas e globais.

Fonte: Dados da pesquisa.

E possível observar que os Princípios Facilitadores da Aprendizagem Significativa Crítica se interrelacionam com as orientações para a AC. Diante disso, ao organizar as estratégias didáticas de modo a obter uma aprendizagem com significado, diversos aspectos da AC podem ser alcançados. A efetivação dessas abordagens em sala de aula depende do compromisso dos professores para com a utilização de estratégias que superem o ensino transmissivo, valorizando a construção do conhecimento. Assim, reconhecer e refletir sobre as próprias concepções teóricas torna-se essencial para que os docentes desenvolvam ações condizentes com uma alfabetização científica e aprendizagem significativa, crítica e transformadora.

A motivação pela aprendizagem envolve todos os participantes do sistema educativo, sejam estudantes ou professores, pois, como problematizam Silva e Kasseboehmer (2021, p. 39): “Como seria possível a ocorrência da aprendizagem, ou pelo menos o desejo por aprender, se não houvesse o desejo por ensinar?”. Nesse contexto, o papel do professor demanda um envolvimento contínuo, sensibilidade para identificar conhecimentos prévios, motivações e necessidades dos estudantes, e

compromisso com uma prática reflexiva e dialógica. A motivação mútua entre ensinar e aprender fortalece a construção de um ambiente propício à aprendizagem significativa crítica e à promoção da alfabetização científica.

Nessa perspectiva, não podemos pensar no professor apenas como o responsável pela organização do espaço ou das atividades em sala de aula. É essencial vê-lo como o principal agente na definição dos conhecimentos que pretende ensinar, dos objetivos de ensino que deseja alcançar e do tipo de aprendizagem que espera que seus educandos conquistem.

O estabelecimento dessas ações perpassa conhecer os aspectos fundamentais da AC, como seus fundamentos conceituais, os elementos ligados à natureza da ciência e à compreensão das ciências naturais como um campo de conhecimento dinâmico e contextualizado. Para que esses elementos sejam efetivamente incorporados ao ensino, é imprescindível que o professor disponha de uma base teórica sólida, capaz de orientar suas decisões pedagógicas e sustentar estratégias que favoreçam a aprendizagem significativa, crítica e socialmente relevante, favorecida pela apropriação dos fundamentos da TASC.

Pimenta (2012) enfatiza a importância da apropriação e produção de teorias pelos docentes para melhorar as práticas de ensino e os resultados educacionais. Da mesma forma, Chirone, Moreira e Sahelices (2021) destacam que a prática pedagógica deve estar fundamentada em uma teoria de aprendizagem. Para esses autores, não basta planejar as atividades a serem realizadas em sala de aula, é necessário que tais atividades estejam ancoradas em referenciais teóricos que orientem o professor sobre os processos pelos quais os alunos aprendem. Reforçamos, assim, nosso entendimento de que há uma relação indissociável entre os objetivos de ensino e o tipo de aprendizagem que se deseja promover, sendo essa definição anterior e determinante para as escolhas das estratégias didáticas.

Assim como discutimos em estudo anterior, o desenvolvimento de ações favoráveis à AC em sala de aula relaciona-se aos aspectos didáticos e metodológicos utilizados. Entretanto, existem fragilidades nos processos formativos dos professores quanto ao conhecimento necessário para a utilização de estratégias facilitadoras, o que evidencia a necessidade de ampliar as discussões sobre essa temática, especialmente ao longo da formação docente. Nesse contexto, alinhados com a pesquisa de Kunzler, Costa Beber e Leite (2024), a apropriação de teorias educacionais que convergem com os objetivos da AC

configura-se como uma alternativa relevante a ser explorada.

Ainda, de acordo com Kunzler, Costa Beber e Leite (2024), não há na literatura trabalhos que articulem os referenciais teóricos da AC e da TASC, havendo apenas pesquisas que, a partir de dados empíricos, indicam algumas evidências de relação entre a aprendizagem significativa e aspectos da AC. Dessa forma, existem lacunas a serem exploradas em estudos futuros, como investigações das dimensões práticas em contextos escolares. Este trabalho tem como recorte específico a análise do modo como a TASC pode constituir-se em um aporte teórico metodológico para a efetivação da aprendizagem significativa crítica e da alfabetização científica no contexto da sala de aula.

Considerações finais

Os estudos e esforços analíticos desenvolvidos ao longo deste ensaio permitiram avançar nas compreensões sobre a Alfabetização Científica e evidenciar a importância de uma sustentação teórica consistente para sua efetivação em sala de aula. A adoção de uma teoria da aprendizagem, como a TASC, possibilita compreender melhor como ocorre a construção do conhecimento e oferece subsídios para delinear estratégias que favoreçam esse processo. Contudo, é imprescindível que essas escolhas estejam orientadas pelos objetivos de ensino previamente estabelecidos, pois são eles que conferem direção e intencionalidade às práticas pedagógicas.

Nesse sentido, ressaltamos a importância de que os professores tenham clareza quanto aos objetivos de ensino e propósitos formativos que desejam alcançar, definindo de forma intencional quais conhecimentos ensinar, por que ensiná-los e que tipo de aprendizagem pretendem promover.

Em relação aos aspectos teóricos vinculados a TASC e os Princípios Facilitadores da Aprendizagem Significativa Crítica, foi possível identificar que eles se articulam com os objetivos da AC, constituindo um aporte teórico relevante para o planejamento de estratégias didáticas. Destacamos que o desenvolvimento de um processo educacional favorável à promoção da AC deve ser uma demanda intrínseca dos professores, mas que pode ser instigada e favorecida por meio da apropriação de conhecimentos relativos à TASC.

Vivemos em uma sociedade marcada pelo amplo acesso à informação e pela constante produção de inovações científicas e tecnológicas. As tecnologias atuais permitem que os estudantes tenham contato com informações sobre as ciências e fenômenos do mundo natural por múltiplos meios. Diante desse cenário, torna-se urgente a organização de um processo educativo voltado à formação de pessoas com senso crítico, autônomas e que sejam capazes de estabelecer relações entre o conhecimento científico e o contexto social, cultural, político e econômico. Logo, as interações que ocorrem em sala de aula são essenciais para o desenvolvimento da AC e da aprendizagem significativa crítica, e esse processo pode ser favorecido pelo desenvolvimento de estratégias didáticas fundamentadas em teorias que orientem o professor sobre como o estudante aprende.

Nesse contexto, é fundamental que se empreendam esforços contínuos para promover uma educação científica mais ampla e significativa, que capacite os estudantes não apenas a compreender conceitos científicos, mas também a se posicionar criticamente e de forma responsável diante das questões presentes em seu cotidiano e na sociedade.

Por fim, compreendemos que as orientações voltadas à promoção da AC estão interligadas às proposições da aprendizagem significativa crítica. Assim, ao organizar as estratégias didáticas objetivando a aprendizagem significativa crítica, diversos aspectos da Alfabetização Científica podem ser conquistados.

Para estudos futuros, sugerimos explorar as relações entre as concepções teóricas de professores e suas estratégias didáticas, com o intuito de aprofundar a compreensão sobre a temática, explorar possibilidades práticas de aplicação em sala de aula, validar as observações apresentadas neste ensaio e fomentar avanços na área do Ensino de Ciências.

Referências

ALVES FILHO, J. P. Uma prosa sobre interdisciplinaridade e Fourez. In: MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; LORENZETTI, L.; ALVES FILHO, J. P. (org.). **Alfabetização científica e tecnológica na Educação em Ciências: Fundamentos e práticas.** 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2021, p. 73-94.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos:** Uma Perspectiva Cognitiva. Corroios: Plátano Edições Técnicas, 2003.

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning:** An introduction to school learning. Nova Iorque: Grune & Stratton, 1963.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências.** São Paulo: Cortez, 2005.

CHIRONE, A. R. R.; MOREIRA, M. A.; SAHELICES, C. C. Aprendizagem significativa crítica de equações do 2º grau no ensino remoto de uma escola federal brasileira. **REnCiMa**, v. 12, n. 6, p. 1-17, 2021. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/renxima/article/view/3167/1694>. Acesso em: 14 mar. 2025.

DE SÁ, E. F.; QUADROS, A. L.; MORTIMER, E. F.; SILVA, P. S.; TALIM, S. L. As aulas de graduação em uma universidade pública federal: Planejamento, estratégias didáticas e engajamento dos estudantes. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, n. 70, p. 625-650, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-24782017227032>. Acesso em: 14 mar. 2025.

KUNZLER, K. R.; COSTA BEBER, S. Z.; LEITE, R. F. A perspectiva da alfabetização científica no ensino de química: Um olhar para a produção acadêmica nacional. **Olhares & Trilhas**, v. 26, n. 2, p. 1-28, 2024. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/olharesetrilhas/article/view/73627/39407>. Acesso em: 08 mar. 2025.

LEITE, R. F. **Dimensões da alfabetização científica na formação inicial de professores de Química.** Orientadora: Maria Aparecida Rodrigues.

2015. 236 f. Tese (Doutorado em Educação para Ciência e a Matemática), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.

MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa na Escola**. 1. ed. Curitiba: Editora CRV, 2017.

MILARÉ, T.; ALVES FILHO, J. P. Ciências no nono ano do ensino fundamental: Da disciplinaridade à alfabetização científica e tecnológica. *Revista Ensaio*, v. 12, n. 02, p. 101-120, maio/ago. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/z4vbSvqX9FHtxNztZSggPr/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 03 jan. 2025.

MIRANDA, B. R. C. O papel do professor no processo de aprendizagem do aluno segundo Ausubel e Bruner. In: LINS, M. J. S. C.; MIRANDA, B. R. C. (org.). **Ausubel e Bruner: Questões sobre aprendizagem**. Curitiba, CRV, 2018, p. 27-38.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa crítica (Critical meaningful learning). In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 3., 2000, Peniche. *Anais* [...]. Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ, 2000.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre: Edição do autor, 2005.

MOREIRA, M. A. **Ensino e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

MOREIRA, M. A. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

PIMENTA, S. G. Professor reflexivo: Construindo uma crítica. In: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (org.). **Professor reflexivo no Brasil: Gênese e crítica de um conceito**. São Paulo: Cortez, 2012. p. 17-52.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: Perspectiva e enfoque. *Revista Iberoamericana de Educación*, v. 49, n. 1, p. 1-14, 2009. Disponível em: <https://rieoci.org/RIE/article/view/2116/3130>. Acesso em: 20 maio 2025.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. **Alfabetização científica na**

prática: Inovando a forma de ensinar física. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico.** 24. ed. São Paulo: Cortez, 2016.

SILVA, M. B.; SASSERON, L. H. Alfabetização científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 23, p. 1-20, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/ZKp7zd9dBXTdJ5F37KC4XZM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 abr. 2025.

SILVA, M. S. B.; KASSEBOEHMER, A. C. Motivação para aprender e investigar em ciências. In: ANTUNES, E. P.; GIBIN, G. B. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação:** Propostas teórico-práticas a partir de diferentes aportes teóricos. São Paulo: Livraria da Física, 2021. p. 39-66.

Recebimento em: 27/06/2025.

Accepte em: 14/08/2025.