

Articulando reflexões entre Alfabetização Científica, Interdisciplinaridade e Formação de Professores nas Ciências da Natureza**Articulating reflections between scientific literacy, interdisciplinarity and teacher training in the natural sciences**Carla Adelina Inácio de Oliveira^{1*}Rosane Nunes Garcia^{2**}

RESUMO: A busca por uma qualificação no ensino das Ciências da Natureza tem sido foco de interesse em diferentes cenários, especialmente porque há o entendimento de que uma melhor compreensão do conhecimento científico pode contribuir com a formação para a cidadania. Este trabalho teórico tem como objetivo discutir as relações entre Alfabetização Científica, Interdisciplinaridade e Formação de Professores, na busca por evidenciar possíveis articulações que contribuam para o Ensino das Ciências da Natureza. A partir dos referenciais teóricos pesquisados, entendemos que esta discussão pode favorecer a construção de uma proposta de formação continuada que aborde a Interdisciplinaridade como potencializadora da Alfabetização Científica. A pesquisa é de natureza qualitativa e exploratória, desenvolvida a partir da análise de diferentes fontes bibliográficas. Os resultados apontam para a necessidade de articular a Alfabetização Científica e a Interdisciplinaridade como estratégia para promover um ensino significativo e contextualizado. Assim, faz-se necessária a revisão de pressupostos pautados na formação continuada de professores que permitam realizar a efetiva implementação dessa articulação na práxis docente.

PALAVRAS-CHAVE: Alfabetização científica. Ensino de Ciências da Natureza. Integração dos conhecimentos. Formação de professores. Educação Básica.

ABSTRACT: The search for qualification in the teaching of Natural Sciences has been a focus of interest in different scenarios, especially because it is understood that a better comprehension of scientific knowledge can contribute to citizenship education. This theoretical work aims to discuss the relationships between Scientific Literacy, Interdisciplinarity and Teacher Training, in an effort to highlight possible connections that contribute to the Teaching of Natural Sciences. Based on the theoretical frameworks researched, we understand that this discussion may support the construction of a continuing education proposal that addresses Interdisciplinarity as an enabler of Scientific Literacy. The research is qualitative and exploratory in nature, developed from the analysis of various bibliographical sources. The results indicate the need to articulate Scientific Literacy and Interdisciplinarity as a strategy to promote a meaningful and contextualized teaching. Thus, it is necessary to review the assumptions based on the continuing education of teachers that allow for the effective implementation of this articulation in teaching practice.

KEYWORDS: Scientific literacy. Natural Sciences teaching. Integration of knowledge. Teacher training. Basic education.

^{1*} Doutora em Educação em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Professora da Educação Básica da SEDUC/RS, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3800-7860>, e-mail: carlaadelina0@gmail.com

^{2**} Doutora em Biologia Animal pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Docente do Colégio de Aplicação da UFRGS e do PPG em Educação em Ciências da UFRGS, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4647-6245>, e-mail: rosane.garcia@ufrgs.br

1 Introdução

O termo Alfabetização Científica (AC) surgiu na década de 1950 nos Estados Unidos, em um artigo do autor Paul DeHart Hurd (1998). Fundamentamos o presente trabalho em pesquisadores como Auler (2002), Chassot (2003), Sasseron e Carvalho (2011) Valle *et al.* (2020) e Lorenzetti (2021), entre outros, que dissertam sobre a AC em um olhar humanista e articulada às ideias de Paulo Freire. A partir disso, adotamos uma perspectiva sobre a AC relacionando com “a ampliação da capacidade de leitura de mundo pelas lentes das Ciências, a partir de saberes que possibilitam um olhar crítico para o contexto vivido, com vistas a transformá-lo” (Barcellos; Coelho, 2022, p. 2). As diversas possibilidades de promoção da AC vêm ao encontro de planos de ensino que busquem um Ensino das Ciências da Natureza que, por meio de diversas abordagens didáticas, promova diferentes sugestões no intuito de favorecer a formação de indivíduos que saibam fazer uso social do conhecimento científico.

A necessidade da AC encontra-se nos documentos oficiais como Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) (Brasil, 2013), Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+) (Brasil, 2000) e, de forma implícita, Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), onde é usado o conceito de Letramento Científico. Esses documentos oficiais tendem a adotar parte dos mesmos objetivos da AC quando tratam de promover nos estudantes habilidades, atitudes, valores e aprendizagens essenciais para exercer a cidadania de forma autônoma, crítica, ativa e responsável, buscando seu desenvolvimento integral nos âmbitos intelectual, afetivo, físico, social, ético e moral.

O objetivo deste artigo é discutir as relações entre a AC, Interdisciplinaridade e Formação de Professores, conectando esses temas na busca por evidenciar possíveis articulações que contribuam para qualificar o Ensino das Ciências da Natureza na Educação Básica. A pesquisa é de natureza qualitativa, caracterizando-se como exploratória, e se desenvolveu a partir da análise de diversas fontes bibliográficas (Gil, 2019). As bases de dados utilizadas para a constituição do *corpus* de pesquisa foram o Google Acadêmico e o Portal de Periódicos da Capes, a fim de mapear a produção acadêmica a partir dos anos 2000, quando o conceito de AC começou a se disseminar no Brasil (Cunha, 2017). Nesse sentido, propomos que a AC e Interdisciplinaridade dialoguem para promover um ensino de Ciências significativo e contextualizado. Assim, é necessário planejar uma Formação de Professores que convirja para esse propósito.

O texto traz, inicialmente, a conceituação da AC. Após isso, é discutida a correlação entre AC e Interdisciplinaridade e AC e Formação de Professores, respectivamente. Em seguida, encerra-se com as considerações finais que sintetizam as principais compreensões evidenciadas a partir deste estudo.

2 Alfabetização Científica

A AC vem sendo tema de pesquisas e publicações no Brasil e no exterior. O conceito ainda é discutido no contexto da Educação, assim como outros conceitos como Letramento Científico ou Enculturação Científica. Independentemente do autor seguido ou do termo utilizado, optou-se por utilizar AC, pois seu significado se refere ao desenvolvimento de conhecimentos que possibilitem aos estudantes interagirem e intervirem no mundo, tal como nas palavras de Freire:

[...] a alfabetização é mais que o simples domínio mecânico de técnicas de escrever e ler. Com efeito, ela é o domínio destas técnicas em termos conscientes. É entender o que se lê e escrever o que se entende. É comunicar-se graficamente. É uma incorporação. Implica não uma memorização mecânica de sentenças, de palavras, de sílabas, desvinculadas de um universo existencial – coisas mortas ou semimortas –, mas numa atitude de criação e recriação. Implica uma autoformação da qual pode resultar uma postura atuante do homem sobre seu contexto (Freire, 2021, p. 98).

Para Freire e Macedo (2022, p. 41), o desenvolvimento de uma teoria emancipadora da alfabetização e de uma pedagogia transformadora fazem parte de “um projeto político e de uma prática pedagógica que ofereça uma linguagem de esperança e de transformação dos que lutam no presente por um futuro melhor”, sendo um ponto de partida para que os estudantes assumam a autoria de suas próprias vidas.

AC no Ensino das Ciências da Natureza tem a finalidade de desenvolver nos estudantes a capacidade de “tomar decisões fundamentadas em situações que ocorrem ao seu redor e que influenciam, direta ou indiretamente, sua vida e seu futuro” (Sasseron; Machado, 2017, p. 16). Portanto, promover a AC não só permite que os estudantes olhem o mundo e os acontecimentos de uma nova maneira, mas também possibilita que eles possam interagir e modificar o mundo e a si mesmos de forma consciente, autônoma e responsável.

De acordo com o pensamento de Freire e Macedo (2022, p. 45), a alfabetização

[...] é parte do processo pelo qual alguém se torna autocrítico a respeito da natureza historicamente construída de sua própria experiência. Ser capaz de nomear a própria experiência é parte do que significa ‘ler’ o mundo e começar a compreender a natureza política dos limites bem como das possibilidades que caracterizam a sociedade mais ampla.

Outra aproximação entre a alfabetização a partir dos pressupostos de Paulo Freire e a AC está na visão de “leitura do mundo”, que permite desenvolver a capacidade de ser autocrítico e de respeitar a sua própria natureza e o mundo que o cerca. Assim, a sala de aula é o espaço onde a alfabetização se efetiva. O professor precisa “ser sensível às atuais condições históricas, sociais e culturais que contribuem para as formas de conhecimento e de significado que os alunos trazem para a escola” e buscar que “o conhecimento, os valores e as práticas sociais que constituem a história/narrativa sejam compreendidos como a encarnação de determinados interesses e relações de poder referentes a como se deveria pensar, viver e agir quanto ao passado, ao presente e ao futuro” (Freire; Macedo, 2022, p. 57).

A AC tem como um dos seus objetivos permitir que os estudantes utilizem os conhecimentos produzidos pela Ciência de forma a participar e atuar em sociedade. Portanto, as práticas de ensino precisam ser pensadas para favorecer a construção da postura ativa em situações nas quais eles possam buscar estratégias para resolução de problemas. Essas orientações precisam ir muito além de colaborar para a compreensão dos conhecimentos científicos, evitando que as aprendizagens fiquem restritas unicamente à memorização de conteúdos, conceitos e fórmulas. Apesar da importância da memorização, devemos ter a consciência de que é necessário utilizar outras formas de interagir com o mundo que nos cerca. As interações em sala de aula são fundamentais para que se efetive a AC. Assim sendo, o papel do professor é orientar os estudantes, problematizando conteúdos e temas, incentivando a resolução de problemas.

Para possibilitar o desenvolvimento da AC, é importante que os planejamentos didáticos levem em consideração a prática dos professores e que precisam ser realizados de modo dinâmico, utilizando estratégias de ensino que mobilizem os estudantes e desenvolvam o conhecimento científico (conceitual, material, epistêmico e social). Desse modo, a AC precisa se articular “com as práticas sociais de construção, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento científico, dado que, no contexto da sala de aula de ciências, está posto o compromisso social” de formação dos estudantes (Sasseron; Silva, 2021, p. 143).

Segundo Vigotski (2009), aprender é uma experiência coletiva e, portanto, social, que se efetiva por meio da interação e da troca de experiências com outros sujeitos. Assim, a interação é essencial para a construção do conhecimento que ocorre a partir de experiências prévias e da investigação dos fenômenos científicos. Portanto, é “por meio da linguagem e das interações discursivas que professores e alunos constroem as bases para um ensino que privilegie a Alfabetização Científica” (Sasseron; Machado, 2017, p. 43).

Promover a AC é um desafio constante, pois os indivíduos “alfabetizados cientificamente” precisam ser capazes de compreender o mundo que os cerca, tomar decisões, desenvolver diferentes habilidades e estabelecer relações entre Ciência e Sociedade. A AC, segundo Valle *et al.* (2020, p. 24),

[...] pode ser essencial para desconstruir ideias estereotipadas sobre Ciência e o ensino de Ciências pode ser considerado como um auxiliador na formação de cidadãos ativos, sendo capazes de relacionar os conhecimentos oriundos das diversas Ciências que são um construto humano e relacionado com a vida social para compreensão resolução de problemas pessoais, locais e globais.

Sendo assim, para proporcionar um Ensino de Ciências que promova a AC, é necessário extrapolar o ensino tradicional ou livresco. Poder ir além da memorização descontextualizada de conceitos e da simples aplicação de fórmulas é dar sentido à Ciência na vida dos estudantes. Isso possibilita a eles compreenderem o mundo que os cerca e fazer escolhas conscientes, o que pode levá-los a transformar sua realidade. A partir do entendimento de que a Ciência está presente no cotidiano em praticamente todos os fenômenos e instrumentos, surge a necessidade de construir conhecimentos científicos integrados aos conhecimentos cotidianos. A AC contribui para que esse processo se efetive. Paulo Freire defende que o ensino precisa estar vinculado à formação moral do educando, portanto,

[...] uma das tarefas mais importantes da prática educativo-crítica é propiciar as condições em que os educandos em suas relações uns com os outros e todos com o professor ou a professora ensaiam a experiência profunda de assumir-se [...] como ser social e histórico como ser pensante, comunicante, transformador, criador (Freire, 2022, p. 42).

Dessa forma, a AC contribui com o propósito de tornar o Ensino de Ciências uma possibilidade que desenvolva cidadãos mais críticos, de modo que o ensino esteja próximo do

contexto em que os estudantes estão inseridos, tornando-os capazes de usar os conhecimentos científicos para interpretar e intervir no mundo que os cerca.

3 Alfabetização Científica e Interdisciplinaridade

Nesta seção do texto, buscamos evidenciar os fundamentos teóricos que sustentam uma relação entre a AC e a Interdisciplinaridade. O propósito é estimular o diálogo e a reflexão e sugerir alguns caminhos que atestem como essas temáticas se relacionam entre si e com o ensino das Ciências da Natureza.

Assim sendo, para Camas *et al.* (2021, p. 11), “não é possível pensar a alfabetização científica a partir do isolamento disciplinar, tudo depende de tudo. Ademais, a construção do saber coletivo não se dá na transmissão de um indivíduo para outro, mas da interação de todo um sistema interdependente”. A definição corrobora a relação entre AC e Interdisciplinaridade, que aparecem “intimamente ligadas nesse conceito de rede, pois se alimentam dos mesmos elementos que constituem a construção dos saberes para além das fronteiras que delimitam as disciplinas” (Camas *et al.*, 2021, p. 11).

O texto da BNCC indica que a Interdisciplinaridade é fundamental no planejamento didático. O trecho sobre currículos traz como ação: “decidir sobre formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares e fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem” (Brasil, 2018, p. 16).

Fourez (1997) corrobora esse conceito ao propor a utilização de práticas interdisciplinares para o ensino das Ciências da Natureza que simulem situações do cotidiano, visto que diferentes enfoques facilitam os processos de ensino e de aprendizagem dos estudantes. Além disso,

[...] a escola deveria privilegiar, em seus procedimentos pedagógicos, a criação de modelos teóricos contextualizados sob o ponto de vista da ciência como arte e a construção de aproximações interdisciplinares através das quais os conhecimentos disponíveis são submetidos a projetos de ação sobre o mundo. Nas palavras de Fourez, as aproximações interdisciplinares “levam a produzir uma representação teórica apropriada numa situação precisa e em função de um projeto determinado” (Fourez, 1997, p. 107 *apud* Sousa; Brito, 2011, p. 2).

De acordo com Fazenda *et al.* (2013), deve-se partir do pressuposto de que nenhuma forma de conhecimento é autossuficiente, pois é imprescindível o diálogo entre diferentes tipos de conhecimentos que, juntos, constroem novos saberes.

Uma dificuldade geralmente encontrada pelos docentes da Educação Básica é aplicar a Interdisciplinaridade em sua prática. Isso ocorre porque nem todos os conceitos podem se adequar a uma prática interdisciplinar e, principalmente, porque existe dificuldade em pensar “fora da caixa”, ou seja, para além de um currículo predominantemente disciplinar. Logo, há possibilidade de que os processos formativos dos professores nos cursos de licenciatura dificilmente os preparam para uma prática interdisciplinar (Fazenda, 2011).

A questão pode ser ainda mais complexa se considerarmos um problema constituído historicamente que decorre da precária elaboração de políticas públicas de currículo e de formação de professores. A BNCC, por exemplo, propõe uma organização curricular com quatro áreas de conhecimento: Ciências da Natureza, Ciências Humanas, Linguagens e Matemática. Essa organização já aparece em documentos anteriores como as DCN (Brasil, 2013). Embora não seja novidade, ainda existe um grande abismo entre teoria e prática. Ou seja, a reorganização curricular por áreas do conhecimento dá a interpretação de um trabalho em conjunto, mas, na realidade, existem muitos desafios de diferentes ordens a serem superados para que isso se efetive de forma mais ampla na prática. Dentre esses desafios, podemos citar “a rigidez curricular, a falta de tempo para o planejamento colaborativo entre os professores e a resistência por parte dos docentes e da estrutura educacional tradicional” (Santana; Farias, 2023, p. 3058). Poderíamos ainda acrescentar a falta de preparação dos professores, obrigação em cumprir excessivas exigências burocráticas, insegurança no uso de recursos tecnológicos, cobranças das famílias e da equipe diretiva, entre outros (Sarti, 2021). É necessário que se busque estratégias para colocar a Interdisciplinaridade em prática efetivamente, oportunizando momentos de diálogo, trocas de experiências e formação de professores com o objetivo de utilizar procedimentos que a tornem parte da práxis.

A Interdisciplinaridade é uma atitude, uma troca entre diferentes áreas do conhecimento buscando uma compreensão do mundo e da Ciência. A Interdisciplinaridade e a AC convergem, pois ambas são requeridas para uma compreensão mais ampla da realidade complexa. Entretanto, essa mudança de atitude é um processo difícil, pois requer condições de trabalho em que haja espaços para a sua efetivação.

Na definição de Fazenda *et al.* (2013, p. 52),

[...] de nada adianta questionar os alunos, se eles não têm como retorno a oportunidade de discutir, de refletir, no sentido de se conscientizar da necessidade da busca da resolução de problemas do ensino/aprendizagem, a partir de um trabalho coletivo, em sala de aula, alunos e professores juntos. Daí emergirão os temas para as suas discussões, à procura de um caminho comprometido com uma visão política transformadora. Deste modo, a relação professor-aluno/conhecimento se faz na prática, determinando a teoria que, por sua vez, vem recriar a prática.

Sabe-se que a aprendizagem dos estudantes é o foco principal no fazer docente. O processo pedagógico, para que essa aprendizagem se efetive, é apenas um caminho. Desse modo, é preciso levar em consideração as vivências e os interesses dos sujeitos envolvidos nos processos de ensino e de aprendizagem, isto é, a prática pedagógica deve ser pensada a partir do contexto dos estudantes. É necessário, primeiramente, que o docente se aproprie do conhecimento científico, sabendo sistematizá-lo e vinculá-lo de forma coerente e eficiente ao cotidiano para, depois, auxiliar os estudantes na construção do próprio conhecimento. Logo, o professor precisa, além de rever sua prática, dar condições para que os estudantes discutam de forma coletiva sobre questões de seu interesse, problematizando-as e construindo conhecimentos relevantes em suas vidas.

A partir dessa conceituação, é fundamental rever os conteúdos específicos e o sentido de abordá-los em sala de aula. Em um enfoque de trabalho docente em que o papel do professor é ser mediador dos processos de ensino e de aprendizagem, constituem-se planos de ensino por meio da orientação aos estudantes para a articulação entre o conhecimento sistematizado, as experiências de vida e suas percepções de mundo. A interação é uma condição indispensável para que ocorra a Interdisciplinaridade. Ela precisa acontecer entre as pessoas, entre as disciplinas, entre espaço e tempo e entre teoria e prática. Portanto, desloca-se “de uma relação pedagógica baseada na transmissão do saber de uma disciplina ou matéria a uma relação pedagógica dialógica em que a posição de um é a posição de todos” (Fazenda, 2011, p. 93).

Um ensino interdisciplinar surge a partir dessa nova prática docente. Isso dialoga com a AC por esta também exigir mudanças na busca pela conexão entre o conhecimento científico e a realidade. A afinidade entre AC e Interdisciplinaridade permite a compreensão, a análise e a interpretação de conceitos e, dessa forma, a construção de conhecimentos a partir de uma interpretação não fragmentada. Os conhecimentos são vistos de forma integrada à

realidade, tornando-se significativos para os estudantes. Por meio de uma ampliação da visão de mundo, o processo educativo deixa de ser uma mera transmissão de saberes acumulados e passa a levar em consideração o contexto e os temas de interesse dos estudantes, utilizando o diálogo e as trocas de vivências. A escola precisa se renovar, construir novos saberes e utilizar novas metodologias e tecnologias. Isso contribui para que os estudantes construam o próprio conhecimento de modo coletivo e interdisciplinar, num enfoque de inserção social, crítica e transformadora. Desse modo,

[...] a finalidade da educação escolar na sociedade tecnológica, multimídia e globalizada é possibilitar que os alunos trabalhem os conhecimentos científicos e tecnológicos, desenvolvendo habilidades para operá-los, revê-los e reconstruí-los com sabedoria. O que implica analisá-los, confrontá-los, contextualizá-los (Fazenda, 2012, p. 168).

Ao realizar uma reflexão sobre AC e a sua relação com Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS), é indispensável conhecer os saberes prévios de cada estudante, que já possuem informações consistentes. A partir deles, pode-se desenvolver a criticidade para dialogar acerca de temas científicos.

Valle *et al.* (2020, p. 32) destacam que a AC

[...] é importante para o exercício da cidadania, pois possibilita o indivíduo a exercer seus deveres, exigir e questionar seus direitos, e para tal é preciso que se ensine, divulgue e principalmente discuta Ciência. Essa perspectiva nos faz então repensar o público a quem tem sido destinado AC e nos permite discutir essa proposta a partir de um viés que a trata como um processo, ou seja, não pode ser concebida de um dia para outro e dessa maneira deve perpassar toda a vida do sujeito estando presente nos diferentes ambientes de ensino, sejam eles formais, não formais e/ou informais, assim como nos diferentes níveis de ensino.

Considera-se a sala de aula um ambiente favorável à prática da Interdisciplinaridade, no qual os estudantes interagem e trocam conhecimentos a partir de suas experiências. Nesse cenário, é importante ressignificar o processo educativo, encorajando os alunos a observarem o meio no qual estão inseridos, fazendo-os descobrir que existem outras maneiras de compreender o conhecimento científico de forma mais contextualizada.

4 Alfabetização Científica, Interdisciplinaridade e Formação de Professores

Tendo em vista que a AC e a Interdisciplinaridade dialogam e que podem qualificar o ensino, em especial o das Ciências da Natureza, é fundamental que a Formação de Professores promova caminhos para que os docentes se apropriem dessas temáticas, encontrando possibilidades de utilizá-las.

A Formação de Professores de Ciências é um *locus* privilegiado de discussão acerca do ensino de Ciências e de como isso pode permear as ações docentes (Delizoicov *et al.*, 2011), pois parte da premissa de que “o trabalho docente é norteado pelas concepções, valores e experiências vivenciadas pelo professor, ou seja, o seu trabalho carrega a marca dos princípios que adota e a ideia que o professor tem sobre Ciência e ensino, provavelmente, refletirá na sua prática” (Valle *et al.*, 2020, p. 31). Assim, para que a AC se efetive, é necessário que os professores realizem processos de formação continuada. Isso viabiliza uma práxis na qual eles possuem um papel ativo, atuam de forma crítico-reflexiva e assumem autonomia sobre sua prática e sobre a formação de sua identidade docente.

São exigidas dos professores habilidades relacionadas à criticidade que comumente não são desenvolvidas na formação inicial e continuada, as quais são, geralmente, de caráter mais teórico e técnico, ou pouco reflexivas (Sarti, 2021). Seria interessante que o processo formativo pensasse em um Ensino das Ciências da Natureza no qual somente o conteúdo não seja o mais importante, mas sim o sentido do que está sendo estudado e a sua aplicabilidade em outros contextos. Portanto, o que se espera dos docentes é que eles possuam a capacidade de refletir, pensar, repensar e avaliar as potencialidades de proporcionar condições para que a AC seja inserida no contexto do Ensino de Ciências e na formação integral dos estudantes.

Nesse sentido, de acordo com Fourez (2003), a formação docente precisa ser pensada de maneira que promova a autonomia epistemológica do professor por meio do senso crítico e de um olhar realista e humana da Ciência. Uma Formação de Professores crítica e reflexiva precisa levar em consideração a construção e a reconstrução de saberes e práticas da vida dos estudantes, bem como os seus interesses. É importante observar, vivenciar e pesquisar sobre o contexto na preparação dos docentes para compreenderem os interesses dos estudantes. Assim, dar significado aos conhecimentos científicos é promover uma formação cidadã crítica mais próxima da realidade e das finalidades educacionais da AC.

Ao promover a AC nas aulas de Ciências, os professores proporcionam “uma conexão entres os diferentes conhecimentos” (Valle *et al.*, 2020, p. 40). Os autores destacam que o

diálogo entre a universidade e escola é indispensável para a construção de saberes científicos articulados com a prática, superando o pensamento de transmissão de conceitos.

Ao formarem-se na concepção da AC, os professores são capazes de se “reciclar” e dar sequência à própria alfabetização, revendo sua formação docente e o ensino de Ciências de forma contínua. A partir da AC, o professor tem a liberdade de tomar decisões alicerçadas em seus saberes e experiências, repensando suas concepções sobre as Ciências e sobre como ensinar Ciências. Desse modo, “a educação só se torna efetiva quando desconstrói conceitos e causa transformações na vida do professor e do educando, proposta mais próxima com os pressupostos de uma formação cidadã pautada na Alfabetização Científica dos sujeitos” (Valle *et al.*, 2020, p. 41).

Para promover a AC no Ensino das Ciências da Natureza, o professor precisa repensar o currículo, desenvolver autonomia e utilizar projetos de ensino que abordem temas significativos do interesse dos estudantes. Revendo suas concepções e práticas pedagógicas, o professor possibilita que os estudantes participem de forma autônoma, crítica e ativa na construção dos conhecimentos científicos e que desenvolvam aprendizagens que contribuam para modificar a sociedade e o mundo em que vivem.

Segundo Sasseron e Machado (2017), para promover a AC, o primeiro passo é escolher temas que façam parte do contexto e do interesse dos estudantes. A partir daí, é preciso pensar quais conteúdos abordar nas aulas de Ciências, quais os objetivos de aprendizagem a serem alcançados e quais conhecimentos podem ser trabalhados nas práticas pedagógicas.

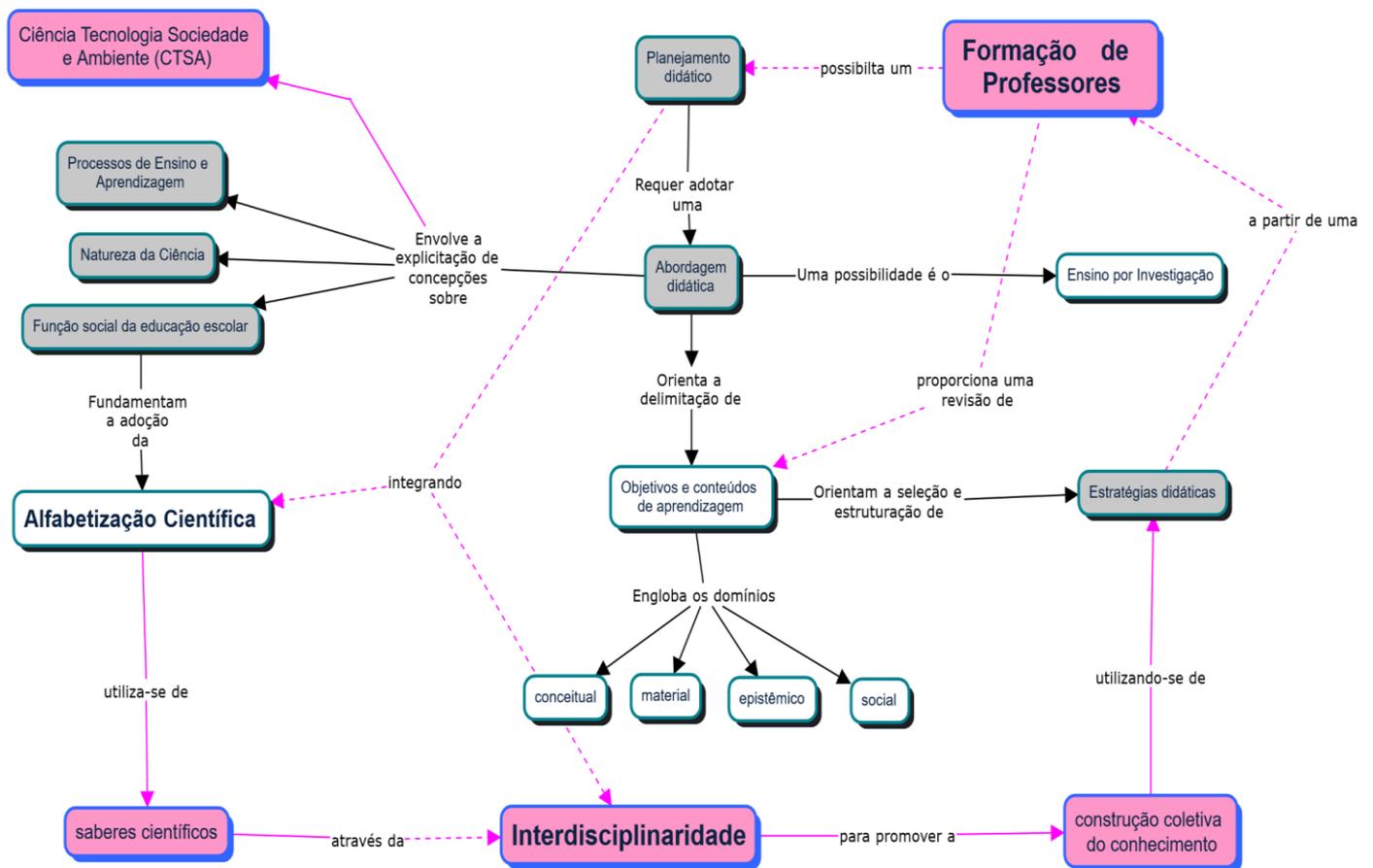
Ainda, de acordo com Fourez (1997, p. 39), “a formação docente deve contemplar a História da Ciência, epistemologia, Interdisciplinaridade, aspectos tecnológicos, aspectos sociais, conteúdos específicos e conhecimento sobre os estudantes e sobre as finalidades do que se propõe a ensinar”. Ao professor, cabe conhecer os conceitos e os temas abordados, sendo capaz de realizar uma reflexão constante sobre sua prática e sobre os processos de ensino e de aprendizagem. Planos de ensino que trabalham a partir dessas concepções exigem um sistema de ensino que ofereça aos docentes disponibilidade de tempo para planejar, desenvolver e avaliar suas práticas.

Além disso, é preciso que os estudantes se sintam engajados a participar ativamente dos processos de ensino e de aprendizagem. De acordo com Sasseron e Silva (2021), o ensino de Ciências na proposição da AC possibilita aos estudantes o desenvolvimento da autonomia

através da construção de conhecimentos científicos, a partir da Natureza da Ciência e de abordagens didáticas como, por exemplo, o ensino por investigação.

A Figura 1 apresenta a relação entre AC, Interdisciplinaridade, Formação de Professores e elementos constituintes do plano didático. Ela foi elaborada a partir de Sasseron e Silva (2021, p. 143). O mapa conceitual apresenta a relação entre alguns elementos constituintes do planejamento didático com os conceitos de AC e Interdisciplinaridade.

Figura 1 – Relação entre AC, Interdisciplinaridade e Formação de Professores e elementos constituintes do planejamento didático. Os retângulos cinzas e brancos são originais de Sasseron e Silva (2021, p. 143), ao passo que os que estão em rosa foram acrescentados a partir das reflexões desenvolvidas neste artigo.



Fonte: Produção das autoras (elaborado a partir de Sasseron; Silva, 2021, p. 143).

A figura original de Sasseron e Silva (2021, p. 143) sintetiza o que foi exposto ao longo do texto pelas autoras, que apontam que

[...] este é um modo adequado e coerente aos pressupostos expostos para desenvolver a agência epistêmica dos estudantes, ou seja, para permitir que o ensino das ciências incida nos estudantes não apenas no âmbito escolar, mas

formando-o pela escola para o exercício de sua autonomia intelectual na consideração dos conhecimentos científicos e dos modos de construí-los, incluídos aí as normas, as práticas e os valores das ciências.

Na Figura 1, foram agregados alguns elementos ao mapa conceitual original (Sasseron; Silva, 2021, p. 143), como os conceitos de Interdisciplinaridade e Formação de Professores, abordados neste artigo. A concepção apresentada corrobora a proposta de que uma Formação de Professores, a partir da Interdisciplinaridade, potencializa a construção coletiva de conhecimentos científicos por meio da AC.

Ao promover a AC no Ensino das Ciências da Natureza, o professor possibilita que os estudantes desenvolvam autonomia para tratar de temas relacionados à Ciência e à Tecnologia, proporcionando uma educação libertadora. Isso gera condições para que pratiquem a cidadania. Segundo Freire (2022, p. 58), “o respeito à autonomia e à dignidade de cada um é um imperativo ético e não um favor que podemos ou não conceder uns aos outros”. Logo,

[...] é preciso, sobretudo, e aí já vai um destes saberes indispensáveis, que o formando, desde o princípio mesmo de sua experiência formadora, assumindo-se como sujeito também da produção do saber, se convença definitivamente de que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção (Freire, 2022, p. 24).

Para Perrenoud *et al.* (2007, p. 12), “não é possível formar professores sem fazer escolhas ideológicas”. Portanto, para pensar a AC na Formação de Professores, é necessário acreditar que o trabalho docente só terá sentido se proporcionar aos estudantes a capacidade de perceber a realidade de forma mais crítica, a partir de suas vivências e interesses. De acordo com o autor:

[...] é primordial que os professores não sejam mais vistos como indivíduos em formação, nem como executores, mas como atores plenos de um sistema que eles devem contribuir para transformar, no qual devem engajar-se ativamente, mobilizando o máximo de competências e fazendo o que for preciso para que possam ser construídas novas competências a curto ou médio prazo (Perrenoud *et al.*, 2007, p. 90).

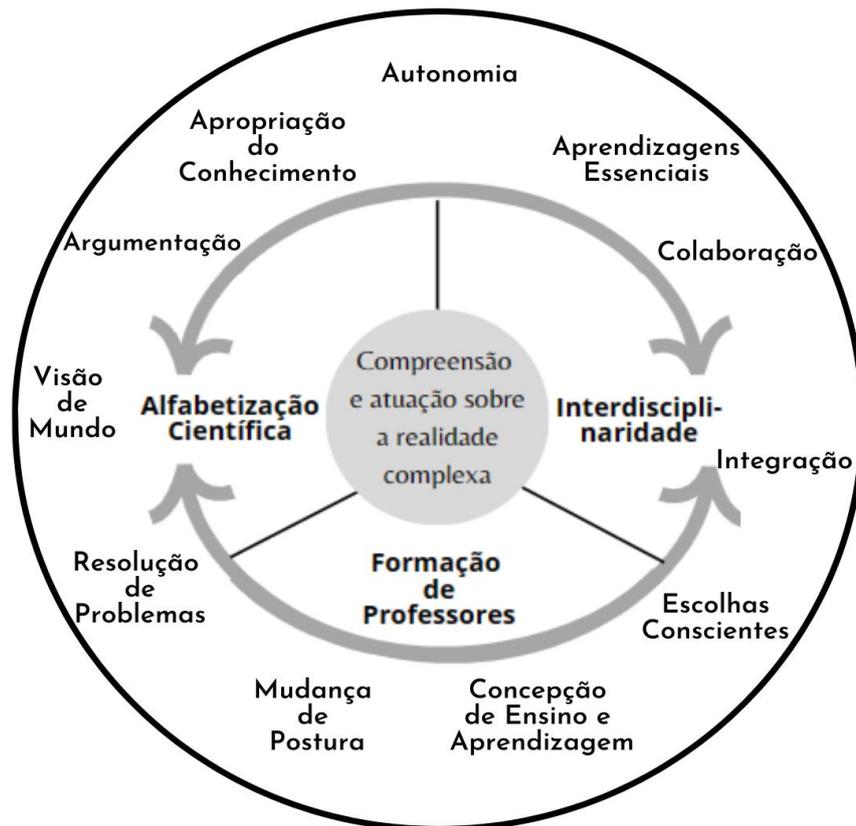
O ponto de vista corrobora com a orientação da AC, na qual seria importante que os professores adotassem uma percepção de ensino com ações didáticas capazes de promover a participação ativa e o protagonismo dos estudantes.

Libâneo (2011, p. 27), por sua vez, destaca que a escola precisa ser repensada, principalmente porque ela “não detém sozinha o monopólio do saber”, pois a educação ocorre em diferentes locais e por diversos meios. A partir desse prisma, a escola e a prática do professor precisam deixar de ser centradas na transmissão de informações. O docente pode passar a orientar os estudantes na análise crítica das informações, possibilitando, através do conhecimento, a atribuição de significado a essa informação. Logo, é preciso “articular sua capacidade de receber e interpretar informação com a de produzi-la, a partir do aluno como sujeito do seu próprio conhecimento” (Libâneo, 2011, p. 28). O autor ainda aborda que é importante uma formação docente crítico-reflexiva, na qual “o professor possa ‘pensar’ sua prática, ou em outros termos, que o professor desenvolva a capacidade reflexiva sobre sua própria prática. Tal capacidade implicaria, por parte do professor, uma intencionalidade e uma reflexão sobre seu trabalho” (Libâneo, 2011, p. 84-85).

Portanto, para que o professor viabilize em sala de aula uma prática pedagógica com a participação dos estudantes, capaz de fazê-los “pensar” e aplicar os conhecimentos em diferentes contextos – como sugerem a AC e a Interdisciplinaridade –, é necessário que o docente participe de processos de formação que utilizem “meios pedagógico-didáticos de melhorar e potencializar a aprendizagem pelas competências do pensar”, associando o processo de ensino através “do pensar ao processo da reflexão dialética de cunho crítico, a crítica como forma lógico-epistemológica” (Libâneo, 2011, p. 87).

A Figura 2 mostra conceitos que estabelecem possíveis relações e articulações entre as temáticas AC, Interdisciplinaridade e Formação de Professores, ilustrando que elas possibilitam compreender e atuar sobre a realidade complexa. Essa articulação se efetiva por meio do desenvolvimento de diferentes processos que, neste caso específico, foram representados por alguns conceitos que se relacionam e se complementam. Os conceitos apresentados na Figura 2 emergiram a partir das leituras e reflexões realizadas para a elaboração deste texto e representam algumas questões que se esperam desenvolver em projetos educativos que utilizem pressupostos da AC e da Interdisciplinaridade de maneira articulada para a Formação de Professores, em especial, para o ensino das Ciências da Natureza.

Figura 2 – Conceitos que relacionam e articulam as temáticas Interdisciplinaridade, AC e Formação de Professores e que podem qualificar o ensino das Ciências da Natureza.



Fonte: Produção das autoras (2023).

Os conceitos articuladores se mostram a partir da relação entre teoria e prática, dos estudos referenciados neste texto e de outros referenciais teóricos que constituem a trajetória docente das pesquisadoras e sua relação com a pesquisa. Também se considera a consciência do papel desempenhado enquanto docente, a importância da Ciência na sociedade e o ponto de vista aqui apresentado de maneira comprometida com a construção de conhecimentos científicos.

No centro da imagem, aparecem interligados os conceitos principais apresentados neste trabalho, que auxiliam no desenvolvimento de habilidades necessárias para o Ensino das Ciências da Natureza a partir da “compreensão e atuação sobre a realidade complexa”. Observa-se que os três conceitos – AC, Interdisciplinaridade e Formação de Professores – possuem o mesmo nível de relevância. Entre eles ocorrem articulações contínuas e cíclicas, isto é, independentemente de qual seja o conceito inicial, é possível perpassar os demais mais externos na imagem, pois todos se relacionam. Dessa forma, propõe-se que, independentemente do ponto a partir do qual se observa, os conceitos mais externos dialogam entre si de maneira que contribuem para a conexão entre os três conceitos principais.

Os onze conceitos articuladores listados na parte mais externa na Figura 2 referem-se ao entendimento de que: a **Autonomia** dos docentes para a construção de seus planos de ensino é fundamental para possibilitar a sua auto-organização de acordo com o contexto em que estão inseridos; as **Aprendizagens essenciais** são aquelas que servem de base para que a construção do conhecimento possa se ampliar, sendo importante que os professores possam selecioná-las a partir das percepções sobre as necessidades de seus estudantes; a **Colaboração** é a troca entre os pares, sendo essencial para que os processos de ensino e de aprendizagem se efetivem de forma significativa; a **Integração** consiste na busca em compreender o conhecimento científico por meio da articulação entre diferentes áreas de conhecimento, de forma interconectada; as **Escolhas conscientes** permitem aos docentes a possibilidade de decidir de forma fundamentada os conceitos e os conteúdos a serem trabalhados, visando o desenvolvimento do pensamento crítico e da cidadania; a **Concepção de ensino e aprendizagem** trata do ensino pautado a partir das vivências e práticas dos docentes, que se constroem a partir da formação inicial e continuada, permitindo o processo de transformação por formas de conceber o seu trabalho docente; a **Resolução de problemas** é uma habilidade fundamental para se viver na atualidade, onde estamos expostos a um número maior de informações e de conhecimentos a cada dia e precisamos estar preparados para lidar com isso; a **Visão de mundo** precisa abranger novas concepções e perspectivas, tornando os professores abertos às mudanças; a **Argumentação** é importante no contexto científico, pois permite explicar o conhecimento por meio de evidências, estabelecendo relações entre os fatos e as conclusões; a **Apropriação do conhecimento** é capaz de transformar educandos e educadores, tornando-os gestores do próprio conhecimento e da sua reelaboração.

Todos esses conceitos e as suas articulações surgiram dos referenciais teóricos utilizados e foram propostos pelas autoras desta pesquisa a partir da sua compreensão sobre as temáticas em estudo, suas relações, conexões, possibilidades e potencialidades para o Ensino de Ciências, que pode ser mais qualificado ao articular a Interdisciplinaridade e a AC na Formação de Professores, o que poderá levar, conseqüentemente, a reflexos nos processos de aprendizagem dos estudantes.

Cabe destacar que outros termos podem ser acrescentados, suprimidos ou substituídos no esquema apresentado na Figura 2 à medida que outras análises e interpretações sejam realizadas, de modo a revisitar os pressupostos que colaboram com a proposição de legitimar a AC e a Interdisciplinaridade na prática docente. As idealizações aqui discutidas esforçam-se

em validar a conexão entre AC, Interdisciplinaridade e Formação de Professores a partir da apreciação dos referenciais teóricos explorados.

5 Considerações finais

A partir do que foi exposto, este trabalho evidenciou que a Interdisciplinaridade possibilita a potencialização da AC, visto que ambas ensejam compreensão e atuação mais ampla sobre a realidade complexa. Buscou-se interligar os conceitos de AC, Interdisciplinaridade e Formação de Professores, propondo uma nova prática pedagógica que favoreça o desenvolvimento de aprendizagens significativas.

Desse modo, para que essa práxis se efetive, é necessário conhecer suas características, rever os planos didáticos dos professores e promover oportunidades de formação nas quais, a partir do debate e da troca de experiências, os docentes possam aliar teoria e prática, ressignificando o seu fazer docente.

O papel do professor é fundamental para que uma mudança de atitude ocorra. A partir da revisão de sua prática, é possível pensar em um Ensino de Ciências que integre AC e Interdisciplinaridade. É necessário compreender a necessidade dos docentes de propor estratégias didáticas que priorizem o desenvolvimento da argumentação, a mudança de postura, a contextualização, a autonomia e outras habilidades, valorizando os objetivos do ensino das Ciências da Natureza, da AC e da Interdisciplinaridade. Portanto, acredita-se que, dessa forma, seja possível qualificar ainda mais o ensino por meio de uma educação conectada com o mundo que nos cerca.

Apesar de haver o reconhecimento em relação aos avanços e benefícios de proporcionar espaços de planejamento e formação inicial e continuada para os professores, é fundamental ressaltar a importância de qualificar as políticas educacionais de maneira adequada, evitando colocar todo o peso da mudança nos ombros dos professores, sobrecarregando-os e limitando seu potencial. Para garantir a efetividade de espaços de formação continuada, é necessário que seja oferecido suporte estruturado e recursos adequados, incluindo investimento em formação de qualidade, tempo para o desenvolvimento profissional e reconhecimento do valor do trabalho docente. A simples disponibilidade de recursos não é suficiente para promover uma mudança efetiva.

Os educadores são essenciais para o sucesso do sistema educacional, mas eles também precisam de apoio e de orientação adequada, incluindo currículos bem estruturados, recursos

didáticos atualizados e ambientes de aprendizagem favoráveis. Mudanças significativas exigem investimentos em infraestrutura educacional, além de um compromisso contínuo com a melhoria do sistema como um todo. Afinal, não basta apenas criar oportunidades de planejamento e formação, é preciso garantir que os professores estejam devidamente preparados e apoiados para enfrentar os atuais desafios do ensino. Somente assim se pode construir um sistema educacional mais eficiente e equitativo.

Por fim, este trabalho teórico não se propõe a exaurir o debate a respeito dos desafios de um ensino das Ciências da Natureza pautado no desenvolvimento da AC. Pretende-se lançar atenção para um enfoque em que a AC e a Interdisciplinaridade possam convergir na promoção de ações educativas através de um exercício contínuo da autonomia de educadores e educandos.

Referências

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de Ciências**. Tese de Doutorado. Florianópolis: CED/UFSC, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/82610>. Acesso em 18 ago. 2023.

BARCELLOS, L. da S.; COELHO, G. Formação Continuada de Professores do Ensino Fundamental e a Alfabetização Científica: Estado do Conhecimento de 1992 a 2020. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 22, e29664, 2022. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u3363>.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares e Educação Integral**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192. Acesso em 12 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em 05 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, p.1-23, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em 05 fev. 2023.

CAMAS, N. P. V. *et. al.* Interdisciplinaridade e Alfabetização Científica: um ensaio sobre os dois lados da mesma moeda. **Ensino Em Re-Vista**, 28, e017, 2021. DOI: <http://doi.org/10.14393/ER-v28a2021-17>.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Unijuí, 2003.

CUNHA, R. B. Alfabetização científica ou letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. **Revista Brasileira de Educação**, 22(68), 169-186, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782017226809>.

DELIZOICOV, D. *et al.* **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FAZENDA, I. C. A. **Integração e Interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia**. 6. ed. São Paulo: Loyola, 2011.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 18 ed. São Paulo: Papirus, 2012.

FAZENDA, I. C. A. *et al.* (coord.). **Práticas interdisciplinares na escola**. 13 ed. rev. e ampl. São Paulo: Cortez, 2013.

FOUREZ, G. **Alfabetização científica e tecnológica: acerca das finalidades da inteligência das ciências**. Buenos Aires: Colihue, 1997.

FOUREZ, G. Crise no ensino de Ciências? **Investigações em ensino de ciências**, 8(2), 109-123, 2003. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/542>. Acesso em 11 mar. 2023.

FREIRE, P. **Educação e mudança**. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 72 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2022.

FREIRE, P.; MACEDO, D. **Alfabetização: leitura do mundo, leitura da palavra**. 11 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2022.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2019.

HURD, P. H. Scientific literacy: New minds for a changing world. **Science Education**, 82(3), 407-416, 1998. DOI: [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).

LIBÂNEO, J. C. **Adeus professor, adeus professora?** Novas exigências educacionais e profissão docente. 13 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

LORENZETTI, L. A. Alfabetização Científica e Tecnológica: pressupostos, promoção e avaliação na Educação em Ciências. In MILARÉ, T. *et al.* (orgs.), **Alfabetização Científica e Tecnológica na Educação em Ciências** (133-146). São Paulo: Livraria da Física, 2021.

PERRENOUD, P. *et al.* **As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação.** Porto Alegre: Artmed, 2007.

SARTI, F. M. Relações intergeracionais no mercado brasileiro de formação docente: antigos e novos desafios a considerar. **Pro-Posições**, v. 32, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pp/a/NDptmxDmTrP9K7mHPZbD9cF/?lang=pt&format=html>. Acesso em 23 mar. 2023.

SANTANA, M. C. B.; FARIAS, M. B. Interdisciplinaridade e escola: novos desafios. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, 9(09), 3051-3060, 2023. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/download/11398/5078/19955#:~:text=No%20entanto%2C%20a%20implementa%C3%A7%C3%A3o%20da,e%20da%20estrutura%20educacional%20tradicional>. Acesso em: 11 dez. 2023.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, 16(1), 59-77, 2011. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/246>. Acesso em: 28 maio 2023.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. **Alfabetização Científica na Prática: inovando a forma de ensinar física.** São Paulo: Livraria da Física, 2017.

SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. Sobre Alfabetização Científica e sobre práticas epistêmicas: encontros de ações para a pesquisa e o ensino de ciências. In MILARÉ, T. *et al.* (orgs.). **Alfabetização Científica e Tecnológica na Educação em Ciências** (133-146). São Paulo: Livraria da Física, 2021.

SOUSA, R.; BRITO, L. Alfabetização científica e tecnológica e CTS numa ilha de racionalidade sobre consumo consciente de energia elétrica. **Anais do VIII ENPEC** (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências), Rio de Janeiro, Brasil, 2011.

VALLE, M. G. *et al.* **A alfabetização científica na formação cidadã: perspectivas e desafios no ensino de ciências.** Curitiba: Appris, 2020.

VIGOTSKI, L. S. **Imaginação e criação na infância.** São Paulo: Ática., 2009.

Artigo recebido em: 12/03/24 Artigo aprovado em: 13/06/24 Artigo publicado em: 28/08/24