



ARTIGO



ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA COMO TRANSFORMAÇÃO SOCIAL: UMA REFLEXÃO PARA A SUA PROMOÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS A PARTIR DE UMA TECNOLOGIA SOCIAL

Geraldo Wellington Rocha Fernandes¹

<https://orcid.org/0000-0002-1337-1236>

Iury Henrique Fernandes²

<https://orcid.org/0009-0001-9741-3519>

Danilo Lopes Santos³

<https://orcid.org/0000-0003-2244-2267>

RESUMO:

O objetivo que direciona este trabalho é o de refletir teoricamente sobre a promoção de uma Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) como transformação social, no contexto de sala de aula, a partir de uma Tecnologia Social (TS). Nessa perspectiva, revisitamos os conceitos previamente estabelecidos na literatura sobre a ACT e transformação social e apresentamos proposições de um referencial teórico para o contexto escolar. Na perspectiva da ACT escolar, apontamos algumas considerações para se desenvolver a transformação social, entre elas: o ensino de Ciências como prática social, a inserção da TS como um modelo social e didático a ser estudado, a intencionalidade do professor em desenvolver a ACT escolar e a argumentação como prática epistêmica para a identificação da ACT como transformação social.

Palavras-chave:

Alfabetização Científica e Tecnológica, Transformação Social, Intencionalidade do Professor, Tecnologia Social, Argumentação.

La Alfabetización Científica y Tecnológica como Transformación Social: una reflexión para su promoción en la enseñanza de las ciencias mediante la Tecnología Social

RESUMEN:

El objetivo de este trabajo es reflexionar teóricamente sobre la comprensión e identificación de posibilidades para promover la Alfabetización Científica y Tecnológica (ACT) como transformación social, en el contexto del aula, basada en la Tecnología Social (TS). Considerando esta perspectiva, revisamos ideas ya consolidadas en la literatura sobre ACT y transformación social y presentamos propuestas para un marco teórico para el contexto escolar. Desde la perspectiva de la ACT escolar, señalamos algunas consideraciones para desarrollar la transformación social, entre ellas: la enseñanza de las ciencias como práctica social, la inserción de la TS como modelo social y didáctico a estudiar, la intencionalidad del docente en desarrollar la ACT escolar y la argumentación como práctica epistémica para identificar la ACT como transformación social.

Palabras-clave:

Alfabetización Científica y Tecnológica, Transformación Social, Intencionalidad Docente, Tecnología Social, Argumentación.

¹ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

² Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

³ Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Scientific and Technological Literacy as Social Transformation: a reflection for its promotion in science teaching using Social Technology

ABSTRACT:

The objective behind this work is to reflect theoretically on understanding and identifying possibilities for promoting Scientific and Technological Literacy (STL) as social transformation, in the classroom context, based on Social Technology (ST). Considering this perspective, we revisit ideas already consolidated in the literature on STL and social transformation and present propositions for a theoretical framework for the school context. From the perspective of school STL, we point out some considerations to developing social transformation, including science teaching as a social practice, the insertion of ST as a social and didactic model to be studied, the teacher's intentionality in developing school STL and argumentation as an epistemic practice to identify STL as Social Transformation.

Key words:
Scientific and Technological Literacy, Social Transformation, Teacher Intentionality, Social Technology, Argumentation.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento científico e tecnológico se constitui em um processo dinâmico e tem influência direta na nossa sociedade. Nessa perspectiva, Oliveira (2019) e Milaré e Richetti (2021) discorrem sobre a importância da inserção de discussões a respeito da dimensão tecnológica no ensino de Ciências, com foco nos impactos da Ciência e da Tecnologia e suas diversas implicações na sociedade contemporânea. Para isso, cada vez mais, surgem estudos que apresentam a importância, a compreensão, o papel e a influência da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) em nossa sociedade (Sasseron & Carvalho, 2011; Richetti & Milaré, 2021).

Alguns autores recomendam que o ensino de Ciências seja pautado na promoção da ACT (Lorenzetti, 2021; Milaré & Richetti, 2021; Fourez, 1997). Contudo, entendemos que, para isso, seja necessária uma intencionalidade do professor, apoiada pela escola e por outros atores com diferentes conhecimentos, incluindo também outros órgãos da educação. É fundamental garantir ao professor todas as condições necessárias para o planejamento e desenvolvimento de propostas didáticas, com vista ao desenvolvimento da ACT como Transformação Social, no espaço escolar. De acordo com Silva e Lorenzetti (2020), além de um planejamento diferenciado, é essencial que os professores atuem de forma a desenvolver uma educação crítica, formadora de opiniões, inovadora e transformadora, o que, por vezes, não é fácil e/ou não se sabe como o fazer.

Buscando promover, não somente a Alfabetização Científica (AC) e tampouco a Alfabetização Tecnológica (AT), mas a ACT no contexto escolar, numa perspectiva transformadora (Archanjo Junior & Gehlen, 2020; Roso, 2017; Silva & Sasseron, 2021; Valladares, 2021), começam a surgir trabalhos que vêm discutir o papel das Tecnologias Sociais (TS) para o desenvolvimento do conhecimento científico, tecnológico e social na escola, e que buscam sustentar o termo “transformação social” e contribuir para a área de Educação em Ciências (Lopes, 2020; Allain & Fernandes, 2022; Archanjo Junior & Gehlen, 2021, Roso, 2017). A inserção das TS no contexto escolar toma como base, principalmente, o fato de que há uma necessidade da promoção e formação de cidadãos críticos, e que tenham conhecimentos a respeito de questões de caráter ambientais, científicos, culturais, sociais, políticos, econômicos e éticos (Allain & Fernandes, 2022).

Nessa perspectiva, destaca-se outro aspecto relevante: a interação argumentativa dos estudantes em atividades escolares voltadas para a Transformação Social. A interação argumentativa, na sala de aula, atua como prática epistêmica (Sasseron & Carvalho, 2011) e como um domínio cognitivo/sensorial, relacionado à construção social do argumento, ou seja, ao desenvolvimento do argumento no contexto social (Fernandes et al., 2020). Para compreendermos o desenvolvimento da

ACT como transformação social, podemos pensar nas interações discursivas, como prática epistêmica, decorrentes do desenvolvimento de uma TS, a partir da intencionalidade do professor em reorganizar o ensino de conteúdos científicos ou do currículo de Ciências.

Em um contexto em que se busca discutir e promover a ACT na sala de aula, considerando o cenário atual da sociedade científica e tecnológica, este estudo buscou responder à seguinte questão: *Como promover a ACT escolar, como transformação social, que não apenas proporcione aos estudantes compreender os conceitos científicos, mas também os habilite a transformar sua realidade e tomar decisões críticas e conscientes sobre problemas sociais, econômicos, políticos, ambientais e de outras áreas influenciadas pela Ciência e Tecnologia?*

Nesse sentido, o objetivo que direciona este trabalho é o de refletir teoricamente sobre a promoção de uma ACT como transformação social, no contexto de sala de aula, a partir de uma TS. Nesse contexto, propomos um artigo teórico, onde estruturamos as discussões com base na apresentação de ideias originais encontradas na literatura sobre Educação em Ciências. Essas ideias serão expressas por meio de **proposições** que buscarão explorar os fundamentos teóricos para compreender melhor, no contexto escolar: a ACT como transformação social, as TS para a promoção da ACT transformadora, a intencionalidade docente para a ACT e a argumentação no ensino de Ciências, como prática epistêmica, para a identificação da ACT. De modo mais específico, ao longo do artigo, propomos **reflexões** e **proposições** sobre a ACT, como perspectiva formativa na sala de aula e sua possibilidade para a transformação social que inicia no contexto escolar. A inserção de temas como ACT, transformação social, Tecnologias Sociais, intencionalidade do professor, argumentos científicos na sala de aula, entre outros, é proposta na tentativa de desenvolver, em professores e estudantes, a capacidade de criticar fatores de natureza social, política, ambiental e outros aspectos que exercem influência em seu cotidiano.

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA (ACT) COMO TRANSFORMAÇÃO SOCIAL PARA O CONTEXTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS

A ACT pode “promover nos indivíduos um entendimento de mundo que busque abranger a discussão e compreensão de fenômenos científicos e tecnológicos que se fazem presentes em suas vidas” (Lorenzetti, 2021, p. 51). É indiscutível a necessidade de potencializar e inserir a ACT em diferentes contextos sociais, visto que, há uma premissa de que uma parcela da sociedade seja analfabeta científica e tecnologicamente (Auler & Delizoicov, 2001; Lorenzetti, 2021).

Quando a discussão sobre a ACT ganhava força no Brasil, no final da década de 1990 e início de 2000, Auler e Delizoicov (2001) a compreendiam como algo que buscava promover a divulgação científica, o entendimento da população a respeito da ciência e a sua democratização. Cabe destacar, que os autores caracterizavam a ACT com diversos objetivos, sendo um deles a participação da sociedade em problemas envolvendo Ciência e Tecnologia, o que poderiam levar a população a questionar a atual dinâmica do desenvolvimento científico e tecnológico. Milaré e Richetti (2021) enfatizam que a ACT envolve conscientizar-se sobre o uso dos conhecimentos científicos e tecnológicos, combinados com outros tipos de saberes e aspectos, podendo transformar as pessoas e, assim, impactar os contextos sociais, políticos e econômicos.

Quando posicionamos a ACT no contexto do ensino de Ciências, Oliveira (2019) a descreve como um processo contínuo de ensino que fortalece uma educação mais comprometida com a sociedade e com todos os seus acontecimentos. Nesse sentido, Milaré e Richetti (2021) destacam que as pessoas precisam de conhecimentos científicos e tecnológicos para atuar em diversas situações do dia a dia e em sociedade e o ensino de Ciências deve considerar aspectos sociais, políticos e econômicos (Milaré & Richetti, 2021).

A partir desses pressupostos, torna-se necessário pensar se: *a ACT é desenvolvida no contexto atual do ensino de Ciências?* Atualmente, a ACT pode ser considerada como um dos principais eixos ou área da pesquisa em Educação em Ciências no Brasil (Lorenzetti, 2021), mesmos que existam muitos

estudos mais focados na AC do que na AT (Fernandes, 2023), ou seja, conforme enfatizado por Richetti e Niezwida (2023), nem todos os sistemas educacionais desenvolvem o ensino de Tecnologia, e sim a maioria confere valor ao ensino de Ciências. Ainda concordamos com Fourez (1997) quando defendia uma crise no formato de ensino tradicional, o qual, por sua vez, contribui pouco para uma educação científica e tecnológica adequada à formação humana. Para Fourez (1997), essa crise está relacionada aos currículos que são sobrecarregados de conteúdos, muitos deles incoerentes e irrelevantes para o contexto atual ao qual os estudantes vivenciam e criticam a falta de relação entre a teoria ensinada na sala de aula e a sua realidade. Para tanto, Fourez (1997) defende que o ensino de Ciências seja desenvolvido a partir da ACT baseada em “uma educação crítica e transformadora, orientada por teorias progressistas” (Lorenzetti, 2021, p. 48). Ao olharmos para a literatura em Educação em Ciências, encontramos trabalhos que discutem o desenvolvimento da ACT baseada na abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (Roso, 2017), que pode ser caracterizada em Prática, Cívica e Cultural (Bocheco 2011; Lorenzetti, 2021), humanística e radical (Santos, 2009) etc., porém, a AC como transformação social vem se tornando uma nova categoria, dimensão ou visão (Silva & Sasseron, 2021; Valladares, 2021), mesmo que ainda não esteja claro a dimensão transformadora para ACT.

Silva e Sasseron (2021) apresentam uma perspectiva formativa da AC comprometida com a transformação social, retomando definições e objetivos a ela associados. As autoras exploram as relações da AC com a literatura sobre a aprendizagem das ciências como prática social e os domínios do conhecimento científico (conceitual, epistêmico, material e social) (Silva & Sasseron, 2021), no contexto da AC e não da ACT. Para essas autoras, a transformação social não se restringe apenas à mudança de estruturas sociais, mas também engloba a capacidade de os sujeitos compreenderem e atuarem de forma crítica e reflexiva em relação aos desafios e às questões científicas e sociais presentes em suas vidas e na sociedade. Articulado com a perspectiva de transformação social, Silva e Sasseron (2021) situam o conceito de **Ensino de Ciências como Prática Social (ECPS)**, que, em um primeiro momento, é definido como uma abordagem das ciências que permite aos estudantes experimentar aspectos da atividade científica, através de práticas de investigação, argumentação e modelagem de problemas. Para as autoras, o ECPS em sala de aula é fundamentado em estratégias didáticas que permitam aos estudantes, desenvolverem suas próprias concepções sobre a natureza da ciência e como suas práticas e valores podem ser aplicados na análise de outras situações do cotidiano. Dessa forma, os estudantes se envolvem com conteúdos, práticas e processos da construção do conhecimento científico, compreendendo que a ciência não é uma atividade exclusiva de poucos, mas sim um empreendimento social, sustentado por interações e padrões públicos reconhecidos pela comunidade científica (Silva & Sasseron, 2021). Silva et al. (2022) também abordam o ECPS, fundamentando-se na visão filosófica de que a atividade científica é, por natureza, uma prática social. Nesse contexto, os autores destacam que a construção de entendimentos em sala de aula ocorre por meio das interações sociais. Além disso, eles argumentam que a transposição das normas sociais que regem o conhecimento científico para o ambiente escolar exige a mobilização dos domínios do conhecimento científico (Silva & Sasseron, 2021; Silva et al., 2022). Nesse sentido, a nossa **primeira proposição** consiste em: *a ACT como transformação social pode ser desenvolvida através do ECPS em torno de problemas científicos, tecnológicos e sociais.*

Por sua vez, Valladares (2021), também citada em Silva e Sasseron (2021), considera que a transformação social visa a criação de uma sociedade mais equitativa, justa, e inclusiva, onde todas as pessoas tenham as mesmas oportunidades e sejam valorizadas e respeitadas em sua diversidade. Para desenvolver essa transformação social, Valladares (2021) propõe uma visão transformadora para AC, que está comprometida com a participação social e a emancipação de diferentes grupos sociais, porém a visão de transformação social dessa autora não se restringe ao contexto escolar, e não a relaciona com a AT e/ou ACT.

Por outro lado, temos a visão de transformação social proposta por Archanjo Junior e Gehlen (2021), voltado para a comunidade escolar/local capaz de atuar na sua própria transformação, mas que, para isso, a comunidade deve partir de um currículo crítico-transformador, sendo apoiado pela Investigação Temática (Freire, 1987), estruturado em: demandas sociais, fundamentos da TS e atores sociais locais. De acordo com Archanjo Junior e Gehlen (2021), os **atores sociais locais** referem-se aos indivíduos envolvidos na prática educativa, incluindo a comunidade escolar, os moradores locais,

especialistas, pesquisadores, líderes comunitários e representantes de órgãos públicos responsáveis. Os **atores sociais** desempenham um papel fundamental ao ampliar a discussão sobre questões sociais e socioambientais. Eles trazem diferentes perspectivas para o mesmo problema, permitindo uma atuação ativa de todos os envolvidos no processo democrático e colaborativo. Isso inclui tanto especialistas e técnicos quanto os moradores da comunidade local, incluindo a escola e todos os seus sujeitos constituintes. (Archanjo Junior & Gehlen, 2021). Para esses autores, a transformação social se concretiza através da colaboração de diversos atores sociais que enfrentam um problema comum.

A partir das contribuições de Silva e Sasseron (2021), Valladares (2021) e Archanjo Junior & Gehlen (2020, 2021), este texto apresenta a **segunda proposição**: *compreender a ACT escolar, e não somente a AC, como transformação social, cujos grupos e sujeitos constitutivos são atores sociais*. Para isso, vamos resgatar a visão de Fourez (1997), Bocheco (2011) e Santos (2009), sendo esse último apoiado em Freire (1987, 2019). Santos (2009) sugere que a ACT seja caracterizada como uma visão radical e humanística, se referindo a uma abordagem mais profunda e transformadora da ACT, que vai além do conhecimento científico e tecnológico e busca engajar os estudantes em questões sociais, políticas e éticas relacionadas à ciência e tecnologia. Essa perspectiva radical para a ACT enfatiza a importância da ação sociopolítica e da conscientização dos estudantes sobre as implicações mais amplas da ciência e da tecnologia em suas vidas e no contexto social. Através dessa abordagem, os estudantes (atores sociais) são encorajados a questionar, refletir e agir em relação aos impactos da ciência e tecnologia em diferentes contextos, promovendo uma visão crítica e engajada da ACT. Para Santos (2009), a visão radical e humanística da ACT pode ser pensada, por exemplo, a partir da abordagem CTS, das Questões Sociocientíficas - QSC e nos princípios freireanos de diálogo, problematização e ação transformadora, de modo que os educadores possam ajudar os estudantes a elaborarem uma compreensão mais crítica e contextualizada da ciência e tecnologia, capacitando-os a se tornarem atores sociais ativos e conscientes em relação aos desafios científicos, tecnológicos e sociais contemporâneos. Nesse sentido, assumimos o conceito de Alfabetização de Freire (2019) e não de Letramento, já que alfabetizar é muito mais do que ler palavras, a alfabetização deve propiciar a “leitura do mundo”. Segundo Freire (2019), a **alfabetização** envolve um processo de autodesenvolvimento que pode levar o indivíduo a assumir uma posição ativa em relação ao seu ambiente. A educação, para Paulo Freire, como ato de intervenção no mundo, deve estar a serviço das transformações sociais (Freire, 2019).

Nesse sentido, a concepção de ACT de Fourez (1997) vem se somar à visão de Alfabetização de Freire (1987). Ou seja, numa perspectiva educacional, o ensino de Ciências Naturais deve capacitar o sujeito social, técnica e culturalmente para entender as situações do seu cotidiano, possibilitando, assim, a compreensão de sua realidade. Assim, a nossa justificativa, por utilizar a ACT de Fourez (1997) e a Alfabetização de Freire (1987, 2019), é para subsidiar a nossa perspectiva de **ACT como transformação social**, dentro do contexto escolar. Consideramos a ACT transformadora voltada para um sujeito/estudante, como ator social (Archanjo Junior & Gehlen, 2021), alfabetizado científica e tecnologicamente, capaz de compreender e participar conscientemente de atividades sociais, políticas e econômicas, possibilitando a transformação de sua realidade.

Por fim, Bocheco (2011) reorganiza as categorias de AC de Shen (1975) (Lorenzetti, 2021) e apresenta novas categorias para AT. No entanto, para Lorenzetti (2021), em ações de intervenção pedagógica, as dimensões de ACT não ocorrem de forma dissociada, mas concomitante ou simultânea (Lorenzetti, 2021). Nesse sentido, buscamos também reorganizar as dimensões da AC e AT, propostas por Bocheco (2011) e presentes em Lorenzetti (2021). A nossa **terceira proposição** consiste em: *acrescentar a transformação social como a quarta dimensão para a ACT escolar, pensada na comunidade escolar como atores sociais* (Quadro 1).

Quadro 1. As dimensões para ACT escolar.

Dimensões para ACT (escolar)	Caracterização para o contexto de sala de aula
Prática	Os estudantes buscam compreender os fenômenos naturais, os processos e o funcionamento de tecnologias cotidianas, utilizando conhecimentos científicos e tecnológicos, a partir de elementos da linguagem científica.
Cultural	Compreensão dos contextos históricos e sociais em que o conhecimento científico e tecnológico se insere, promovendo a reflexão e discussão filosófica e sociológica sobre a natureza da ciência e da tecnologia.
Cívica	Os estudantes lidam com decisões que envolvem a aplicação e contextualização social dos conhecimentos científicos e tecnológicos. Argumentam acerca dos aspectos sociocientíficos e sociotecnológicos e da contextualização social sobre a atividade tecnológica e científica, frente à economia, à indústria, ao consumo, à tendência estética, à ética, à crença no progresso, entre outros.
Transformação Social	Os estudantes discutem, refletem e agem, a partir do diálogo, da problematização e ação transformadora, sobre as mudanças de estruturas sociais. Apresentam a capacidade de compreender e atuar de forma crítica e reflexiva em relação às questões sociais, políticas, econômicas e éticas, relacionadas à ciência e tecnologia presentes em suas vidas e na sociedade para que a sua realidade possa ser transformada.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O Quadro 1 tende a apresentar um entendimento inicial sobre algumas dimensões da ACT escolar e que podem sofrer nova reorganização, a partir de outros referenciais, ou ser expandido para outros indicadores, categorias e dimensões (Lorenzetti, 2021; Milaré, Richetti, 2021; Sasseron & Carvalho, 2013). A nossa proposta é a de avançar com as dimensões da ACT, em contraposição às categorias ou abordagens da AC ou AT, quando são analisadas separadamente. Essa proposta se opõe à ideia de que as discussões dos estudantes refletem apenas a AC ou AT, sem reconhecer a presença da ACT.

De acordo com Lorenzetti (2021), a dimensão Prática da ACT é o ponto de partida para desenvolver as demais dimensões da ACT. A dimensão Cultural se caracteriza em conceber a ciência e a tecnologia como resultado de uma construção histórica e social, mostrando aos estudantes que a ACT pode ser aproximada da cultura humana, evitando a visão de que a ciência se constitui como uma verdade única e acabada e que a tecnologia é somente o produto da ciência. É nesse sentido, que o professor pode desenvolver seus conteúdos baseados, por exemplo, na História e Filosofia da Ciência (HFC) e na Natureza da Ciência e Tecnologia (NdC&T). Para Boheco (2011), a dimensão Cívica da ciência e tecnologia pode ser desenvolvida em sala de aula, apoiando-se na dimensão prática, desde que os estudantes sejam estimulados a lidar com decisões que requerem negociações e deliberações, e a desenvolver responsabilidade social. Exemplos de questões que desenvolvem essa dimensão: “*Qual a forma mais limpa de produzir energia elétrica?*” e “*Que tipo de combustível é mais ecológico?*”.

Com base no Quadro 1, acreditamos que a dimensão da ACT como transformação social tem a capacidade de engajar os estudantes em questões sociais, políticas e éticas relacionadas à ciência e tecnologia. Essa dimensão enfatiza a importância da ação sociopolítica e da conscientização dos estudantes sobre as implicações mais amplas da ciência e tecnologia na sociedade (Santos, 2009). O desenvolvimento dessa dimensão da ACT, no contexto escolar, só será possível, a partir da **intencionalidade do professor** ao planejar atividades com perspectivas transformadoras.

A Figura 1 representa as esferas das dimensões da ACT escolar, sendo que, a transformação social, para ser desenvolvida, possui relação com a ACT Prática (compreensão dos conceitos, leis e teorias dos processos da Ciência e da Tecnologia), Cultural (compreensão dos contextos históricos e

sociais do conhecimento científico e tecnológico) e Cívica (contextualização social dos conhecimentos científicos e tecnológicos) (Figura 1).

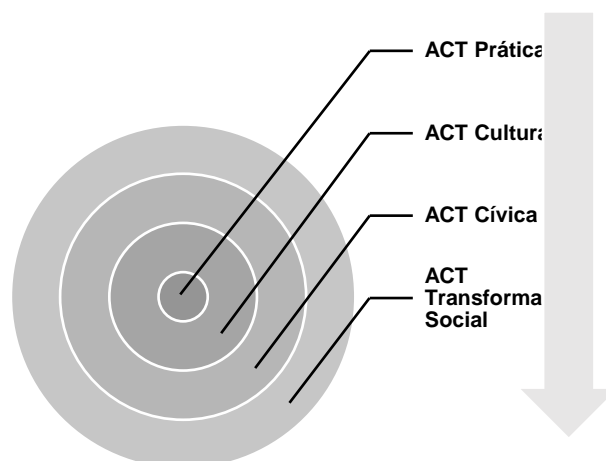


Fig. 1. Esferas das dimensões da ACT para desenvolver a ACT como transformação social

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Entendemos que a dimensão transformação social da ACT, no contexto da sala de aula, está relacionada à capacidade dos estudantes, enquanto atores sociais, de compreender e participar conscientemente de atividades sociais, políticas e econômicas, além de se apropriarem de conhecimentos científicos e tecnológicos (a partir da ACT Prática, Cultural e Cívica), de modo que possam transformar sua realidade (Figura 1). Trata-se da capacidade deste novo ator social (estudante) em refletir e agir criticamente em relação aos impactos da ciência e tecnologia em diferentes contextos, a partir do diálogo, compreensão e problematização da realidade, tornando-se cidadão ativo e consciente em relação aos desafios científicos, tecnológicos e sociais contemporâneos.

Uma vez que buscamos esclarecer que o nosso interesse é desenvolver uma ACT escolar como transformação social, precisamos saber: *como promovê-la na sala de aula?*

EXPLORANDO AS DISTINÇÕES ENTRE TECNOLOGIAS CONVENCIONAIS E TECNOLOGIAS SOCIAIS E AS POSSIBILIDADES DE INSERÇÃO NO CONTEXTO EDUCACIONAL PARA A PROMOÇÃO DA ACT ESCOLAR COMO TRANSFORMAÇÃO SOCIAL

Ao aprofundar sobre as pesquisas que discutem a ACT no contexto escolar, encontramos uma produção mais significativa para a AC, em comparação com a dimensão tecnológica da AT (Richetti & Niewzida, 2023). O termo tecnologia possui diversas características que revelam diferentes concepções, ou seja, apresenta diferentes visões, implicações e formas de interpretação. É importante destacar que, conforme Fernandes et al. (2021), há uma concepção de que a ciência e a tecnologia estão intrinsecamente conectadas, sendo fortemente interdependentes. Essa interdependência implica que avanços em uma área frequentemente influenciam a outra, promovendo um diálogo contínuo entre ambas, porém, esses autores enfatizam que, mesmo havendo uma visão sistêmica de conexão, a Ciência e a Tecnologia possuem naturezas distintas, uma vez que atendem a diferentes propósitos sociais.

No contexto pedagógico, Fernandes et al. (2021) salientam que, ao transferir essa discussão para o campo educacional, nota-se que as percepções dos estudantes e professores de Ciências sobre a Natureza da Ciência (NdC) e a Natureza da Tecnologia (NdT) são igualmente variadas. A reflexão que trazemos para este segundo tópico é: *Qual é a concepção de ciência e de tecnologia capaz de promover uma ACT transformadora?*

Fernandes et al. (2018, 2021) destacam que para a NdC existem as concepções: empírica, epistemológica, sociocultural, técnico-instrumental. No contexto da NdC, esses autores salientam que a concepção empírica é caracterizada pelo desenvolvimento de métodos, comprovação de fatos, descrição de leis, teorias e descoberta de algo. Já a concepção epistemológica seria o estudo da própria natureza da Ciência. A concepção sociocultural está relacionada com a influência social e cultural do desenvolvimento científico. Nesta perspectiva, a ciência não é neutra e exerce forte influência em diversos setores da sociedade, sejam esses sociais, políticos, econômicos e entre outros (Fernandes et al., 2021). A concepção técnico-instrumental relaciona a ciência com instrumentos tecnológicos e, para esta visão da NdC, há uma relação com a tecnologia.

Quanto à NdT, Fernandes et al. (2021) mostram que existem as concepções: instrumental, cognitiva, de valores e sistêmica (componentes científico-tecnológico; histórico-cultural; organizativo-social; verbal-iconográfico; técnico-metodológico). No contexto da NdT, a concepção instrumental da tecnologia, relaciona-se como uma "coleção ou grupo de ferramentas, artefatos e máquinas" (Fernandes et al., 2021, p. 115). Nota-se que a tecnologia é vista desta forma como um conjunto de produtos ou ferramentas, ou seja, trata-se da visão mais comum e ingênua da tecnologia, quando, principalmente os estudantes a relacionam com celulares, computadores, internet e outros, excluindo a tecnologia instrumental antiga, como a luneta e caravelas, por exemplo. Já na concepção cognitiva, Fernandes et al. (2021, p. 115) indicam que a tecnologia se caracteriza "[...] como resultado da aplicação de conhecimentos teóricos". A concepção de valores refere-se à maneira como o indivíduo percebe a tecnologia, ou seja, é "caracterizada por opiniões baseadas em um ponto de vista pessoal e/ou em um juízo de valor em relação à tecnologia" (Fernandes et al., 2021, p. 115). Já a concepção sistêmica da tecnologia apresenta uma perspectiva mais ampla e complexa. Nessa visão, existem questões relacionadas a contextos sociais, culturais, econômicos, políticos e outros. A compreensão sistêmica da tecnologia envolve a análise de um sistema complexo e estruturado, composto por diversos componentes interligados. Esses componentes incluem habilidades, instrumentos, questões organizacionais, processos de produção e controle, recursos legais, recursos naturais, aspectos científicos, considerações ambientais e repercussões sociais (Fernandes et al., 2021). A compreensão sobre a NdC&T tem um importante papel no contexto da ACT, uma vez que busca proporcionar um melhor entendimento a respeito da Ciência e da Tecnologia. A NdC&T inclui a natureza do conhecimento científico e tecnológico, uma variedade de relações mútuas entre a sociedade com o sistema de Ciência e Tecnologia (C&T) e a educação científica e tecnológica que a sociedade projeta para seus cidadãos nas escolas.

A partir do posicionamento da NdC&T no contexto da ACT, é importante caracterizar as distinções entre Tecnologias Convencionais (TC) e Tecnologias Sociais (TS). Nesse contexto, segundo Dagnino (2006), a TC pode ser vista como dependente de insumos sintéticos, predominantemente fornecidos por grandes empresas. Essa prática não apenas apresenta desafios ambientais, mas também resulta em uma significativa dependência para os pequenos produtores. A cadência de produção é determinada pela máquina, não pelo trabalhador. Nessa perspectiva, Dagnino (2006) salienta que a TC provém das empresas privadas que, no capitalismo, são os responsáveis por converter conhecimento em produtos e serviços, por exemplo: os painéis solares para aquecer a água ou transformar em energia elétrica.

Para se opor às TC é que temos as TS, sendo Dagnino (2006; 2010; 2014) o principal divulgador e estudioso brasileiro. Entendemos as **Tecnologias Sociais (TS)** como construções sociais que podem trazer impactos positivos; contribuições ou soluções de um problema social para uma determinada comunidade e seus atores sociais. Elas podem englobar técnicas, programas e procedimentos com o intuito de solucionar as mazelas sociais presentes, principalmente, em comunidades carentes. Muitas TS são consideradas soluções coletivas para resolver problemas relacionados à saúde, educação ou segurança pública (Gama et al., 2022). Nessa perspectiva, Otterloo (2010) afirma que a TS engloba produtos, técnicas ou metodologias que podem ser reaplicadas, desenvolvidas em colaboração com a comunidade e que oferecem soluções eficazes para promover **transformações sociais**. Em complemento, para Gama et al. (2022), as TS também rompem com a dependência da TC, visando promover a **transformação social** ao considerar as dimensões do desenvolvimento sustentável e restabelecer a relação adequada entre ciência, tecnologia e sociedade. É nesse contexto que a TS, sob a

perspectiva da Teoria Crítica da Tecnologia, é considerada uma adequação **sociotécnica** e cultural que viabiliza diferentes modos de vida (Dagnino, 2010; 2014). Em outras palavras, ao ser entendida como "sociotécnica", a TS pode referir-se tanto ao modo como impacta e é impactada pelos aspectos sociais de uma comunidade, quanto à sua capacidade de oferecer soluções eficazes para promover transformações sociais, ou seja, ela não opera isoladamente, mas está sempre imersa em uma rede de fatores sociais, culturais e humanos. A TS, como pensamento sociotécnico e de inovação, também contribui com a ideia de transformação social, uma vez que é tacitamente comunitária. Sua criação e desenvolvimento não são propriedade privada; portanto, um dos princípios fundamentais é a coaprendizagem e a participação social – fatores que corroboram a transformação social (do individualismo para o comunitário, do privado para o público).

Nesse contexto, Calvão e Gama (2022), assim como Allain e Fernandes (2022), propõem a inserção da TS também no contexto escolar, para que os estudantes possam explorar os aspectos científicos e tecnológicos durante o desenvolvimento de protótipos didáticos, por exemplo, do Filtro Biológico, Aquecedor Solar de Baixo Custo, Biodigestor, Bacia de Evapotranspiração (BET), Captação de Água da Chuva e outros. Nesse novo campo de estudo, começam a surgir pesquisas que buscam compreender o que são as TS, a diferença entre TS escolar e a TS ‘comunitária’ (discutida por Dagnino, 2010; 2014), suas possibilidades e limitações no contexto educacional e como elas podem contribuir para uma ACT voltada para a transformação social (Allain & Fernandes, 2022; Archanjo Junior & Gehlen, 2020, 2021; Roso, 2017). Para o desenvolvimento da TS na comunidade escolar, sugerimos o trabalho com protótipos de TS, que chamaremos de **Tecnologia Social Didática**, a partir dos quais os estudantes planejam, esquematizam, estudam conceitos, desenvolvem, refletem sobre os aspectos sociais da ciência e da tecnologia e buscam transformar o seu entorno, iniciando na escola e mobilizando outros sujeitos, novos atores sociais, para a confecção de TS em sua comunidade (por exemplo: a construção de uma BET para tratar o esgoto doméstico em uma comunidade que não tem saneamento básico). A Figura 2 busca esquematizar essa proposição de iniciar o pensamento sociotécnico no contexto escolar, a partir do planejamento, estudo e confecção de uma TS Didática para promover a ACT escolar como transformação social.

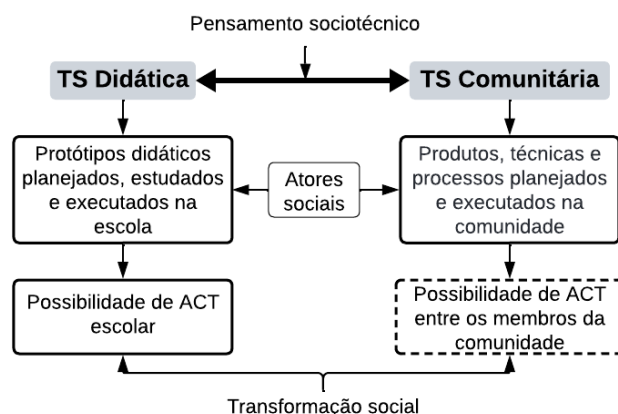


Fig. 2. Esquema da TS Didática e TS Comunitária como mobilizadores da ACT como transformação social

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

No contexto educacional da Figura 2, a incorporação de temáticas sociais, relacionadas ao estudo e desenvolvimento da TS Didática, pode ser relevante como apoio para o desenvolvimento de uma perspectiva curricular multi, pluri ou interdisciplinar, abordando conteúdos que envolvem as áreas de Ciências, Biologia, Geografia, História, Matemática, Física e Química, e contribuindo para o desenvolvimento da ACT como transformação social e do papel dos estudantes como atores sociais (Archanjo Junior & Gehlen, 2020; 2021), consciente das questões que exercem uma influência direta na dinâmica de nossa sociedade. Os atores sociais envolvidos na TS incluem a comunidade escolar, moradores locais, especialistas, pesquisadores, líderes comunitários, representantes de órgãos públicos

responsáveis, entre outros (Archanjo Junior & Gehlen, 2021). No contexto escolar, além desses atores sociais locais, é a comunidade escolar que assume o protagonismo. Entretanto, para o desenvolvimento da TS Didática, essa função é mediada pelo docente como ator social, que pode ser apoiado por outros atores com conhecimentos de diferentes naturezas. Já no contexto da comunidade da Figura 2, as TS promovem também uma troca de saberes, ao considerar os conhecimentos científicos em articulação com o conhecimento popular (Dagnino, 2010; 2014). Contudo, essa troca de conhecimentos (científicos e populares) não garante a existência da ACT entre os atores sociais locais envolvidos no desenvolvimento da TS, e, mesmo que ela exista, não há estudos que apresentem essa relação.

Nesse sentido, apresentamos a nossa **quarta proposição**: *a aplicação de diferentes TS, em contexto escolar (TS Didática), oferece oportunidades de desenvolver uma ACT como transformação social e possibilidades de discussões e reflexões entre os atores sociais sobre aspectos científicos, tecnológicos, políticos, econômicos, ambientais etc.* Entendemos que o estudo e a construção de uma TS possibilitam ao professor abordar uma variedade de objetos de conhecimento (conteúdos disciplinares) e promover uma transformação local e diferentes habilidades dos atores sociais (comunidade escolar, especialistas etc.). No entanto, para isso, é necessário planejar um ensino que leve em conta a ACT como transformação social, mas, como isso seria possível? É o que veremos a seguir.

PRÁTICAS EDUCATIVAS E A INTENCIONALIDADE DO PROFESSOR PARA A PROMOÇÃO DA ACT VOLTADA PARA A TRANSFORMAÇÃO SOCIAL

No ensino de Ciências, existe um debate e uma cobrança de que os conteúdos estabeleçam relações com a realidade dos estudantes. Nessa perspectiva, Fernandes et al. (2021) destacam que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os currículos estaduais e as diretrizes complementares não deixam claro em como promover a ACT escolar. Para o desenvolvimento de um ensino de Ciências contextualizado, multi, pluri ou interdisciplinar e que promova a ACT voltada para a transformação social, existe a necessidade de que o currículo escolar dialogue com as questões sociais dos estudantes. Boa parte desse diálogo é mediado pelo professor e gerido pela escola. Buscando que haja de fato uma ACT, conforme sugerem Fourez (1997), Milaré e Richetti (2021) e Silva e Lorenzetti (2020), é necessário que o docente tenha condições estruturais e materiais para desenvolver variadas metodologias, abordagens e/ou estratégias de ensino, ou seja, a ACT como transformação social depende da **intencionalidade do professor**, que não é neutra.

Concordamos com Silva e Sasseron (2021) quando apresentam que o desenvolvimento da AC é resultado de intencionalidade didática do professor. Mesmo que essas autoras não discutam a ACT, para elas, a AC depende, portanto, de ações didáticas cuidadosamente planejadas e implementadas para promover o desenvolvimento do conhecimento científico dos estudantes. Entretanto, existem outros elementos fundamentais que sustentam essa intencionalidade e que não podem ser silenciados, como, por exemplo, as condições de trabalho docente, a infraestrutura das escolas, acesso a diferentes materiais didáticos, a formação permanente e as políticas públicas. A inclusão desses elementos no que se refere à uma “intencionalidade docente” contribui para uma visão sistêmica da educação científica e tecnológica, reconhecendo que a responsabilidade pela promoção ou não da ACT escolar não deve recair unicamente sobre o professor, mas deve ser compreendida dentro de um contexto mais amplo e interdependente. Nesse sentido, o desenvolvimento da ACT como transformação social, no espaço escolar, depende da intencionalidade do professor, como ator social, estruturada e amparada por dimensões que sustentam a escola e a educação (currículo, estrutura, materiais didáticos, condições de trabalho etc.) ao buscar aprimorar o conhecimento científico e tecnológico dos estudantes, como atores sociais.

Siemsen (2019) destaca que para o estudante desenvolver alguma dimensão da ACT, o professor poderá utilizar de uma certa metodologia ou abordagem de ensino para que se possa atingir um nível de alfabetização considerável. Como alternativa de uma perspectiva curricular que dê conta de promover a ACT em contexto escolar, Fernandes, Allain e Dias (2022) propõem que ao planejar um ensino de Ciências voltado para a ACT, os professores levem em consideração distintas práticas educativas, que podem ser pensadas em perspectivas de: *organização do conhecimento como dinâmica didático-*

pedagógica (os Três Momentos Pedagógicos – 3MP e as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS, a partir da Aprendizagem Significativa Crítica), *crítica* (ensino de Ciências baseado na abordagem CTS, na Pedagogia Histórico-Crítica – PHC e nas Questões Sociocientíficas - QSC), *renovação curricular* (Situação de Estudo – SE e Abordagem Temática Freireana – ATF) e *investigação e projetos temáticos* (Ensino de Ciências por Investigação – ENCI, Estudo de Casos Científicos, Ilha Interdisciplinar de Racionalidade de Fourez – IIR). Chamamos atenção para dois aspectos em relação ao desenvolvimento dessas perspectivas didáticas e curriculares. Primeiramente, já existe na literatura em educação em Ciências um arcabouço teórico-prático para cada uma delas, e não é nossa intenção aprofundar e fundamentar os seus aspectos ontológicos, epistemológicos e axiológicos. Por outro lado, quando consultamos esta mesma literatura, muitas vezes, percebemos que não está articulada à intencionalidade docente, mas aos trabalhos teórico-práticos de distintos grupos de pesquisas, desenvolvidos, por vezes, para fins acadêmicos. Nesse sentido, como fazer com que as diversas práticas e perspectivas educativas sejam assumidas como uma intencionalidade do docente como ator social? Segundo Silva e Sasseron (2021), é fundamental enfatizar a importância dos professores e educadores na formação dos indivíduos. Para as autoras, materiais didáticos, estratégias de ensino, metodologias, abordagens, o desenvolvimento de novas perspectivas curriculares e formas de interação são elementos essenciais da atividade educativa, mas destacamos que esses componentes educacionais, por si sós, não garantem o desenvolvimento da ACT. Para que a ACT ocorra na sala de aula, é necessário um esforço contínuo que começa na formação inicial do professor, seguido por formações continuadas, de modo que a intencionalidade docente seja apoiada por práticas e perspectivas didáticas contemporâneas, possibilitando um processo de ensino e aprendizagem voltado para a ACT como transformação social.

Para facilitar o processo de desenvolvimento da ACT como transformação social, na sala de aula, temos a nossa **quinta proposição**: *um esquema/modelo teórico-metodológico para o desenvolvimento de uma ACT escolar como transformação social, a partir de uma TS Didática e da intencionalidade do professor com os atores sociais*, que está caracterizado na Figura 3.

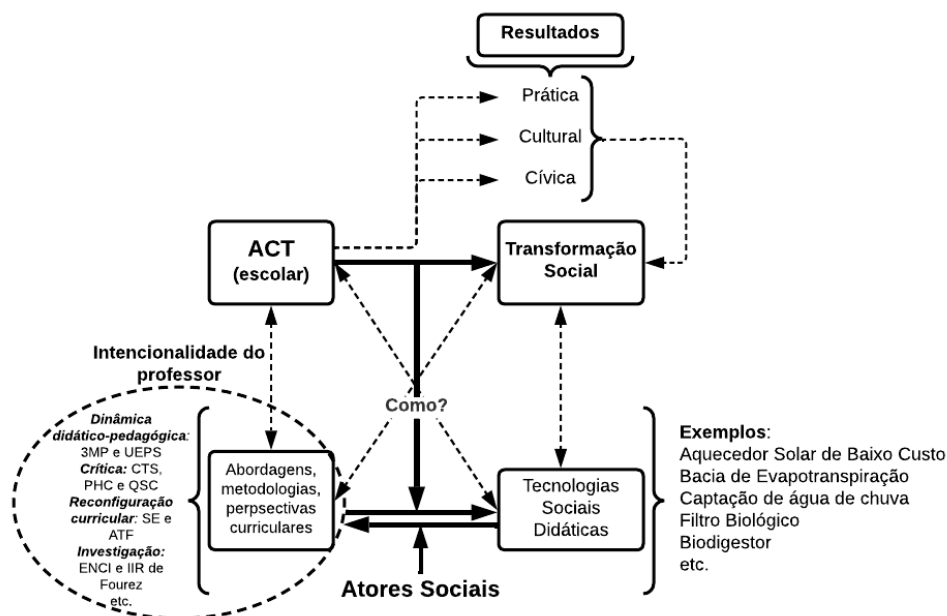


Fig. 3. Modelo teórico-metodológico para o desenvolvimento de uma ACT escolar como transformação social a partir de uma Tecnologia Social

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O modelo da Figura 3 apresenta a ACT para que o estudante desenvolva uma transformação social (resultado). As dimensões Prática, Cívica e Cultural da ACT tendem a se aproximar de, ou possibilitar,

a ACT como transformação social. Para isso, o professor, a partir da sua intencionalidade (podendo ser amparado pelos atores sociais, principalmente a comunidade escolar), mobiliza abordagens, metodologias, perspectivas curriculares etc., em diferentes perspectivas: dinâmicas didático-pedagógicas, críticas, reconfigurações curriculares, investigativas etc. (Fernandes, Allain & Dias, 2022), relacionando-as com a TS Didática. Para que a transformação social seja mobilizada nas atitudes dos estudantes, o professor se apropria de situações significativas da realidade do estudante em uma relação direta entre diferentes abordagens, metodologias, perspectivas curriculares e o uso de TS. Um estudo que se aproxima deste modelo é o trabalho de Archanjo Júnior e Gehlen (2021) que teve o objetivo de investigar o papel da TS, por meio da perspectiva curricular Investigação Temática (IT) (Freire, 1987) (perspectiva de reconfiguração curricular), para compreender e resolver certas contradições sociais (transformação social), a partir de um Tema Gerador (ACT como objetivo a ser alcançado). Como resultado, os autores observaram que o processo de IT, quando combinado com os princípios da TS, como autonomia e tomada de decisões, fortaleceu a colaboração entre os professores (durante um curso de formação), a criação de atividades no contexto da Educação em Ciências e a autonomia das crianças para lidar com as contradições sociais locais por meio da realização de atividades relacionadas a problemas concretos na comunidade (transformação social).

A ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS COMO PRÁTICA EPISTÊMICA PARA A IDENTIFICAÇÃO DA ACT

Diante do exposto anteriormente, ainda nos resta compreender como é possível identificar se ocorreu ou não o desenvolvimento de uma ACT transformadora na sala de aula. A análise das interações discursivas, dos **argumentos** e **argumentações** nas aulas de Ciências se constitui como um importante meio para identificar e compreender a construção do conhecimento científico e a promoção da ACT escolar (Araújo, 2019; Sasseron, 2015, 2020). Desde a década de 80, observa-se um crescente reconhecimento da importância das estruturas do argumento na promoção do raciocínio epistêmico dentro da Educação em Ciências (Duschl, 2008).

Na literatura, encontram-se algumas definições para o argumento e a argumentação (Fernandes et al., 2018, 2021; Leitão, 2007; Sá & Queiroz, 2007). Leitão (2007) descreve a argumentação como uma prática discursiva e social que inclui a defesa de pontos de vista, além da consideração de objeções e perspectivas alternativas. A autora também destaca que esse processo de lidar com diferentes perspectivas confere à argumentação um potencial epistêmico, ou seja, a capacidade de contribuir para a formação do conhecimento e desenvolvimento do pensamento reflexivo. Sá e Queiroz (2007) caracterizam a argumentação como uma atividade social, intelectual e verbal empregada para apoiar ou contestar uma posição, ou seja, as autoras atribuem à argumentação um potencial epistêmico e social. Sasseron e Carvalho (2011), por sua vez, consideram a argumentação como uma **prática epistêmica**, ou seja, para essas autoras, a argumentação pode ser considerada como uma forma de discurso em que alunos e professores expressam suas opiniões em sala de aula. Isso inclui descrever ideias, apresentar hipóteses e evidências, justificar ações ou conclusões às quais tenham chegado e explicar os resultados alcançados.

O conceito de práticas epistêmicas tem levado a diferentes propostas de ferramentas analíticas para examinar o movimento epistêmico dos estudantes e como as atividades investigativas podem criar ambientes de aprendizagem que promovam a assimilação de conhecimentos científicos e das práticas discursivas de uma comunidade científica (Araújo, 2008). A partir das definições anteriores, em que a argumentação pode ser considerada como uma atividade discursiva e social (Leitão, 2007; Sá & Queiroz, 2007), como prática epistêmica por apresentar hipóteses e evidências, justificar afirmações ou explicações (Sasseron & Carvalho, 2011) ou como ferramenta analítica para visualizar o movimento epistêmico no discurso (Araújo, 2008), Fernandes et al. (2018) propõem que a argumentação pode ser vista como uma ferramenta tanto para a aprendizagem em Ciências quanto para a compreensão desse processo. Ela estabelece uma relação social de troca de ideias entre os aprendizes e permite analisar a estrutura, qualidade e movimento dos argumentos. Além disso, a argumentação refere-se ao processo discursivo, seja oral ou escrito, que se baseia em argumentos e seus componentes. Desse modo, Fernandes et al. (2018; 2021) destacam que o argumento se caracteriza como uma ferramenta para

compreender o movimento epistêmico, bem como uma relação social e epistêmica do conhecimento. Os autores apresentam quatro características ou fundamentos essenciais do argumento escolar que podem ser utilizados para identificar o desenvolvimento da ACT como transformação social: 1) a estrutura do argumento, 2) a qualidade do argumento, 3) o processo de estímulo, movimento e progressão do argumento e a 4) construção social do argumento.

Entre as proposições e caracterizações de práticas epistêmicas e sociais, têm-se as sínteses de: 1) Kelly e Licona (2018), que destacam que essas características são: interacionais (formadas entre as pessoas), contextuais (inseridas em práticas sociais e normas culturais), **intertextuais** (transmitidas através de uma história de discursos coerentes, sinais e símbolos) e consequentes (onde o conhecimento validado cria poder e cultura).; 2) Araújo (2008), que propõe que as práticas epistêmicas estão organizadas em produção, **comunicação** e avaliação; 3) Gerolin (2017), que organiza as práticas epistêmicas em proposição, **comunicação**, avaliação e legitimação; e 4) Jiménez-Aleixandre et al. (2008), que apresentam as práticas sociais (que estão relacionadas ao conhecimento: produção, **comunicação** e avaliação), práticas epistêmicas gerais e práticas epistêmicas específicas. Nessas sínteses, destacadas em negrito, a argumentação, caracterizada como intertextuais e de comunicação, é caracterizada na educação científica como práticas epistêmicas (Kelly & Licona, 2018; Sasseron & Carvalho, 2011; Araújo, 2008; Gerolin, 2017) e/ou como práticas sociais (Jiménez-Aleixandre et al., 2008; Duschl, 2008; Fernandes et al., 2018), porque é parte inseparável das dimensões epistêmicas e social da ACT e é desenvolvida nas aulas de Ciências da Natureza (Sasseron, 2020). Desse modo, o desenvolvimento das interações discursivas e os processos argumentativos, como práticas epistêmicas e sociais, possibilitam a participação dos estudantes nas ações na sala de aula envolvendo o fazer Ciência (Neves & Pierson, 2022).

Na literatura, encontramos diversos estudos sobre a estrutura do argumento em contexto escolar, destacando-a como uma prática epistêmica, sendo para Fernandes et al. (2018), o primeiro fundamento essencial da argumentação no contexto do ensino de Ciências. Por exemplo, Sampson e Clark (2008) propõem uma reflexão sobre o Padrão Argumentativo de Toulmin (TAP), enquanto Sasseron e Carvalho (2013) apresentam um quadro teórico sobre os Indicadores de Alfabetização Científica (IAC). Fernandes et al. (2018) apresentam os Elementos Taxonômicos da Argumentação Científica (ETAC), que caracterizam a estrutura epistêmica e social do argumento dos estudantes quando eles desenvolvem atividades na perspectiva da ACT. Para Fernandes et al. (2018), os ETAC são caracterizados por verbos que são suscetíveis de serem encontrados no argumento de crianças e jovens e em aulas problematizadoras e dialógicas para o desenvolvimento da ACT, sendo denominados de Unidades Taxonômicas (UT) (Quadro 2). Assim, é a partir das UT que surgem os ETAC e que visam facilitar a análise do processo argumentativo no ambiente de ensino.

Quadro 2. Elementos e Unidades Taxonômicas da Argumentação Científica.

Unidades Taxonômicas (UT)	ETAC	Definições
Responde e/ou Descreve.	Elementos descritores de ideias/ informações.	Respostas simples ou apoiadas por alegações em busca de uma conclusão. Normalmente surgem após uma pergunta.
Explica. Justifica.	Elementos de sustentação de ideias/ informações.	Sustenta uma alegação em busca de uma conclusão.
Organiza a informação. Classifica a informação	Elementos organizadores de ideias/ informações.	Lista de ideias e informações organizadas ou classificadas que é utilizada para se chegar a uma conclusão.
Pergunta. Problematiza.	Elementos de problematização.	Perguntas simples ou elaboradas (problemáticas) para compreender o fenômeno estudado ou introduzir novas ideias.

Introduz ideias. Formula hipóteses. Prevê. Supõe. Avalia. Testa hipóteses. Induz. Deduz. Generaliza.	Elementos de levantamento de hipóteses.		Suposições, avaliações, deduções, generalizações ou previsões sobre conceitos, fenômenos ou eventos passíveis de serem colocados à prova.
Define conceitos. Exemplifica. Relaciona. Reconhece. Retoma Ideias (Revê). Propõe. Delimita Complementa. Sugere.	Elementos Construtores	De pensamento.	O pensamento é construído a partir de definições, exemplos, relações, retomada de ideias, complementações, sugestões.
Raciocina (Lógica e Proporcionalmente).		De raciocínio.	O raciocínio pode ser apresentado de forma lógica (a partir de elementos corretos) ou proporcional (relacionando-o com as variáveis).
Refuta. Critica. Questiona. Reivindica. Discorda.		De oposição de ideias.	A oposição de ideias é construída a partir de questões, refutações, críticas, desacordos e reivindicações.
Apoia. Defende ideias. Concorda. Confirma. Conclui.		De defesa e conclusão.	As ideias e informações podem ser apoiadas, defendidas, confirmadas ou concluídas.
Gosta. Não Gosta. Exclama. Ri. Expressa sons.		Elementos descritores de emoção.	

Fonte: Fernandes et al. (2018, p.1040).

O segundo fundamento essencial da argumentação no contexto do ensino de Ciências, segundo Fernandes et al. (2018; 2021), refere-se à qualidade do argumento. Esse princípio envolve a habilidade de reconhecer bons argumentos. Desta forma, Erduran et al. (2004) definem a qualidade da argumentação com base na identificação e na natureza das refutações apresentadas entre os estudantes. Além disso, Erduran et al. (2004) indicam que reconhecer a presença de uma refutação é crucial para avaliar a qualidade da argumentação, pois isso obriga os participantes a analisarem a validade e a robustez dos argumentos uns dos outros.

Fernandes et al. (2018; 2021) destacam a necessidade de considerar não apenas a qualidade das justificativas encontradas nos estudos de Sasseron e Carvalho (2013) ou a habilidade de refutação presente nos estudos de Erduran et al. (2004), mas também a qualidade dos elementos de defesa e conclusão de ideias. Com base nesse pressuposto, os autores propõem uma reorganização do sistema hierárquico de categorias para avaliar a qualidade do argumento. Esse sistema é denominado de Níveis Hierárquicos da Qualidade do Argumento Modificado (QAM) (Quadro 3).

Quadro 3. Níveis hierárquicos da qualidade do argumento modificado.

Nível	Descrição
0	Uma informação simples sem justificativa ou fundamento.
1	Uma ou mais informações com justificativas ou fundamentos simples, mas sem conclusão e refutação.
2	Uma ou mais informações com justificativas ou fundamentos simples, com conclusão e sem refutação.
3	Uma ou mais informações com justificativas ou fundamentos simples, com conclusão e refutação.
4	Uma ou mais informações com justificativas ou fundamentos detalhados, mas sem conclusão e refutação.
5	Uma ou mais informações com justificativas ou fundamentos detalhados, com conclusão e sem refutação.
6	Uma ou mais informações com justificativas ou fundamentos detalhados, com conclusão e refutação

Fonte: Fernandes et al. (2018, p. 1043).

Como explicitado no Quadro 3, Fernandes et al. (2018) apresentam uma possível caracterização dos elementos que estruturam a análise da qualidade do argumento científico, que foi desenvolvido com a intenção de estabelecer uma hierarquia do argumento, com as justificativas, conclusões e refutações. De acordo com Fernandes et al. (2018), os argumentos podem variar em complexidade. Os argumentos mais simples consistem na introdução de ideias ou afirmações, que servem como ponto de partida para a criação de diferentes níveis de qualidade argumentativa. À medida que os alunos evoluem em seus níveis discursivos, os argumentos se tornam mais elaborados e incluem afirmações com dados ou garantias, contra argumentações, justificativas e refutações. Argumentos que apresentam justificativas detalhadas, fundamentos sólidos, conclusões e refutações tendem a ter melhor qualidade do que aqueles que não as possuem.

Nesse sentido, como *última proposição*, os ETAC e os Níveis Hierárquicos da QAM apresentam potencialidades para a compreensão da argumentação no ensino de Ciências, como prática epistêmica, num contexto de ACT como transformação social. Nessa perspectiva, a utilização dos ETAC e dos Níveis Hierárquicos da QAM, como instrumentos de análise da estrutura e qualidade do argumento, torna-se significativa para compreender o entendimento dos estudantes quando são desenvolvidos o ECPS e as atividades científicas que visam a ACT como transformação social (Kelly & Licon, 2018; Neves & Pierson, 2022). Portanto, os ETAC e os Níveis Hierárquicos da QAM analisam e classificam a argumentação dos estudantes, considerada como prática epistêmica, sendo uma prática incluída para a construção, comunicação e análise do conhecimento científico e tecnológico escolar. Portanto, é fundamental compreender, analisar e classificar os argumentos dos estudantes durante o processo de aprendizagem, visando acompanhar o desenvolvimento da ACT como transformação social.

CONSIDERAÇÕES E IMPLICAÇÕES

A discussão teórico-metodológica que engloba a ACT busca dar luz sobre a relação da AC com a AT no contexto de sala de aula, dando destaque à possibilidade de uma transformação social. Mesmo que a bibliografia em Educação em Ciências busque dar ênfase à AC e aos seus diferentes apoios teóricos, buscamos contribuir para que a ACT, a partir do ECPS e da TS, seja capaz de promover a transformação social. A expressão transformação social vem ganhando destaque, atualmente, na literatura em Educação em Ciências (Archanjo Junior e Gehlen, 2020; Roso, 2017; Silva e Sasseron, 2021; Valladares, 2021), porém existem poucos estudos teóricos e aplicações educacionais sobre como promover a ACT como transformação social, em contexto escolar.

Acreditamos que a ACT escolar tende a ser desenvolvida a partir da intencionalidade e do planejamento do professor, e que a transformação social é o resultado que se deseja que os estudantes

desenvolvam, bem como a ACT Prática, Cultural e Cívica. A questão é: *Como planejar um ensino baseado na ACT para promover a transformação social? Como implementar a ACT como transformação social no ambiente escolar?* Primeiramente, precisamos de um meio para que o professor possa planejar uma ação pedagógica que desenvolva a ACT, resultando em uma transformação social para os seus estudantes. Para isso, defendemos a intencionalidade do professor em se apoiar em práticas educativas, alicerçadas em abordagens, metodologias e algumas perspectivas de ensino baseadas na: organização do conteúdo (3MP, UEPS etc.); reorganização do currículo (SE e ATF); abordagens críticas de ensino (CTS, QSC, PHC) e de investigação (ENCI, Estudo de Casos, IIR de Fourez) etc., mantendo relações com outros atores sociais e as TS Didáticas para o contexto de sala de aula. A inclusão da TS, como recurso didático, na Educação Científica, vem ganhando destaque, como possibilidade de desenvolver a ACT na sala de aula (Allain & Fernandes, 2022; Archanjo Junior & Gehlen, 2020, 2021), e acreditamos que, para a transformação social.

Como identificar a ACT como transformação social? Sugerimos aproximar a prática epistêmica da argumentação com a análise da estrutura e qualidade do argumento, uma vez que promovem uma compreensão mais profunda do movimento epistêmico dos estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem. Nessa perspectiva, este trabalho buscou dar luz sobre como o argumento e a argumentação podem auxiliar na identificação da ACT como transformação social. Apresentamos neste trabalho, como instrumentos teórico-metodológicos da argumentação, as Unidades Taxonômicas (UT), os Elementos Taxonômicos da Argumentação Científica (ETAC) e os Níveis Hierárquicos da QAM de Fernandes et al. (2018, 2021), que caracterizam os aspectos da estrutura e qualidade do argumento e que têm como objetivo auxiliar o professor a identificar os elementos que estruturam e qualificam a argumentação, sendo esta considerada como uma prática epistêmica, desenvolvida durante uma atividade de Ciências, e que busca dar indícios sobre o desenvolvimento e as dimensões da ACT como transformação social.

Como apresentado no início deste texto, o propósito deste trabalho foi realizar uma reflexão teórica sobre como promover uma ACT como transformação social dentro do ambiente de sala de aula, com base em TS Didáticas. As reflexões foram organizadas em seis proposições, cujo objetivo foi explorar os fundamentos teóricos para aprimorar a compreensão no contexto escolar e que merecem ser retomadas:

Primeira proposição: A ACT como transformação social pode ser desenvolvida por meio do ECPS, centrando-se em problemas científicos, tecnológicos e sociais.

Segunda proposição: A ACT escolar, e não apenas a AC, pode ser compreendida como transformação social, desde que seus grupos e sujeitos constitutivos sejam considerados atores sociais.

Terceira proposição: Além das dimensões prática, cultural e cívica da ACT, é necessário considerar a transformação social como a quarta dimensão para a ACT escolar, pensada na comunidade escolar e em seus atores sociais.

Quarta proposição: A aplicação de diferentes TS em contextos escolares (TS Didáticas) oferece oportunidades para desenvolver uma ACT como transformação social, bem como para fomentar discussões e reflexões sobre aspectos científicos, tecnológicos, políticos, econômicos, ambientais, entre outros.

Quinta proposição: A ACT escolar como transformação social pode ser representada por um esquema/modelo teórico-metodológico, cujo objetivo é oferecer subsídios para o seu desenvolvimento, a partir de uma TS Didática e da intencionalidade do professor com os atores sociais.

Sexta proposição: Os ETAC e os níveis hierárquicos da QAM apresentam uma potencialidade significativa no que diz respeito à compreensão da argumentação no ensino de Ciências, como prática epistêmica, em um contexto de ACT como transformação social.

Por fim, como encaminhamento futuro, buscamos validar o modelo teórico-metodológico para o desenvolvimento de uma ACT escolar como transformação social, a partir de uma TS Didática e da intencionalidade do professor em conjunto com outros atores sociais. Nesse sentido, procuramos respostas para determinar se essa proposição é suficiente para promover a ACT prática, cultural, cívica e de transformação social na comunidade escolar, com a participação de atores sociais locais, por meio de interações sociais mediadas por TS Didáticas, de modo que a dimensão de transformação social prevaleça.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Abordagens e Metodologias de Ensino de Ciências (GEPAMEC), e os autores agradecem à Profa. Luciana Resende Allain, da UFVJM, pela leitura atenta, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela Bolsa de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora, processo n. 306179/2021-0, e pelos financiamentos obtidos por meio do Projeto Universal CNPq, processo n. 408143/2021-5, e do Universal FAPEMIG Processo APQ-000141-18.

REFERÊNCIAS

- Allain, L. R., & Fernandes, G. W. R. (Orgs.). (2022). *Tecnologias sociais da permacultura e educação científica: Propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Araújo, A. O. (2008). *O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de química*. [Dissertação Mestrado, Faculdade de Educação, UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais]. <http://hdl.handle.net/1843/FAEC-85BKEK>
- Archanjo Junior, M. G. D., & Gehlen, S. T. (2020). A Tecnologia Social e sua Contribuição para a Educação em Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 20, 345–374. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u345374>
- Archanjo Junior, M. G. D., & Gehlen, S. T. (2021). A tecnologia social na programação de um currículo crítico-transformador na educação em ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 23(e24929), 1–21. <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230112>
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(2), 122-134. <https://doi.org/10.1590/1983-21172001030203>
- Bocheco, O. (2011). *Parâmetros para a abordagem de evento no Enfoque CTS* [Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação Científica e Tecnológica)]. Universidade Federal de Santa Catarina. <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/95281/294999.pdf?sequence=1&isAllow ed=y>
- Calvão, A.L., & Gama, B. S. (2022). Conhecendo algumas tecnologias sociais da Permacultura. In Allain, L. R., Fernandes, G. W. R., (Org.). *Tecnologias Sociais da Permacultura e Educação Científica: Propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar*. (1ª ed., Cap. 2, pp. 49-76). São Paulo: Livraria da Física.
- Dagnino, R. (2006). Tecnologia social: retomando um debate. *Espacios*. 27(2). https://www.revistaespacios.com/a06v27n02/06270231.html#*
- Dagnino, R. (Org.). (2010). *Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade*. 2. ed. rev. e ampl. Campinas, SP: Komedi.

Dagnino, R. (2014). “Ciência e tecnologia para a cidadania” ou Adequação Sociotécnica com o Povo?. In R. Dagnino. *Tecnologia Social: contribuições conceituais e metodológicas* (pp. 89-112). Campina Grande, PB: EDUEPB.

Duschl, R. (2008). Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social Learning Goals. *Review of Research in Education*, 32(1), 268–291. <https://doi.org/10.3102/0091732X07309371>

Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin’s Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915–933. <https://doi.org/10.1002/sce.20012>

Fernandes, G. W. R. (2023). Preâmbulo: Ainda se discute sobre “como fazer com que a pesquisa em Ensino de Ciências chegue às escolas?” In G. W. R. Fernandes & L. R. Allain (Orgs.), *Proposições Epistemológicas, Curriculares e Metodológicas de Grupos de Estudo e Pesquisa em Ensino de Ciências: Caminhos para a educação básica e o ensino superior* (p. 11–24). São Paulo: Editora Livraria da Física.

Fernandes, G. W. R. F., Allain, L. R., & Dias, I. R. (2022). *Metodologias e Abordagens Diferenciadas em Ensino de Ciências*. São Paulo: Editora Livraria da Física.

Fernandes, G. W. R., Rodrigues, A. M., & Ferreira, C. A. (2018). Elaboração e validação de um instrumento de análise sobre o papel do cientista e a natureza da ciência e da tecnologia. *Investigações em Ensino de Ciências*, 23(2), 256–290. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2018v23n2p256>

Fernandes, G. W. R., Rodrigues, A. M., & Ferreira, C. A. R. (2020). Atividades Investigativas Baseadas em TICE: Um Estudo dos Domínios Social, Afetivo e Cognitivo de Crianças e Jovens a Partir dos Fundamentos Essenciais da Argumentação no Contexto da Educação Científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(2), 369–387. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n2p369>

Fernandes, G. W. R., Rodrigues, A. M., Ferreira, C. A. R. (2021). *Olhares para o ensino de Ciências: tecnologias digitais, atividades investigativas, concepções e argumentação*. (1ª ed., pp. 145-178). São Paulo: Livraria da Física.

Fourez, G. (1997). *Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Ediciones Colihue.

Freire, P. (1987). *Pedagogia do oprimido* (17ª ed). São Paulo: Paz & Terra.

Freire, P. (2019). *Educação como prática da liberdade* (53ª ed). São Paulo: Paz & Terra.

Gama, B. S., Guedes, B. G. A., Allain, L. R., Goulart, M. F., Calvão, A. L. (2022). Permacultura e Tecnologias Sociais: bases conceituais. In: Allain, L. R., Fernandes, G. W. R., (Org.). *Tecnologias Sociais da Permacultura e Educação Científica: Propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar*. (1ª ed., Cap. 1, pp. 29-48). São Paulo: Livraria da Física.

Gerolin, E. C. (2017). *Práticas epistêmicas, comunidades epistêmicas de práticas e o conhecimento biológico: análise de uma atividade didática sobre dinâmica de crescimento populacional*. [Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo]. <https://doi.org/10.11606/D.81.2018.tde-10072018-113416>

Jiménez-Aleixandre, M. P.; Mortimer, E. F.; Silva, A. C. T.; Diaz, J. (2008). Epistemic practices: an analytical framework for science classrooms. *Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA)*, New York City, USA. <https://www.scribd.com/document/420937685/Jimenez-Aleixandre-Mortimer-Silva-Diaz-2008-pdf>

- Kelly, G. J., & Licona, P. (2018). Epistemic Practices and Science Education. Em M. R. Matthews (Org.), *History, Philosophy and Science Teaching: New Research Perspectives* (p. 139–165). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62616-1_5
- Leitão, S. (2007). Argumentação e desenvolvimento do pensamento reflexivo. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 20, 454-462. <https://doi.org/10.1590/S0102-79722007000300013>
- Lopes, T. G. R. (2020). *Desenvolvimento e manejo de tecnologias sociais de base agroecológica na promoção do saneamento rural em Ituberá, Bahia*. [Dissertação de mestrado da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia]. https://maasa.ufba.br/sites/maasa.ufba.br/files/dissertacao_tassio_lopes_maasa_ufba.pdf
- Lorenzetti, L. (2021). A Alfabetização Científica e Tecnológica: pressupostos, promoção e avaliação na Educação em Ciências. In T. Milaré, G. P. Richetti, L. Lorenzetti, & J. de P. Alves Filho (Orgs.), *Alfabetização Científica e Tecnológica na Educação em Ciências: Fundamentos e Práticas* (p. 47–73). São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Milaré, T., & Richetti, G. P. (2021). História e Compreensões da Alfabetização Científica e Tecnológica. In Milaré, T., Richetti, G. P., Lorenzetti, L., Alves Filho, J. P. (Org.). *Alfabetização científica e tecnológica na Educação em Ciências: Fundamentos e Práticas*. (1ª ed., pp. 19-47). São Paulo: Livraria da Física.
- Neves, J. A., & Pierson, A. H. C. (2022). Interações Discursivas, Práticas Epistêmicas e o Ensino de Relatividade Restrita. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, e33345-31. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u225255>
- Oliveira, A. C. D., (2019). *Alfabetização Científica e Tecnológica na Formação Inicial de Professores de Química*. [Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo]. <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11335>
- Otterloo, A. M. C. (2010). A tecnologia a serviço da inclusão social e como política pública. In Rede de Tecnologia Social - RTS (Org.). *Tecnologia Social e Desenvolvimento Sustentável: Contribuições da RTS para a formulação de uma Política de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação*. (1ª ed., pp. 17-24). Brasília: Secretaria Executiva da Rede de Tecnologia Social (RTS)
- Richetti, G. P., & Milaré, T. (2021). O Óleo no Nordeste Brasileiro: Aspectos da (an)alfabetização Científica e Tecnológica. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 21 (e29065), 1-29. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2021u11871215>
- Richetti, G. P., & Niezwida, N. R. A. (2023). Alfabetização Científica e Tecnológica e a caixa preta da dimensão Tecnológica. In G. W. R. Fernandes & L. R. Allain (Orgs.), *Proposições Epistemológicas, Curriculares e Metodológicas de Grupos de Estudo e Pesquisa em Ensino de Ciências: Caminhos para a educação básica e o ensino superior* (p. 25–40). São Paulo: Livraria da Física.
- Roso, C. C. (2017). *Transformações na educação CTS: uma proposta a partir do conceito de tecnologia social* [Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina]. <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/187060/PECT0346-T.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- Sá, L. P., & Queiroz, S. L. (2007). Promovendo a argumentação no ensino superior de Química. *Química Nova*, 30(8), 2035-2042. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000800041>
- Sampson, V.; Clark, D. B. (2008) Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92 (3), 447- 472. <https://doi.org/10.1002/sce.20276>

Santos, W. L. P. D. (2009). Scientific literacy: A Freirean perspective as a radical view of humanistic science education. *Science Education*, 93(2), 361–382. <https://doi.org/10.1002/sce.20301>

Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 17 (especial), 49-67. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>

Sasseron, L. H. (2020). Interações discursivas e argumentação em sala de aula: a construção de conclusões, evidências e raciocínios. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 22. <https://doi.org/10.1590/1983-21172020210135>

Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. de. (2011). Construindo argumentação na sala de aula: A presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de toulmin. *Ciência & Educação*, 17 (1), 97-114. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100007>

Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. de. (2013). Ações e indicadores da construção do argumento em aula de ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 15(2), 169–189. <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/844>

Shen, B. S. P. (1975). Science Literacy: Public understanding of science is becoming vitally needed in developing and industrialized countries alike. *American Scientist*, 63(3), 265-268. <https://www.jstor.org/stable/27845461>

Siemsen, G. H. (2019). *O ensino de astronomia em uma abordagem interdisciplinar no ensino médio: Potencialidades para a promoção da alfabetização científica e tecnológica* [Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática), Universidade Federal do Paraná]. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/61419>

Silva, F. C., Nascimento, L. A., Valois, R. S., & Sasseron, L. H. (2022). Ensino de Ciências como Prática Social: Relações entre as normas sociais e os domínios do conhecimento. *Investigações em Ensino de Ciências*, 27(1). <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2022v27n1p39>

Silva, M. B. E., & Sasseron, L. H. (2021). Alfabetização Científica e Domínios do Conhecimento Científico: Proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a Transformação Social. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 23(e34674), 1–20. <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230129>

Silva, V. R., & Lorenzetti, L. (2020). A alfabetização científica nos anos iniciais: os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática. *Educação e Pesquisa*, 46, 1-21. <https://doi.org/10.1590/s1678-4634202046222995>

Valladares, L. (2021). Scientific Literacy and Social Transformation: Critical Perspectives About Science Participation and Emancipation. *Science & Education*, 30(3), 557–587. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00205-2>

Geraldo Wellington Rocha Fernandes

Titulação: Doutor em Educação
E-mail: geraldo.fernandes@ufvjm.edu.br

Iury Henrique Fernandes

Titulação: Mestrando em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia
E-mail: iury.henrique@ufvjm.edu.br

Danilo Lopes Santos

Titulação: Doutorando em Educação
E-mail: danilolopes.edu@gmail.com

Editor Responsável

Paulo Gabriel Franco dos Santos

Declaração de conflito de interesses

A autoria declara não existir conflito de interesses na publicação do manuscrito

Declaração de autoria

Geraldo Wellington Rocha Fernandes: Administração do Projeto, Análise Formal, Escrita – Revisão e Edição, Obtenção de Financiamento, Recursos, Supervisão, Visualização

Iury Henrique Fernandes: Conceituação, Gerenciamento de Dados, Escrita – Primeira versão, Investigação, Visualização

Danilo Lopes Santos: Análise Formal, Conceituação, Escrita – Revisão e Edição, Supervisão, Validação, Visualização

Contato

Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais – CECIMIG
Faculdade de Educação – Universidade Federal de Minas Gerais
revistaepec@gmail.com

O CECIMIG agradece ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico) e à Universidade Federal de Ouro Preto pela verba para editoração do artigo.