

POR QUE, O QUE E COMO ENSINAR-APRENDER CIÊNCIAS NA SOCIEDADE CONTEMPORÂNEA?

WHY, WHAT AND HOW TO TEACH-LEARN SCIENCE IN CONTEMPORARY SOCIETY?

Tiago Donizete Alves¹

Resumo: Na sociedade atual, o ensino-aprendizagem das ciências orienta-se por métodos próprios da área. A partir dessa perspectiva, o presente artigo visa identificar, na literatura em Educação em Ciências, pressupostos do ensino-aprendizagem para evidenciar a tríade por que, o que e como ensinar-aprender ciências na sociedade contemporânea. Consiste em uma pesquisa qualitativa e bibliográfica, de caráter exploratório. Empregou-se o método análise documental para trabalhar os dados. Os resultados evidenciaram as justificativas, o conteúdo programático e o cenário para ensinar-aprender ciências, considerando os pressupostos: reconhecimento das consequências das ciências para a sociedade; prática cidadã alicerçada no conhecimento científico; rompimento das visões equivocadas de ciências; supervalorização das ciências como produto; diferenças entre as “ciências dos cientistas” e as “ciências escolar”; domínios conceitual, epistêmico, social e material do conhecimento científico; concepção conservadora de educação; processo de investigação dentro das comunidades científicas; e comunidades de práticas de ciências em salas de aula.

Palavras-chave: Educação em Ciências; Ensino-aprendizagem; Ciências como prática social; Alfabetização científica; Domínios do conhecimento científico.

Abstract: In contemporary society, the teaching-learning of the sciences is guided by the methods of this area. From this perspective, the present article aims to identify, in the literature on Science Education, assumptions of teaching-learning to highlight the triad why, what, and how to teach-learn science in contemporary society. It consists of a qualitative, bibliographic, and exploratory study. The document analysis method was used to work with the data. The results showed the justifications, the syllabus and the scenario for teaching-learning science, considering the assumptions: recognition of the consequences of science for society; citizen practice based on scientific knowledge, breaking with mistaken views of science; overvaluation of the sciences as a product; differences between the "sciences of scientists" and the "school sciences"; conceptual, epistemic, social and material domains of scientific knowledge; conservative conception of education; research process within scientific communities; and science communities of practice in classrooms.

Keywords: Science Education; Teaching-learning; Science as a social practice; Scientific literacy; Domains of scientific knowledge.

¹Licenciado em Ciências Naturais: habilitação em Física pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP). Mestrando em Educação pelo Centro de Educação e Ciências Humanas da Universidade Federal de São Carlos (CECH/UFSCar), São Carlos, SP, Brasil. E-mail: ti.donizetealves@gmail.com.

1 Diálogo inicial

Os objetivos da educação são flexíveis e influenciados pelos contextos que a circundam, assim, com a Educação em Ciências nas salas de aula não é diferente. Silva e Sasseron (2021) e Stroupe (2014) argumentam que as abordagens dessa área são modificadas ao longo da história de acordo com os avanços da sociedade. Com isso, os motivos, os conteúdos e os modos como as ciências são trabalhadas estão associados aos aspectos das concepções de educação adotadas pelos professores em determinados momentos do contexto histórico.

Por muitos anos as pesquisas evidenciam a urgente superação dos paradigmas tradicionais no ambiente escolar, característicos da educação bancária discutida por Freire (2022), à qual o ensino-aprendizagem se baseia na transmissão-recepção. Os alunos são considerados objetos vazios e a eles restam apenas a submissão como receptores da transferência de conhecimentos que o professor se vê obrigado a efetivar, porque consiste na figura central e detentora de todo o saber que poderia “salvá-los” da ignorância. Um saber carregado da ideologia dominante, pois do contrário não seria possível ao opressor oprimir os indivíduos e manter sua posição de quem, com falsa preocupação pelos oprimidos, busca “resgatá-los” de uma situação designada como determinada, cuja única solução é a sua aceitação apassivada (Freire, 2022).

A superação gradativa da educação bancária vai abrindo espaços para metodologias que proporcionam o desenvolvimento da autonomia, criticidade, reflexão, colaboração, responsabilidade, entre outros fatores responsáveis por alocar o papel dos estudantes como participantes ativos. No ensino-aprendizagem das ciências, essas metodologias são objetos de estudo de diferentes pesquisas da literatura em Educação em Ciências, principalmente aquelas relacionadas à valorização dos métodos próprios dessa área do saber (Couto; Nascimento, 2020). Trabalhos como o de Cachapuz *et al.* (2011) defendem a necessária renovação do ensino das ciências de forma a aproximá-lo da sua epistemologia, contemplando, dessa forma, os conhecimentos sobre a atividade científica para apropriação e sua aplicação na tomada de decisões cotidianas.

Considerando o contexto da sociedade contemporânea, questionar-se por que, o que e como ensinar-aprender ciências pode contribuir para nortear o trabalho docente, a formação dos estudantes da educação básica e as futuras pesquisas na área de Educação em Ciências. A esses questionamentos cabe a articulação com os pressupostos do ensino-aprendizagem das ciências que as assumem como prática social, uma vez que a atividade

científica é produzida socialmente (Duschl, 2008; Kelly; Licona, 2018; Silva *et al.*, 2022; Silva; Sasseron, 2021; Stroupe, 2014).

A ciência como um campo pertencente à instância social é proposta, justificada, comunicada, avaliada, legitimada e construída no plano público por meio de interações discursivas, fomentando o ativismo, individual e coletivo, para a transformação das situações vivenciadas nas realidades cotidianas que envolvem aspectos sociocientíficos (Kelly, 2008; Silva; Sasseron, 2021). Partindo dessa perspectiva é possível refletir a respeito das justificativas, do conteúdo programático e do cenário que devem ser contemplados nas salas de aula contemporâneas de ciências.

Instigado pelos questionamentos que abrangem o motivo, o conteúdo e o modo de trabalhar as ciências nas salas de aula, o estudo aqui proposto visa identificar, na literatura em Educação em Ciências, pressupostos do ensino-aprendizagem para evidenciar a tríade por que, o que e como ensinar-aprender ciências na sociedade contemporânea.

O texto está organizado de modo que, primeiro, delinearam-se a temática, os questionamentos e o objetivo. Na próxima seção o referencial teórico-metodológico define a pesquisa como qualitativa e bibliográfica de caráter exploratório, e descreve o método de análise documental utilizado para analisar livros, capítulos de livros e artigos. Em seguida, são apresentados os resultados e discussões que exploram as justificativas, o conteúdo programático e o cenário do trabalho das ciências nas escolas. Por fim, o diálogo final tece uma síntese sobre a tríade por que, o que e como ensinar-aprender ciências na sociedade contemporânea.

2 Referencial teórico-metodológico

O estudo enquadra-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa e do tipo bibliográfica de cunho exploratório, por “possibilitar visão geral, do tipo aproximativo, acerca de determinado fato” (Gil, 2008, p. 27). A técnica empregada para obtenção dos dados consistiu em buscas por livros, capítulos de livros e artigos, coletados na plataforma *Google Scholar* e nas bases de dados das revistas *Science Education*, *Review of Research in Education*, *Ciência & Educação*, *Investigações em Ensino de Ciências*, *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* e *Revista Ciências & Ideias*. Escolheu-se essas revistas pois possuem publicações de obras de autores basileares sobre a temática.

A análise dos dados qualitativos ocorreu por meio da técnica exploratória de análise documental (Lüdke; André, 2012), a qual, segundo os autores, propõe inferências aos valores, intenções e ideologias das fontes consultadas. Seguindo as orientações de Lüdke e André (2012), após a coleta dos documentos com uma leitura inicial, redigiu-se pequenos resumos que nortearam a definição de unidades de análise, denominadas: justificativas para ensinar-aprender ciências, conteúdo programático para ensinar-aprender ciências e cenário para ensinar-aprender ciências, as quais correspondem às questões de interesse desse estudo que envolvem a tríade por que, o que e como ensinar-aprender ciências na sociedade contemporânea.

Decidido o tipo de codificação, prosseguiu-se para leituras mais aprofundadas a fim de identificar e registrar as informações em categorias analíticas, que se referem aos pressupostos do ensino-aprendizagem das ciências. Tais pressupostos foram organizados de acordo com suas respectivas unidades de análise, como demonstrado no Quadro 1.

Unidades de análise	Pressupostos do ensino-aprendizagem das ciências
Justificativas para ensinar-aprender ciências	Reconhecimento das consequências das ciências para a sociedade
	Prática cidadã alicerçada no conhecimento científico
	Rompimento das visões equivocadas de ciências
Conteúdo programático para ensinar-aprender ciências	Supervalorização das ciências como produto
	Diferenças entre as “ciências dos cientistas” e as “ciências escolar”
	Domínios conceitual, epistêmico, social e material do conhecimento científico
Cenário para ensinar-aprender ciências	Concepção conservadora de educação
	Processo de investigação dentro das comunidades científicas
	Comunidades de prática de ciências em salas de aula

Quadro 1: Unidades de análise e os pressupostos identificados

Fonte: Autor (2024).

3 A tríade por que, o que e como ensinar-aprender ciências

A seguir é explorada a tríade por que, o que e como ensinar-aprender ciências, evidenciando as justificativas, o conteúdo programático e o cenário apresentados pela literatura em Educação em Ciências, e discutindo cada um dos pressupostos emergidos.

3.1 Justificativas para ensinar-aprender ciências

As ciências possuem duas faces de uma mesma moeda: valorização e negação. Em outras palavras, o emprego desse campo de saber corresponde a uma escolha binária, na qual ou os conhecimentos científicos são utilizados ou são ignorados. Em ambos os casos há um fator em comum, pois surgem consequências para a sociedade contemporânea.

Em uma das faces, a ignorância científica atribui imprudências nas atividades humanas. Guiados pelo misticismo, superstição e por outras fantasias enaltecidas pelas pseudociências (Sagan, 2006), os seres humanos são capazes de tantas atrocidades quanto o negacionismo científico os pode permitir. Desmatar, queimar e poluir o meio ambiente e organizar movimentos antivacinas com a propagação de notícias falsas, são alguns exemplos de quem – ao fazer escolhas que implicam em deixar de lado as ciências – contribui para a intensificação das mudanças climáticas e o ressurgimento de doenças erradicadas. Na outra face das ciências, um ar de esperança nasce à medida em que a criticidade científica possibilita aos seres humanos criarem tecnologias para combater a agressão ao meio ambiente, fabricar vacinas eficientes, assim como divulgar seus benefícios para toda a população.

Aqui se encontra um dos pressupostos do ensino-aprendizagem das ciências: **Reconhecimento das consequências das ciências para a sociedade.** Torna-se fundamental oferecer aos cidadãos formação para fazerem escolhas que, deixando de lado a negação das ciências, fundamentam-se na valorização do conhecimento científico para se posicionarem de maneira crítica e cética diante das complexas situações cotidianas, impedindo que esse saber seja moldado por filtros das pseudociências cujo objetivo consiste em enganá-los e tornar imprudentes as suas atividades (Sagan, 2006; Sasseron, 2019).

Contudo, a justificativa para ensinar-aprender ciências não se encerra apenas no destaque de consequências da sua presença ou ausência na sociedade (Sasseron, 2019). É preciso ir além e indagar o porquê da valorização das ciências, sendo identificado um pressuposto quanto à **Prática cidadã alicerçada no conhecimento científico.** A resposta é encontrada em autores como Cachapuz *et al.* (2011) e Silva e Sasseron (2021), os quais sustentam que as ciências possuem o objetivo social para possibilitar aos sujeitos o ativismo, individual e coletivo, de modo reflexivo, consciente e crítico, na solução de

problemas sociocientíficos para a transformação das realidades que permeiam o mundo contemporâneo.

Existem reformas no ensino de ciências fundamentadas na concepção de uma educação científica para todos, como uma cultura necessária para o desenvolvimento da nação (Duschl, 2008). Sobre o oferecimento de uma formação sólida dos saberes científicos para todos os cidadãos, Cachapuz *et al.* (2011) sinalizam ser essa uma discussão que divide opiniões entre apoiadores e outros estudiosos que a repudiam. Os autores argumentam que o motivo pelo qual pesquisadores discordam sobre a relevância das ciências para todos se encontra no fato de que a participação dos indivíduos, em questões sociocientíficas, exigiria o grau de especialistas no assunto. Em contrapartida, os que apoiam alicerçam sua justificativa na premissa de que não é preciso conhecer as ciências, minuciosamente, para colaborar com a comunidade científica na tomada de decisões de temas como, por exemplo, o aquecimento global, o uso de pesticidas e os organismos geneticamente modificados (Cachapuz *et al.*, 2011). Sagan (2006) aponta quatro razões principais para um esforço de estender as ciências para todos os cidadãos: a ciência é um caminho significativo para vencer a pobreza e o atraso de determinados países; a ciência alerta para a destruição do planeta Terra; a ciência revela a origem dos seres humanos; e a ciência e a democracia são concordantes.

A literatura em Educação em Ciências traça o consenso quanto ao ensino-aprendizagem das ciências envolver a prática cidadã. Kelly (2008), Kelly e Licona (2018) e Stroupe (2014), enfatizam que, possibilitar aos estudantes as características das comunidades científicas, os insere dentro do modo científico de raciocínio, permitindo compreender e utilizar argumentos científicos, interpretar questões sociocientíficas, e tomar decisões embasadas cientificamente.

Esse exercício da cidadania não pode prescindir de uma alfabetização científica, concebida por Silva e Sasseron (2021, p. 5) como “a perspectiva formativa em que os estudantes têm contato com elementos da cultura científica, podendo incorporar as normas e as práticas sociais deste campo para uso em avaliação e tomada de decisões no seu cotidiano”. Por meio da alfabetização científica o indivíduo se apropria da linguagem cultural dos processos e dos produtos das ciências, compreendendo e utilizando modelos explicativos do mundo natural, a natureza das ciências e as práticas empregadas pelas comunidades científicas (Cachapuz *et al.*, 2011; Sasseron; Duschl, 2016; Silva; Sasseron, 2021).

Alfabetizado cientificamente, o aluno aprende ciências e, nos dizeres de Duschl (2008, p. 269, tradução nossa²), torna-se capaz de “1. saber, usar e interpretar explicações do mundo natural; 2. gerar e avaliar evidências e explicações científicas; 3. entender a natureza e o desenvolvimento de saberes científicos; e 4. participar efetivamente de práticas e discursos científicos”. Dessa forma, o aluno pode exercer sua prática cidadã ao ser capaz de se posicionar, criticamente, a fim de contribuir com as comunidades científicas, mesmo não se apropriando do título de especialista da área.

Ademais, outro pressuposto do ensino-aprendizagem das ciências, pertencente às justificativas de seu desenvolvimento nas salas de aula consiste no **Rompimento das visões equivocadas de ciências**, que as distanciam de sua aproximação real e geram o desinteresse e a recusa por essa área do saber, bem como o fracasso escolar (Cachapuz *et al.*, 2011). Os autores discutem que o conhecimento científico chega aos estudantes com o filtro que o caracteriza como uma produção de um sujeito individual, pertencente à figura masculina de classe alta e com inteligência acima da média. Esse sujeito, considerado pelos alunos como cientista, conclui a existência de um novo saber apenas a partir dos dados extraídos de um experimento sem relação com teorias, contextos e outras áreas do conhecimento (Cachapuz *et al.*, 2011).

Mediante os três pressupostos identificados, acredita-se que, evidenciando algumas justificativas para ensinar-aprender ciências, torna-se possível repensar quais conhecimentos científicos são necessários serem contemplados nas salas de aula e como devem ser desenvolvidos, almejando a alfabetização científica para uma prática cidadã que recorre à valorização das ciências.

3.2 Conteúdo programático para ensinar-aprender ciências

Pensar a alfabetização científica para o exercício de uma prática cidadã mais consciente, crítica e baseada nas ciências, não significa o ensino-aprendizagem restrito aos conceitos científicos, mesmo que o intuito seja aplicá-los para entender o mundo natural. A Educação em Ciências no ambiente escolar ainda está, por vezes, habituada em contemplar saberes de ciências sem envolver os saberes sobre ciências, ou seja, negando o processo que possibilita a construção do conhecimento (Cachapuz *et al.*, 2011).

²Original: “1. know, use, and interpret scientific explanations of the natural world; 2. generate and evaluate scientific evidence and explanations; 3. understand the natural and development of scientific knowledge; and 4. participate productively in scientific practices and discourse” (Duschl, 2008, p. 269).

Pesquisas em Educação em Ciências apontam para a urgente mudança que contemple tanto os processos quanto os produtos das ciências (Duschl, 2008; Kelly; Licon, 2018; Silva *et al.*, 2022; Stroupe, 2014).

Ao relatar o seu caso de amor pelas ciências, Sagan (2006) relembra que, desde a sua infância, na década de 1930, prevaleciam os conceitos científicos, sendo necessária a memorização para posterior reprodução. Na concepção de Franco e Munford (2020) e Silva e Sasseron (2021), essa **Supervalorização das ciências como produto** – um dos pressupostos do ensino-aprendizagem das ciências identificados na literatura – impede o entendimento da sua natureza investigativa e a utilização do saber produzido para transformar as realidades vivenciadas.

Não há dúvidas ser imprescindível a compreensão do mecanismo natural do efeito estufa, mas isso não é o suficiente para a definição e a realização de ações, individuais e coletivas, que visem o impedimento da sua intensificação e consequências negativas. Como os cientistas chegaram ao entendimento do que é o efeito estufa? Qual a relação deste tema com outras áreas do saber? Como empregar este conhecimento aprendido na tomada de decisões cotidianas? Como ser crítico diante dos problemas e possíveis soluções? Esses são alguns questionamentos que fomentam a reflexão sobre a incapacidade dos conceitos, por si só, diante da complexidade da atuação cidadã em aspectos sociocientíficos. Implica, como já assinalado, em uma alfabetização científica, por contemplar a compreensão e a utilização dos processos e dos produtos das ciências, desenvolvendo habilidades para refletir, argumentar e atuar, criticamente, com e sobre as explicações científicas do mundo natural e os aspectos intrínsecos à natureza das ciências, produzidas pelas comunidades científicas, transformando as realidades sociais (Duschl, 2008; Silva; Sasseron, 2021).

No entanto, Duschl (2008), Franco e Munford (2020) e Silva e Sasseron (2021) ressaltam que o ensino-aprendizagem das ciências não visa à formação de cientistas, pois a ciência trabalhada por estes profissionais difere daquela contemplada nas escolas, seja pelos objetivos, métodos ou contextos. Aqui se encontra o pressuposto que tange às **Diferenças entre as “ciências dos cientistas” e as “ciências escolar”**. À comunidade científica cabe a produção de novos saberes que explicam o mundo natural, já às comunidades de prática de ciências, presentes nas salas de aula, competem se distanciar do que sabem para o como, o porquê e o para quê se sabe (Duschl, 2008). Permitindo, assim, entender como as ideias de ciências são propostas, justificadas, comunicadas,

avaliadas e legitimadas dentro de uma comunidade de conhecedores composta por professores e alunos (Kelly, 2008).

Nas “ciências escolar” a alfabetização científica é consequência de

intensas e delicadas simultaneidade e interveniências entre a abordagem de conceitos, de modos de construção de conhecimento e de formas de posicionamento e atuação em situações da vida em sociedade por meio e a partir de características da atividade científica (Silva; Sasseron, 2021, p. 7).

Isso implica na valorização tanto dos processos quanto dos produtos das ciências, delineando o ensino-aprendizagem de e sobre ciências. Dessa forma, autores como Duschl (2008) e Stroupe (2014), defendem a integração do conteúdo, processo e contexto, ao contemplar os **Domínios conceitual, epistêmico, social e material do conhecimento científico**, outro pressuposto emergido da literatura analisada. O domínio conceitual é familiar no âmbito da sala de aula, pois diz respeito ao produto das ciências como leis, teorias e conceitos raciocinados e as estruturas cognitivas empregadas para criar modelos de explicação do mundo natural. O domínio epistêmico consiste na estrutura epistemológica de produção das ciências, em outras palavras, é o conjunto de saberes, normas, práticas, valores e habilidades que orientam o que, por que e como os cientistas pensam, sabem e agem. O domínio social corresponde aos processos e contextos de produção, justificativa, comunicação, avaliação e legitimação das ciências a partir de interações discursivas entre os sujeitos de uma comunidade de conhecedores. E o domínio material se refere às ferramentas criadas, adaptadas e adotadas para mediar o processo cognitivo (Duschl, 2008; Franco; Munford, 2020; Kelly; Licon, 2018; Stroupe, 2014).

Os quatro domínios do conhecimento científico são objetos de estudo de diferentes pesquisadores da Educação em Ciências. Analisando o trabalho de Sasseron (2013) verifica-se que a autora faz referência ao ensino-aprendizagem de habilidades pertencentes aos domínios científicos, descrevendo-as como Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica. São descritos três eixos:

O primeiro eixo estruturante refere-se à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais [...]. O segundo eixo preocupa-se com a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática. [...] O terceiro eixo estruturante da AC [Alfabetização Científica] compreende o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente (Sasseron, 2013, p. 4).

Em trabalho recente, Silva e Sasseron (2021) realizaram uma releitura desses Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica, mencionados por Sasseron (2013), à luz de pesquisas atuais sobre o ensino de ciências como prática social e os domínios do

conhecimento científico. Identificando premissas dos trabalhos considerados, as autoras propõem que a alfabetização científica, comprometida com a transformação da sociedade, exige a integração dos domínios conceitual, epistêmico, social e material por meio de ações didáticas que levam à sala de aula as nuances e as características da atividade científica (Silva; Sasseron, 2021).

Além disso, o estudo de Franco e Munford (2020) objetivou investigar como os estudantes constroem, discursivamente, articulações entre os domínios conceitual, epistêmico e social em aulas de ciências orientadas pelo ensino por investigação ainda em fase de construção. Os autores concluíram que as perguntas e discussões permitem aos alunos o uso do domínio conceitual para se engajar em práticas dos domínios epistêmico e social, sendo estes essenciais para os conceitos científicos e o processo investigativo.

Nota-se, portanto, que o conteúdo programático para ensinar-aprender ciências diz respeito a assumir o modo como os cientistas pensam, sabem e agem no processo investigativo, envolvendo os domínios das ciências para o raciocínio científico (Cachapuz *et al.*, 2011; Couto; Nascimento, 2020; Stroupe, 2014). Contudo, a renovação desse ensino-aprendizagem com a abordagem dos domínios conceitual, epistêmico, social e material do conhecimento científico, não apresentará impactos positivos e significativos na formação de cidadãos se o processo de ensino-aprendizagem permanecer enraizado na transmissão-recepção, uma vez que também é possível contemplar a epistemologia das ciências de forma tradicional.

3.3 Cenário para ensinar-aprender ciências

O ensino-aprendizagem por transmissão-recepção caracteriza a educação bancária, com traços ainda presentes nas salas de aula contemporâneas. É clássico o delineamento dos papéis dos sujeitos mantendo os paradigmas tradicionais: o docente detém todo o saber necessário a ser transferido aos estudantes que, por sua vez, são vazios de conhecimento e o recebem passivamente. O professor – apropriando-se de todo o conhecimento acumulado e influenciado pelas ideologias da minoria opressora – assume, portanto, a posição de quem, com falsa preocupação pela formação dos alunos, busca “resgatá-los” da ignorância na qual estão imersos, contribuindo para a manutenção do *status quo* (Freire, 2022).

Um pressuposto do ensino-aprendizagem das ciências, pertencente à unidade de análise sobre o cenário, diz respeito à **Concepção conservadora de educação**. Stroupe (2014) considera que essa perspectiva conservadora fomenta estruturas obsoletas, como, por exemplo, a ciência como raciocínio lógico apoiado em um modo universal de pensá-la; ou a ciência aprendida somente por meio de mudanças conceituais; ou, ainda, a necessidade de memorizar informações para acumulá-las. São, portanto, estruturas que distanciam as ciências escolar do saber científico do mundo real, possibilitando visões equivocadas (Cachapuz *et al.*, 2011).

Com os avanços das pesquisas em Educação em Ciências é possível defender a superação dos paradigmas tradicionais para a renovação do modo como o ensino-aprendizagem científico ocorre, o qual deve seguir métodos e estratégias próprios dessa área do saber e que abrange “atitudes de investigação, reflexão, criticidade e levantar e testar hipóteses para solucionar situações propostas” (Couto; Nascimento, 2020, p. 216). Nas percepções de Kelly e Licona (2018), Sasseron (2019), Sasseron e Duschl (2016), Silva *et al.* (2022), Silva e Sasseron (2021) e Stroupe (2014), a ciência consiste em uma prática social, reconhecida como área de conhecimento da humanidade, proposta, justificada, comunicada, avaliada e legitimada no plano público.

O **Processo de investigação dentro das comunidades científicas** se refere a outro pressuposto do ensino-aprendizagem das ciências identificado na literatura e relacionado às características da atividade científica. Kelly (2008) e Kelly e Licona (2018) enfatizam que a ciência é produzida por uma comunidade de conhecedores. Isso implica em uma mudança de um indivíduo cognoscente, que raciocina o objeto cognoscível de forma isolada, para grupos cujos sujeitos interagem, discursivamente, a fim de decidir o que conta como ideias científicas. O sujeito epistêmico não é mais considerado um único indivíduo, mas uma comunidade de conhecedores, na qual a negociação das ciências é subsidiada por práticas socioculturais, compreendidas como as ações desempenhadas pelos membros do grupo regidas por normas sociais (Kelly, 2008).

As normas sociais são regras definidas, explícita ou implicitamente, pelos membros do grupo para nortear a dinâmica das interações discursivas. São exemplos de normas sociais o espaço para o diálogo, a receptividade à crítica e opiniões diversas, os padrões e critérios públicos de investigação, e a equidade cognitiva com a distribuição da autoridade intelectual (Sasseron; Duschl, 2016; Silva *et al.*, 2022). Nos estudos de Kelly (2008), tais normas são descritas, respectivamente, como espaços dentro da comunidade de conhecedores para o diálogo crítico das ideias de ciências, tornando-as uma

interpretação pública; abertura a opiniões, à mudança conceitual e à crítica; transparência dos critérios estabelecidos pelos membros para a interação; e distribuição da autoridade cognitiva entre os participantes da comunidade de conhecedores.

Ainda, quando as práticas sociais levam a comunidade de conhecedores a definir como prosseguir com o processo investigativo do objeto cognoscível, os cientistas fundamentam seu raciocínio em práticas epistêmicas, definidas como “caminhos específicos que membros de uma comunidade propõem, justificam, avaliam e legitimam o conhecimento” (Kelly, 2008, p. 99, tradução nossa³). São exemplos de práticas epistêmicas propor questões e modelos científicos, observar e apoiar-se em evidências, construir explicações científicas alicerçadas em evidências, avaliar a linha de raciocínio utilizada, entre outras (Kelly; Licona, 2018).

Essas características das comunidades científicas, como a investigação, as interações discursivas e a divulgação de ideias, estão associadas à epistemologia das ciências, a qual, nas palavras de Cachapuz *et al.* (2011),

ao pretender saber das características do que é ou não é específico da cientificidade e tendo como objeto de estudo a reflexão sobre a produção da ciência, sobre os seus fundamentos e métodos, sobre o seu crescimento, sobre os contextos de descoberta, não constitui uma construção racional isolada (Cachapuz *et al.*, 2011, p. 70).

Portanto, o último pressuposto identificado nos trabalhos de Educação em Ciências, considera que tais características epistemológicas devem estar presentes em **Comunidades de prática de ciências em salas de aula** (Couto; Nascimento, 2020; Sasseron, 2013). Em Silva *et al.* (2022), há a defesa de que

o caráter social da ciência seja levado para as salas de aula por meio da explicitação e vivência pelos estudantes de processos investigativos que se assemelhem à investigação científica; e, assim, possibilitando o entendimento pelos estudantes sobre os conceitos das ciências e sobre a própria atividade científica (Silva *et al.*, 2022, p. 47).

Nesses ambientes, Stroupe (2014) sustenta que as ciências devem ser trabalhadas como comunidades de prática, nas quais professor e alunos negociam o seu papel (doravante denominado como agência epistêmica) a fim de compartilhar ideias de ciências nas interações no decorrer da investigação. As ideias de ciências são entendidas como “quaisquer declarações sobre ciências que emergiram de textos (livro, currículo), estudantes, ou professores. Estes incluem, por exemplo, fatos, teorias, hipóteses,

³Original: “the specific ways members of a community propose, justify, evaluate, and legitimize knowledge” (Kelly, 2008, p. 99).

entendimentos fragmentados e parciais, e histórias de experiências pessoais” (Stroupe, 2014, p. 498, tradução nossa⁴).

Para renovar o cenário do ensino-aprendizagem das ciências, faz-se imprescindível repensar os papéis dos docentes e estudantes. Trabalhos como os de Couto e Nascimento (2020), Sasseron (2013) e Stroupe (2014) apontam a atuação do professor como orientador e mediador da negociação da agência epistêmica e das ciências como prática social, ao questionar, afirmar e instruir durante as interações discursivas. O aluno, por sua vez, assume a autoridade cognitiva com autonomia, reflexão e criticidade para compartilhar suas ideias de ciências, as quais são consideradas, pelo professor, como recursos para a própria interação discursiva à medida que são valorizadas no plano público do processo investigativo (Stroupe, 2014).

É possível encontrar, na literatura em Educação em Ciências, pesquisas que estudaram o ambiente da sala de aula pensado para a produção das ciências como prática social em comunidades de prática (Kelly, 2008; Sasseron; Duschl, 2016; Silva *et al.*, 2022; Stroupe, 2014), possibilitando o melhor entendimento da atuação dos professores e dos alunos.

O trabalho de Sasseron e Duschl (2016) analisa como ocorrem as interações discursivas em aulas investigativas e o que há de ciências nessas aulas. Os autores consideraram a participação do professor e dos alunos na discussão, a manutenção das interações discursivas e o engajamento dos estudantes com o tema. Concluíram que as discussões acontecem tanto entre docente e alunos quanto entre estes últimos, de forma equilibrada; tal discussão é conduzida pelo professor e pela participação dos alunos; o professor utiliza sua autoridade para alocar a agência epistêmica aos estudantes, valorizando as ideias científicas deles no plano público; e os estudantes engajam-se à proporção em que suas ideias são empregadas como recursos.

Em Stroupe (2014) há o exame das relações entre as concepções conservadora e progressista da educação e o oferecimento de oportunidades para os estudantes atuarem como agentes epistêmicos e aprenderem as ciências como prática social. O autor analisou aulas de três docentes que utilizaram a perspectiva progressista e dois que se apoiaram na concepção conservadora, procurando identificar quem era o sujeito epistêmico, ou seja,

⁴Original: “any utterances about science that emerged from canonical texts (book, curriculum), students, or teachers. These included, for example, facts, theories, hypotheses, fragmented and partial understandings, and stories from personal experiences” (Stroupe, 2014, p. 498).

se a ciência era uma interpretação pública ou privada, e como a autoridade cognitiva era distribuída.

Stroupe (2014) verificou que as comunidades de prática, na sala de aula, são importantes para os sujeitos nelas inseridos negociarem a agência epistêmica na definição, discussão e valorização das ideias de ciências. Foi evidenciado que, as aulas nas quais os professores empregaram a concepção progressista, as ideias surgiram dos domínios do conhecimento científico e em nível público, sendo utilizadas como recursos de mediação; a autoridade cognitiva foi redistribuída para os alunos; e os professores engajaram os estudantes no processo investigativo ao compreender e trabalhar as ideias originadas no momento da interação. Já nas aulas em que se utilizou a concepção conservadora, percebeu-se que os docentes mantiveram a autoridade cognitiva, limitando a oportunidade de os alunos atuarem como agentes epistêmicos nas ciências como prática social, além de que as ideias de ciências se tornaram uma interpretação privada à medida que os alunos trabalhavam sozinhos (Stroupe, 2014).

Diferentemente desses autores, Kelly (2008) investigou como alunos de um curso superior em oceanografia formularam evidências científicas de forma técnica, examinando a partir de dois fatores: a cognição em vários contextos e a aprendizagem coletiva dos grupos sociais. Constatou-se que as ações dos membros da comunidade de conhecedores definem o que conta como saber; a cognição é distribuída entre os sujeitos; o saber não é imposto, mas compartilhado e construído pelo grupo; e houve a construção de argumentos científicos.

Em estudo mais recente, Silva *et al.* (2022) argumentam que, dentro da comunidade de conhecedores das salas de aula, os domínios conceitual, epistêmico, social e material do conhecimento científico possuem relação mútua com as normas sociais que regem as práticas entre os membros do grupo, permitindo, dessa forma, a negociação do que conta como conhecimento e a apropriação do raciocínio próprio das comunidades científicas.

4 Diálogo final: tecendo uma síntese sobre a compreensão da tríade

Os motivos, os conteúdos e o modo como as ciências são trabalhadas nas salas de aula repercutem os aspectos das concepções de educação empregadas pelos professores em determinados momentos do contexto histórico. Na sociedade contemporânea, o ensino-aprendizagem das ciências não pode prescindir dos métodos próprios dessa área.

Com essa perspectiva, o presente estudo objetivou identificar, na literatura em Educação em Ciências, pressupostos do ensino-aprendizagem para evidenciar a tríade por que, o que e como ensinar-aprender ciências na sociedade contemporânea, a partir da análise documental de Lüdke e André (2012).

É possível tecer três considerações a respeito das justificativas, do conteúdo programático e do cenário para ensinar-aprender ciências: i) as justificativas consideram o reconhecimento das consequências das ciências para a sociedade, a prática cidadã alicerçada no conhecimento científico, e o rompimento das visões equivocadas de ciências; ii) pensar o conteúdo programático é refletir sobre a supervalorização das ciências como produto, identificar as diferenças entre as “ciências dos cientistas” e as “ciências escolar”, e adotar os domínios conceitual, epistêmico, social e material do conhecimento científico; e iii) o cenário requer a superação da concepção conservadora de educação, o entendimento do processo de investigação dentro das comunidades científicas, e o reconhecimento das comunidades de prática de ciências em salas de aula.

O caráter binário da ciência permite aos seres humanos negá-la ou valorizá-la, sendo necessário oferecer aos cidadãos condições de reconhecerem as consequências da presença ou ausência desse saber na sociedade, a fim de que suas atividades sejam guiadas pelas ciências e distantes das falsas promessas das pseudociências. Quando alfabetizados cientificamente, os cidadãos são capazes de desempenhar um ativismo, individual e coletivo, colaborando com as comunidades científicas na tomada de decisões de questões sociocientíficas e na transformação das realidades. Não se faz preciso conhecer, minuciosamente, as ciências, mas compreender e empregar explicações do mundo natural, a natureza das ciências e as práticas das comunidades científicas. Desenvolvendo esse raciocínio científico, há o rompimento de visões equivocadas de ciências e a apropriação da cultura científica para uma prática cidadã fundamentada.

Para tanto, ensinar-aprender ciências não deve supervalorizar os conceitos, sendo necessário o ensino-aprendizagem de e sobre ciências, ou seja, o produto e o processo, contemplando a articulação entre os domínios conceitual, epistêmico, social e material do conhecimento científico. Vale ressaltar que não consiste em uma formação de cientistas, mas fomentar a alfabetização científica que abrange o conjunto de saberes que explicam o mundo natural, o modo como os cientistas pensam, sabem e agem nesse processo investigativo, o contexto de produção das ciências, e os recursos de mediação da investigação.

Contudo, trabalhar as ciências nas salas de aula exige métodos e estratégias inerentes à própria área científica, implicando substituir as estruturas obsoletas que distanciam as ciências do mundo real e apoiam-se nos paradigmas tradicionais da concepção conservadora de educação. As ciências consistem em uma prática social, pois a comunidade de conhecedores do objeto cognoscível interage entre si, discursivamente, para decidir o que conta como ideias de ciências em um plano público, por meio de práticas socioculturais regidas pelas normas sociais. Definindo o processo investigativo, surgem práticas epistêmicas que permitem o estudo do saber e se assemelham ao raciocínio empregado pelos cientistas.

Essas características do processo de investigação dentro das comunidades científicas devem ser inseridas em comunidades de prática de ciências em sala de aula, de modo a possibilitar a negociação entre professores e alunos no que tange a sua posição de agentes epistêmicos. Há a criação de um ambiente no qual a distribuição da autoridade cognitiva entre os membros do grupo permite a participação deles na divulgação das ideias de ciências, uma vez que o professor orienta a investigação utilizando as ideias científicas dos estudantes como recurso de mediação das interações discursivas.

Mediante o exposto, unindo em um texto os principais questionamentos norteadores do trabalho do professor de ciências na sociedade contemporânea – por que, o que e como ensinar-aprender ciências – o estudo explorou respostas fundamentadas nos pressupostos do ensino-aprendizagem das ciências presentes na literatura. Tais pressupostos podem contribuir com as futuras pesquisas para explorar, descrever e explicar as justificativas, o conteúdo programático e o cenário para ensinar-aprender ciências, a partir de exemplos concretos em contextos que consideram a formação de alunos da educação básica e as formações inicial e continuada dos professores.

Referências

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉRES, D.; CARVALHO, A. M. P. de; PRAIA, J.; VILCHES, A. A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

COUTO, C. C. F. A. do; NASCIMENTO, W. J. Percepções sobre o ensino de ciências por investigação a partir de produções acadêmicas brasileiras. **Revista Ciências & Ideias**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 215-233. 2020. DOI: <https://doi.org/10.22407/2176-1477/2020.v11i3.1252>. Acesso em: 3 ago. 2024.

DUSCHL, R. Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social Learning Goals. **Review of Research in Education**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 268-291. 2008. DOI: <https://doi.org/10.3102/0091732X07309371>. Acesso em: 1 ago. 2024.

- FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. O ensino de ciências por investigação em construção: possibilidades de articulações entre os domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento científico em sala de aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 20, p. 687-719. 2020. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u687719>. Acesso em: 2 ago. 2024.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 83. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2022.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- KELLY, G. J. Inquiry, activity, and epistemic practice. In: DUSCHL, R.; GRANDY, R. E. **Teaching Scientific Inquiry: recommendations for research and implementation**. Rotterdam: Taipei Sense Publishers, 2008. p. 99-117.
- KELLY, G. J.; LICONA, P. Epistemic practices and Science education. In: MATTHEWS, M. R. (ed.). **History, philosophy, and science teaching: new research perspectives**. Dordrecht: Springer International Publishing, 2018. p. 139-165.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. [Reimpr.]. São Paulo: E.P.U., 2012.
- SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro**. 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.
- SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. de (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 41-62.
- SASSERON, L. H. Sobre ensinar ciências, investigação e nosso papel na sociedade. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 3, p. 563-567. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320190030001>. Acesso em: 1 ago. 2024.
- SASSERON, L. H.; DUSCHL, R. A. Ensino de ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 52-67. 2016. DOI: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v21n2p52>. Acesso em: 2 ago. 2024.
- SILVA, F. C.; NASCIMENTO, L. A.; VALOIS, R. S.; SASSERON, L. H. Ensino de ciências como prática social: relações entre as normas sociais e os domínios do conhecimento. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 39-51. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2022v27n1p39>. Acesso em: 3 ago. 2024.
- SILVA, M. B.; SASSERON, L. H. Alfabetização científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 23, p. 1-20. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172021230129>. Acesso em: 2 ago. 2024.
- STROUPE, D. Examining Classroom Science Practice Communities: How Teachers and Students Negotiate Epistemic Agency and Learn Science-as-Practice. **Science Education**, [s. l.], v. 98, n. 3, p. 487-516. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.21112>. Acesso em: 1 ago. 2024.

Recebido em: 18 de novembro de 2024

Aceito em: 08 de agosto de 2025