

1. ENSINO DE CIÊNCIAS NO CONTEXTO DA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR.

O Ensino de Ciências na BNCC foca no **desenvolvimento do letramento científico**, capacitando o aluno a compreender, interpretar e intervir no mundo, usando conceitos e métodos científicos através de **práticas investigativas (definir problema, levantar hipóteses, analisar dados, comunicar)**, organizadas em eixos temáticos (Matéria e Energia, Vida e Evolução, Terra e Universo) que se repetem em espiral, promovendo a interdisciplinaridade e a formação para a cidadania crítica e sustentável, embora traga desafios para professores na articulação de conteúdos e práticas.

Principais Mudanças e Focos:

- **Letramento Científico:** Habilidade de usar a ciência para entender e agir no mundo, indo além da memorização de conteúdos, segundo.
- **Abordagem Investigativa:** Ensino baseado em problemas reais, com etapas: definir o problema, levantar hipóteses, analisar dados, e propor soluções/intervenções, como descrito em.
- **Eixos Temáticos:** Organização em unidades como Matéria e Energia, Vida e Evolução, e Terra e Universo, que se aprofundam progressivamente ao longo dos anos, em vez de blocos lineares.
- **Competências Gerais:** A Ciência na BNCC visa desenvolver competências como Pensamento Científico, Crítico e Criativo, Conhecimento e Responsabilidade e Cidadania, conforme.
- **Temas Transversais:** Inclui discussões sobre ética, sustentabilidade, diversidade cultural, tecnologias digitais, educação ambiental e sexualidade, visando a formação integral, de acordo com.

Desafios:

- **Formação Docente:** Professores precisam de formação para dominar diversas áreas e metodologias ativas, o que nem sempre é oferecido, ressaltam.
- **Articulação de Conteúdos:** A proposta exige uma integração maior entre os domínios do conhecimento (conceitual, epistêmico, social, material), um desafio para as práticas atuais, indicam.

Em 2017, foi publicada a versão da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em que constam os direcionamentos curriculares para a Educação Infantil e para o Ensino Fundamental. Em 2019, é publicada a versão ampliada do documento já com os direcionamentos para o Ensino Médio.

Embora o documento exponha direcionamentos para as diferentes disciplinas que compõem o currículo escolar, neste texto vamos nos ater à investigação dos conhecimentos concernentes às Ciências da Natureza¹ para os Ensinos Fundamental e Médio, com o objetivo de analisar a ocorrência e os modos como conceitos e outros elementos da atividade científica surgem nos textos das habilidades da BNCC – Ciências da Natureza (**Ministério da Educação, 2018**). Fazemos isso a partir da caracterização das aprendizagens essenciais expressas no documento, buscando identificar e discutir suas relações com as bases do ensino de ciências como prática social.

Para tanto, partimos da compreensão de que as aulas de Ciências da Natureza e, portanto, aquilo que se apresenta nos currículos oficiais para esse componente curricular, devem tratar das “estruturas conceituais e processos cognitivos usados ao raciocinar cientificamente”² (**Duschl, 2008**, p. 277 – tradução nossa), mas que os conceitos, em suas apresentações e usos em sala de aula, devem estar acompanhados de estruturas epistêmicas, de ferramentas e de processos sociais que apoiam o trabalho intelectual da prática (**Duschl, 2008; Stroupe, 2014**), a fim de que os estudantes se apropriem de conhecimentos científicos e compreendam a atividade científica como uma prática social.

Assim, quando nos propomos a analisar a ocorrência dos conceitos científicos na BNCC, referimo-nos a fatos, teorias, princípios, explicações e modelos que compõem os conhecimentos legitimados pelas ciências (**Furtak et al., 2012; Soares & Trivelato, 2019**) e que devem estar em sala de aula como objetos de conhecimento a serem assimilados pelos estudantes, a fim de que eles construam sentidos sobre o mundo natural; mas também para que os estudantes compreendam como esses conhecimentos são usados pelos cientistas para raciocinar com e sobre eles (**Subramaniam, 2023; Windschitl & Barton, 2016**). De maneira complementar, quando nosso objetivo se estende aos modos como os conceitos científicos são propostos no currículo oficial, referimo-nos ao esforço analítico de caracterizar e compreender de que maneiras a BNCC orienta o trabalho pedagógico para a criação de oportunidades para que os estudantes e professores usem esses conceitos para embasar a construção de entendimento em sala de aula e para que as ações docentes promovam a expressão e a sistematização conceitual (**Furtak et al., 2012**).

Possíveis relações entre os estudos sobre a atividade científica e o ensino de ciências

Importantes estudos sobre ciências publicados a partir da década de 1960 (**Feyerabend, 2011; Kuhn, 1996; Latour & Woolgar, 1997**) permitiram o surgimento do que hoje chamamos de “*science studies*”, ou seja, pesquisas sobre os modos de produção do conhecimento científico, em oposição aos estudos de filosofia da ciência tradicional. Nesses estudos, é explorado como os contextos social, histórico e cultural estão imbricados na atividade científica.

Embora ainda persistam concepções sobre a atividade científica fortemente vinculadas apenas a atividades experimentais, enfatizando a relevância do laboratório como espaço físico equipado para o sucesso do empreendimento, as pesquisas advindas dos “*science studies*” ressaltam que a atividade científica não está restrita aos equipamentos disponíveis em um laboratório e que, portanto, a investigação envolve mais elementos do que apenas o espaço físico, sendo necessário considerar como os cientistas no laboratório interagem entre si, com conhecimentos já legitimados e com os materiais à disposição (Knorr-Cetina, 1999; Latour & Woolgar, 1997; Pickering, 1995; Rheinberger, 1997).

Dilemas, controvérsias, acasos e esforços são apenas exemplos de situações que condicionam e influenciam a proposição de novos conhecimentos nas ciências. Isso sustenta a concepção de que a atividade científica não é uma tarefa neutra e desprovida de relações com a sociedade, bem como corrobora a compreensão de que essa atividade é feita em comunidade e, portanto, é social.

Assumindo a atividade científica como praticada em e por grupos sociais, também assumimos que regras, normas, materiais e valores condicionam e influenciam a proposição, a análise e a legitimação de conhecimentos e que, por serem sociais, estão sujeitos a influências externas advindas da realidade social e histórica em que estão imersos os pesquisadores.

A atenção à investigação científica, por vezes reconhecida como sinônimo de experimentação, influencia diretamente o ensino de ciências, ao passo que é bastante comum a associação entre aulas de Ciências da Natureza e atividades de laboratório. Ao longo dos anos, alterações curriculares e didáticas vinculadas a estruturas para o ensino e a aprendizagem trazem marcas da concepção de ciência como lógica, ciência como mudança conceitual e ciência como acúmulo de conhecimento (Lehrer & Schauble, 2006; Stroupe, 2014). No cenário atual, a crítica tem despontado como elemento importante para o ensino e a aprendizagem de ciências, pela relação com as concepções mais recentes sobre a atividade científica e também pelo papel que ela pode desempenhar para o reconhecimento dessas concepções pelos estudantes. Desse modo, pode ser possível contrapor concepções de ciências como fornecedora de verdades prontas e acabadas pela percepção de que essa é uma área que propõe e legitima conhecimentos em constantes processos de avaliação crítica (Feinstein & Waddington, 2020; Valladares, 2021).

Aspectos sobre a atividade científica, como os relatados anteriormente, também têm recebido atenção dos pesquisadores em ensino de ciências, preocupados com a abordagem tanto de elementos conceituais quanto de métodos da atividade científica em sala de aula (Carvalho, 2018; Osborne, 2016). Para tanto, é necessário reconhecer possibilidades e limites de ações didáticas que abordam conceitos e métodos de modo conectado. Há, inclusive, uma diversidade de estudos que buscam avaliar o papel de experimentos manipulativos na atividade didática, permitindo caracterizar as atividades experimentais utilizadas em aulas de Ciências da Natureza em termos dos objetivos pretendidos (Borges, 2002), a possibilidade conferida à participação dos estudantes (Banchi & Bell, 2008; Carvalho, 2006), o envolvimento de estudantes com formas de organizar a investigação (Monteira & Jiménez-Aleixandre, 2016; Silva & Trivelato, 2016) e o papel das interações discursivas para a construção de entendimento (Franco & Munford, 2020a; Sasserón & Carvalho, 2013).

A identificação de que a investigação científica congrega elementos conceituais, epistêmicos, sociais e materiais tem permitido analisar como esses domínios do conhecimento científico podem ser considerados para o planejamento e a implementação de propostas didáticas para as aulas de Ciências da Natureza

(Duschl, 2008; Stroupe, 2014). Há, atualmente, um movimento propositivo do ensino de ciências como prática social (Jiménez-Aleixandre & Crujeiras, 2017; Kelly & Licon, 2018; Sasserón, 2021; Silva et al., 2022), ou seja, a abordagem das ciências que traz a possibilidade de que os estudantes vivenciem aspectos da atividade científica, realizando práticas de investigação, argumentação e modelagem de problemas.

Essas práticas não significam a reprodução em sala de aula do que os cientistas fazem em seus laboratórios, mas a valorização da participação crítica dos estudantes, considerando seus contextos sociais e culturais, compreendendo que os conhecimentos sobre os temas e processos das ciências estão em uma constante transformação. Além disso, essa participação não envolve apenas a interação entre pessoas, inclui a interatividade com os materiais, de modo que não ocorra apenas o seu manuseio sem envolvimento intelectual.

Portanto, o ensino de ciências como prática social está alicerçado nas interações críticas desencadeadas na e pela sala de aula e na relação epistêmica que os estudantes estabelecem com os materiais, sejam eles instrumentos, aparatos, equipamentos, substâncias, representações, inscrições etc. Nesse sentido, o ensino de ciências como prática social se sustenta a partir da consideração de todos os domínios do conhecimento científico em sala de aula (Silva et al., 2022), fornecendo possibilidades para a construção de entendimentos sobre os temas e processos das ciências e os seus modos de produção, o que permite a análise de informações e de situações nas quais as ciências surgem em nosso cotidiano.

O engajamento de professores e estudantes em interações críticas, bem como a abordagem das normas e práticas científicas em sala de aula, também são preconizados, ainda que a partir de diferentes referenciais, em perspectivas de ensino de ciências que defendem a alfabetização científica dos sujeitos (Roberts, 2011; Santos, 2009; Sasserón & Carvalho, 2011; Silva & Sasserón, 2021; Valladares, 2021).

Acompanhando o desenvolvimento das pesquisas em ensino de ciências e questões sociais de cada momento, a concepção de alfabetização científica sofreu alteração ao longo dos anos, passando de uma perspectiva de formação de cientistas, com o objetivo de apresentar a ciência à população em geral, até a recente ideia de alfabetização científica para transformação social (Valladares, 2021). Nas concepções trazidas para este estudo, é possível afirmar que a alfabetização científica se relaciona ao intuito de que os estudantes possam desenvolver agência epistêmica em relação às ciências, para análise de situações e construção de explicações e posicionamentos.

Nos dias atuais, em que as ciências e seus conhecimentos têm sofrido forte ataque por grupos que defendem teorias conspiratórias e movimentos negacionistas, a perspectiva formativa de alfabetização científica também ganha força, por sustentar a importância do desenvolvimento de atitudes críticas para a investigação e a argumentação sobre questões cotidianas que têm relação com as ciências (Silva & Sasserón, 2021; Valladares, 2022).

Ideias para consolidar a alfabetização científica comprometida com a transformação social

Entendemos que o ensino de Ciências da Natureza pautado na perspectiva da alfabetização científica para a transformação social (Silva & Sasserón, 2021; Valladares, 2021) pode se concretizar quando são construídas condições para que estudantes percebam as ciências como atividade social, realizada por sujeitos pertencentes a uma comunidade epistêmica que realiza práticas pautadas em normas e regras por meio das quais é possível entender fenômenos, analisar problemas e aprofundar conhecimentos sobre o mundo natural.

Para tanto, não nos parecem adequadas ou suficientes atividades em que estudantes tenham contato com esses elementos apenas a partir de modos informativos, sendo válido e oportuno que vivenciem situações de participação em práticas semelhantes às realizadas por membros dessa comunidade epistêmica, em especial aquelas vinculadas à investigação, à argumentação e à modelagem (Jiménez-Aleixandre & Crujeiras, 2017). Como práticas de uma comunidade epistêmica, elas envolvem diferentes tipos de conhecimentos e processos que compõem, regulam e possibilitam construção de entendimento, proposição e avaliação de ideias e validação de propostas. Não são, portanto, como temos dito explicitamente, ou nas entrelinhas, expressões resumidas em textos possíveis de serem transmitidas verbalmente. Elas precisam ser experienciadas, vivenciadas e, por isso, é preciso considerar uma abordagem na qual as ciências surjam em situações de ensino como um modo específico de construir entendimento sobre fenômenos e problemas, cujas formas de análise são construídas e, portanto, igualmente passíveis de escrutínio.

Tendo pressupostos como os expostos, Duschl (2008) propõe que o desenvolvimento e avaliação da aprendizagem em Ciências da Natureza deva focar no trabalho integrado de três domínios de conhecimento, sendo eles:

- As estruturas conceituais e processos cognitivos usados ao raciocinar cientificamente;
- As estruturas epistêmicas usadas ao desenvolver e avaliar conhecimento; e
- Os processos e contextos sociais que moldam como o conhecimento é comunicado, representado, argumentado e debatido (p. 277 – tradução nossa, ênfase no original)³.

A partir dessas ideias, estudos na área de Educação em Ciências têm discutido a importância de considerar os domínios do conhecimento científico para o planejamento e para a análise de atividades em que se espera que estudantes realizem investigações sobre problemas do mundo natural (Franco & Munford, 2020b; Lino & Sasseron, 2024; Silva & Sasseron, 2021; Soares & Trivelato, 2019).

Em estudos como esses, a caracterização dos domínios do conhecimento científico dialoga com o já exposto em Duschl (2008) e, a partir dessa caracterização, concebendo sua relação com o currículo, podemos entender esses domínios da seguinte maneira: o domínio conceitual do conhecimento científico vincula-se aos conceitos, às leis e às teorias abordados em aulas de Ciências da Natureza, assim como processos utilizados para raciocinar cientificamente; o domínio epistêmico relaciona-se a ações, processos e atividades realizados para suportar a análise de uma situação, bem como para analisar se essas ações são as mais adequadas para compreender um dado fenômeno; e o domínio social do conhecimento científico está atrelado a normas e acordos construídos e sustentados coletivamente para garantir e apoiar a atividade científica, em especial, os mecanismos de avaliação.

Tendo esses três domínios definidos e utilizados na literatura da área, Stroupe (2014) complementa as proposições de Duschl (2008) e discute o papel que elementos materiais desempenham na atividade científica e como o manejo, o desenvolvimento e a incorporação deles à prática representa marcas de uma agência epistêmica (Knorr-Cetina, 1999; Pickering, 1995). Assim, Stroupe (2014) propõe ideias que sustentam características do domínio material do conhecimento científico, ou seja, a criação, a adaptação e o uso de ferramentas e de tecnologias físicas ou intelectuais que apoiam o trabalho intelectual da prática.

Organização e Análise dos dados

A partir do texto introdutório da área de Ciências da Natureza, enfatizando o letramento científico, e do delineamento das ações investigativas, identifica-se um aparente alinhamento da

BNCC com as pesquisas atuais de Educação em Ciências e com a ideia de ensino de ciências como prática social, a qual foi mencionada anteriormente. Contudo, a confirmação dessas possíveis leituras carece de análise detalhada da proposta curricular.

Para tanto, e a fim de compreender a ocorrência e os modos como os conceitos científicos são propostos na BNCC (Ministério da Saúde, 2018), partimos das aprendizagens essenciais definidas para o componente curricular Ciências da Natureza nas etapas do Ensino Fundamental e Médio e que, no documento, estão organizadas em competências e habilidades. Considerando que o documento da BNCC segue um modelo para cada etapa da escolarização, os conhecimentos das ciências naturais são apresentados de acordo com formatos específicos do texto. Do mesmo modo, o nome a eles atribuídos é diferente para cada momento da escolarização: na Educação Infantil, os temas das ciências naturais surgem no campo de experiências “Espaços, tempos, quantidades, relações e transformações”; no Ensino Fundamental, aparecem como “Ciências da Natureza”; e no Ensino Médio, as discussões voltadas a esse campo de conhecimento surgem como “Ciências da Natureza e suas Tecnologias”.

A centralidade em conceitos não é algo esperado para a etapa da Educação Infantil (Monteiro et al., 2018) e a antecipação de expectativas padronizadas, comuns ao Ensino Fundamental, por parte da BNCC já é objeto de críticas entre docentes e pesquisadores da área. Assim, por entendermos que a Educação Infantil não deveria se caracterizar por padronizações de expectativas ou por rígidas subdivisões etárias (Barbosa et al., 2019), neste artigo, não realizamos uma análise sistemática das aprendizagens para a etapa.

Ciências da Natureza: análise da proposta para o Ensino Fundamental

Na BNCC, as Ciências da Natureza são expostas como uma área de conhecimento para o Ensino Fundamental, tendo como objetivo o letramento científico dos estudantes que, segundo expresso, deve ocorrer a partir do “acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica” (Ministério da Educação, 2018, p. 321).

O processo de investigação é apresentado em modalidades de ações investigativas que se ramificam a partir (I) da definição de problemas, (II) do levantamento, análise e representação, (III) da comunicação e (IV) da intervenção. Importante mencionar que as ações vinculadas ao levantamento, à análise e à representação são apresentadas em maior número e, em alguma medida, expõem ações já comumente presentes em aulas tradicionais de ciências, cujo foco está voltado à exposição de informações. Além disso, as ações desse grupo (II) confundem-se com ações do grupo (III) “comunicação”. Entendemos ainda que a presença de um grupo isolado de ações investigativas dedicado à comunicação é contraditória à própria ideia de investigação, cujos processos ocorrem mediados e interligados por comunicação entre os diferentes sujeitos e entre esses e os conhecimentos existentes.

A partir da exposição das ações investigativas, são apresentadas as competências específicas da área para o Ensino Fundamental. Elas são amplas e exploram elementos característicos da natureza das ciências, com menções à investigação, à argumentação e à modelagem de fenômenos naturais e sua relação com a sociedade, havendo foco no domínio conceitual do conhecimento científico. Outra importante marca expressa por essas competências são as menções ao desenvolvimento de autonomia crítica dos estudantes para atuação e tomada de decisões, considerando os conhecimentos conceituais das ciências, o que os permitiria “[a]

gir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação” (**Ministério da Educação, 2018**). Vale também mencionar que essas competências revelam intenções de desenvolvimento de interações dos sujeitos com outras pessoas, com o ambiente e com a sociedade, o que pode ser um importante indício sobre o reconhecimento das ciências como área de estudos na qual conhecimentos e produtos estão presentes em nosso cotidiano.

Vale ainda destacar que o domínio conceitual do conhecimento científico não está presente em apenas cinco habilidades, ou 4,5% delas, aparecendo tanto sob a forma de estruturas conceituais (teorias, princípios, leis e ideias) quanto de processos cognitivos usados ao raciocinar cientificamente. Como estrutura, temos a forma mais recorrente do domínio conceitual em habilidades, que comparam características de seres vivos, identificam conceitos pela observação de fenômenos ou aplicam teorias para justificar processos, como em “(EF07CI16) Justificar o formato das costas brasileira e africana com base na teoria da deriva dos continentes” (**Ministério da Educação, 2018**).

Já ilustrando a análise do domínio conceitual pela identificação de uma ação cognitiva, temos a habilidade “(EF04CI03) Concluir que algumas mudanças causadas por aquecimento ou resfriamento são reversíveis (como as mudanças de estado físico da água) e outras não (como o cozimento do ovo, a queima do papel etc.)” (**Ministério da Educação, 2018**). A mobilização conceitual nesse caso, envolve identificar e comparar propriedades observáveis da matéria como base de um processo cognitivo de classificação.

Outro aspecto relevante é a grande presença do domínio epistêmico do conhecimento científico em modo integrado com outros domínios e, em especial, com o domínio conceitual. Tendo em consideração que o domínio epistêmico está ligado a processos de análise e de desenvolvimento de entendimento, encontrá-lo integrado a outros domínios revela intenção de que as ideias em debate e os materiais em uso possam ser avaliados pelos estudantes.

A única ocorrência do domínio epistêmico de maneira desarticulada dos demais está no 9º ano, na habilidade “(EF09CI13) Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas” (**Ministério da Educação, 2018**). Nesse caso, as ações epistêmicas previstas seriam aquelas que sustentam o processo de análise e de proposição de iniciativas, entretanto, esse processo intelectual não se sustentaria em conhecimentos científicos ou no uso de ferramentas, mas sim em exemplos de boas práticas que os estudantes poderiam partilhar e replicar.

A elevada menção à identificação e/ou uso de materiais na relação com a baixa ocorrência do domínio material, seja de forma isolada ou articulado com outros domínios, justifica-se pelo fato de que apenas a sua menção não caracterizaria o domínio material. Isso porque, não há informações que indiquem como esses materiais serão posicionados, ou seja, se as informações sobre eles foram fornecidas ou se haveria abertura para geração de questões.

A partir do exposto, não é possível identificar um padrão para a ocorrência dos domínios do conhecimento científico em cada unidade temática, tampouco um padrão que possa mostrar complexificação no surgimento dos domínios do conhecimento científico ao longo dos anos escolares. Claramente, pode-se reivindicar que a proposição da BNCC não levou em consideração os elementos teóricos utilizados para a categorização feita neste presente estudo. Isso é fato. De todo modo, o texto introdutório do documento, conforme já mencionado, faz explícita menção à importância de desenvolver atividades para que os estudantes conheçam e trabalhem com práticas e processos da investigação científica.

É importante ressaltar que a unidade temática Matéria e Energia apresenta menor diversidade em termos de domínios do conhecimento científico expostos. Era esperado, pela própria natureza da unidade temática, que o domínio material surgisse com frequência, mas não foi o que ocorreu, conforme mencionamos anteriormente. O material sustenta o trabalho intelectual da prática (**Stroupe, 2014**) quando colocado em análise, pois a transmissão de informações sobre esse material e como deve ser usado, criado ou adaptado já foi dada na redação das diversas habilidades. Em oposição, a unidade temática Terra e Universo estrutura-se a partir de uma maior diversidade e uma possível complexificação na presença de domínios integrados, embora, como nas outras duas unidades temáticas, ainda haja uma tendência maior à aparição do domínio conceitual (seja de modo isolado ou integrado). É marcante como na redação das habilidades o conceito se tornou o objetivo em si, não revelando a necessidade de se chegar até ele. Essa pode ser uma possível explicação para o predomínio desse domínio.

Tendo isso exposto, é interessante notar o surgimento do domínio material desarticulado do conceitual em apenas três habilidades. Por exemplo, na habilidade “(EF05CI13) Projetar e construir dispositivos para observação à distância (luneta, periscópio etc.), para observação ampliada de objetos (lupas, microscópios) ou para registro de imagens (máquinas fotográficas) e discutir usos sociais desses dispositivos” (**Ministério da Educação, 2018**), não há clareza de qual conceito seria trabalhado, pois o objetivo se dá pela construção de dispositivos que permitem os registros de imagens, enfocando a do uso dos dispositivos e não o que será observado ou registrado. Nesse sentido, a caracterização do domínio material ocorre pela possibilidade de os próprios estudantes pensarem na construção dos dispositivos e na análise das imagens obtidas, suprimindo o uso de um roteiro sobre o que observar a partir de um dispositivo já pronto, conforme exploraremos a seguir.

Em todas as unidades, identificamos a recorrência de habilidades que remetem à realização de experimentos, entretanto, a menção a essa modalidade de atividade não foi considerada, por si só, como evidência do domínio material, por compreendermos que este envolve não só a criação e o uso de ferramentas, mas essencialmente os modos como estas são utilizadas para apoiar o trabalho intelectual da prática. Nesse sentido, não tratamos como domínio material a proposição de habilidades que sugere o cumprimento de um roteiro, sem autonomia intelectual dos estudantes.

Com base em nosso referencial (**Stroupe, 2014**), identificamos o domínio material em habilidades em que o trabalho com o conceito se sustenta na análise e compreensão de dados experimentais, trazendo o arranjo experimental e a prática de observação como apoio ao trabalho intelectual em sala. Isso pode ser visto na habilidade “(EF04CI09) Identificar os pontos cardeais, com base no registro de diferentes posições relativas do Sol e da sombra de uma vara (gnômon)” (**Ministério da Educação, 2018**). Entendemos que, nesse caso, o estudante participa do processo de registro, ou seja, as diferentes posições não serão definidas previamente. Os materiais usados para o registro e a organização desses registros assumem o papel de um objeto epistêmico (**Rheinberger, 1997**), desempenhando uma função e possibilitando a análise das posições relativas do Sol. Diferentemente da habilidade “(EF02CI07) Descrever as posições do sol em diversos horários do dia e associá-los ao tamanho da sombra projetada” (**Ministério da Educação, 2018**), na qual os materiais são posicionados como condições experimentais (**Rheinberger, 1997**), indicando que as posições já foram descritas e o tamanho da sombra já foi definido, bastando apenas associá-los.

O modo como caracterizamos o domínio material não significa que assumimos que todos os materiais devem ser posicionados como objetos epistêmicos, visto que nesse processo de sustentação do trabalho intelectual da prática (Stroupe, 2014) seus papéis podem transformar-se em objetos epistêmicos a condições experimentais e vice versa, indicando o que Rheinberger (1997) chama de mutabilidade de papéis dos objetos. Embora as ideias desse autor se refiram à atividade científica, pensando no contexto escolar, essa transformação dos papéis dos objetos permite aos estudantes envolverem-se intelectualmente com os materiais e construir o conceito a partir da consequência desse envolvimento.

Nessa perspectiva, na redação das habilidades, o uso de verbos que permitam a participação dos estudantes é um elemento essencial a ser considerado. Ainda que haja diversidade, muitos dos verbos que definem as habilidades revelam atividades de baixa demanda cognitiva, como a comparação, a identificação e a seleção de informações, sendo raras as habilidades nas quais há exposição de ações em que os estudantes devem realizar processos de modo autônomo e crítico.

Exemplo disso é a sequência de habilidades para o 6º ano que, mesmo trazendo verbos que parecem propor atividades de maior demanda cognitiva, revela propostas de baixa complexidade. Entre as expectativas de aprendizagem previstas para esse ano, temos menor frequência de verbos como identificar e selecionar, somando quatro das 14 habilidades analisadas. Em contrapartida, sobressaem-se verbos que remetem a processos mais complexos, como inferir, deduzir ou explicar, mas devido à centralidade em conhecimentos dados, não avançam em garantir agência epistêmica aos estudantes.

No ano, é esperado que os estudantes sejam capazes de “(EF06CI05) *Explicar* a organização básica das células e seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos” e de “(EF06CI09) *Deduzir* que a estrutura, a sustentação e a movimentação dos animais resultam da interação entre os sistemas muscular, ósseo e nervoso” (Ministério da Educação, 2018). Todavia, nessas habilidades, explicar e deduzir parecem reduzir-se à identificação de partes e estruturas da célula e de sistemas, a fim de, apenas, descrever e reconhecer relações já postas.

Outro exemplo de esvaziamento de processos cognitivos nas habilidades é a substituição da argumentação pela seleção de argumentos prontos, como vemos na habilidade “(EF06CI13) Selecionar argumentos e evidências que demonstrem a esfericidade da Terra” (Ministério da Educação, 2018) e que ocorre de maneira semelhante em anos posteriores nas habilidades (EF08CI11) e (EF09CI16), propostas para 8º e 9º ano.

Ciências da Natureza e suas Tecnologias: análise da proposta para o Ensino Médio

Na BNCC, é exposto como essencial ao Ensino Médio “[g]arantir a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental” (p. 464, ênfase no original). Por diversas vezes, e com características que permitem especificá-lo, é exposto o desafio de oferecer uma “escola que acolhe as juventudes” para estabelecer “aprendizagens sintonizadas com as necessidades, as possibilidades e os interesses dos estudantes e, também, com os desafios da sociedade contemporânea” (p. 465, ênfases no original).

Além disso, a BNCC traça o currículo do Ensino Médio a partir de áreas de conhecimento e de itinerários formativos. Neste texto, interessa-nos dialogar com a área apresentada como Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT). Para os itinerários integrados, em relação às CNT, o texto descreve:

aprofundamento de conhecimentos estruturantes para aplicação de diferentes conceitos em contextos sociais e de trabalho, organizando arranjos curriculares que permitam estudos em astronomia, metrologia, física geral, clássica, molecular, quântica e mecânica, instrumentação, ótica, acústica, química dos produtos naturais, análise de fenômenos físicos e químicos, meteorologia e climatologia, microbiologia, imunologia e parasitologia, ecologia, nutrição, zoologia, dentre outros, considerando o contexto local e as possibilidades de oferta pelos sistemas de ensino.

(Ministério da Educação, 2018, p. 477)

Em termos de conhecimentos conceituais, a BNCC expõe a intenção de aprofundar o que foi debatido nas unidades temáticas para as Ciências da Natureza no Ensino Fundamental por meio da abordagem de temas de Matéria e Energia e Vida, Terra e Cosmos. Há também menção à necessidade de que o ensino de CNT aborde a contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia, os processos e práticas de investigação e as linguagens específicas da área.

Diferentemente das competências específicas descritas para as Ciências da Natureza no Ensino Fundamental, no Ensino Médio, elas revelam forte relação com as questões conceituais, em especial as duas primeiras que fazem referência direta às temáticas descritas como pontos a serem trabalhados.

Categorizamos essas competências a partir dos domínios do conhecimento científico e, em todas elas, pudemos perceber a explicitação dos domínios conceitual e epistêmico de modo integrado.

Embora em todas elas haja menção à atuação do sujeito em sociedade, é importante lembrar que isso não caracteriza a exposição do domínio social do conhecimento científico, uma vez que o foco são as influências e interações do conhecimento com a sociedade e não padrões e normas socialmente estabelecidos para a construção de entendimento sobre os conhecimentos em discussão.

Em redações como “propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global” (Competência 1), a perspectiva social sugere a articulação entre ciência, tecnologia e sociedade, na perspectiva da abordagem CTS. Pode-se, com isso, afirmar que as práticas sociais surgem aqui como conteúdo e não como práticas, visto que a noção de domínio social extrapola a coletividade para agregar a criticidade.

De modo semelhante, na Competência 3, a menção ao uso de diferentes mídias e tecnologias de informação e comunicação enfatiza o uso dessas tecnologias como conteúdo a ser trabalhado e não como domínio a ser mobilizado.

Também diferentemente do Ensino Fundamental, no Ensino Médio, as habilidades surgem listadas a partir das competências específicas, como mais um forte elemento do viés conceitual que elas apresentam. Com isso, a BNCC parece indicar que as competências almejadas são desenvolvidas a partir de um caminho descrito pelas habilidades.

Pela categorização realizada, percebemos uma tendência de integração entre os domínios do conhecimento científico, embora seja mais comum a integração entre dois domínios apenas. De modo semelhante ao que encontramos na análise das habilidades do Ensino Fundamental, o domínio social do conhecimento científico está ausente, podendo ser mais uma evidência de que as normas e padrões de análise e construção de conhecimento não são entendidos, pelo documento curricular, como conteúdo a ser abordado em sala de aula.

Vale notar que a Competência 3 expressa a clara intenção de que possam ser apresentadas oportunidades para contato com “diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)” (**Ministério da Educação, 2018**). Isso pode trazer a equivocada impressão de que o domínio material estaria sendo mobilizado pelo uso desse modelo de tecnologia. Por exemplo, a habilidade “(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros)” (**Ministério da Educação, 2018**). Somente a indicação do uso de tecnologias não garante que elas sustentam o trabalho intelectual da prática (**Stroupe, 2014**). A análise já evidencia esse equívoco, uma vez que os percentuais de integração do domínio material com outros domínios entre as habilidades vinculadas à Competência 3 não são tão diferentes dos percentuais encontrados para a integração entre domínios com o domínio material nas habilidades ligadas às competências 1 e 2.

Entendemos ser necessário reforçar que esse domínio material de conhecimento científico vincula-se a ferramentas intelectuais ou a manuais que colaboram para o desenvolvimento da prática intelectual, e não ao modo como se espera que atividades sejam realizadas. Assim, o domínio material é mobilizado em situações em que se solicita, por exemplo, a representação de ideias, noções, conceitos e modos de ação, como o que ocorre em “(EM13CNT301) – Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (**Ministério da Educação, 2018**)”. Nesse caso, o domínio material surge de modo bastante explícito pela menção à representação de modelos explicativos, de dados e de resultados experimentais, e não pelo emprego de instrumento de medição, cujo uso pode ocorrer, a partir do modo como a atividade é apresentada aos estudantes, apenas em uma perspectiva manipulativa e não ponderada, deixando de possibilitar a prática intelectual por parte dos estudantes, por meio da mobilização do domínio material do conhecimento científico.

A maior ocorrência do domínio epistêmico integrado ao conceitual pode decorrer dos verbos que definem as habilidades, indicando atividades de mais alta demanda cognitiva quando comparadas às do Ensino Fundamental. Exemplo disso é a sequência de habilidades para o 3º ano, trazendo verbos como construir, elaborar, interpretar, analisar, avaliar e investigar. Dentre as habilidades previstas para os três anos do Ensino Médio, observamos a ausência de verbos como identificar, descrever e selecionar.

Um exemplo de como o uso de verbos que demandam processos cognitivos nas habilidades é a inserção de práticas não na concepção de um conteúdo, mas como ações a serem executadas pelos estudantes, como vemos na habilidade “(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das ciências naturais, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações” (**Ministério da Educação, 2018**).

Considerações e Implicações

Em nossa análise, a presença dos domínios materiais e epistêmicos do conhecimento científico, seja nas habilidades do Ensino Fundamental, seja nas habilidades do Ensino Médio, é evidência de que as expectativas curriculares para o ensino de

ciências passam por mudanças. Já não temos o foco exclusivo no domínio conceitual, contudo, esse ainda é predominante e, em boa parte, ainda aparece desarticulado dos demais domínios do conhecimento científico, o que pode indicar marcas do ensino tradicional. Embora haja um movimento para a inclusão de práticas a serem trabalhadas com os estudantes, o que poderia fomentar a articulação entre todos os domínios, elas são, muitas vezes, entendidas como um conteúdo.

Ao defendermos a articulação entre os domínios, não rompemos com a abordagem do domínio conceitual, ele é necessário. No entanto, sua mobilização de forma isolada não garante que os estudantes o compreendam, bastando que os estudantes o memorizem como um conteúdo. Quando articulado aos demais, ele passa a ser concebido como consequência de processo de construção de entendimentos, contribuindo para a sua compreensão de fato. Portanto, a abordagem do domínio conceitual de forma isolada é problemática, reforçando a ideia de que os conhecimentos das ciências são como opiniões e desconsiderando os seus modos de construção.

A análise realizada também identificou um baixo percentual de habilidades em que há menção a elementos próprios do domínio material do conhecimento científico. No Ensino Fundamental, apenas 11 habilidades (9,9% do total) foram classificadas como expondo o domínio material isoladamente ou de modo integrado. No Ensino Médio, tivemos sua identificação mais frequente (26,9%) e, todas as vezes em que foi encontrado, estava integrado aos domínios conceitual e epistêmico.

Vale destacar que o surgimento do domínio material de modo isolado se dá apenas em habilidades do 4º e do 5º ano do Ensino Fundamental. A aparição desse domínio, sem integração com outros domínios de conhecimento, indica intencionalidade de trabalho com uma dada tecnologia, sem que surjam oportunidades para ponderação sobre seu papel para a construção de entendimento de uma situação, problema ou fenômeno.

Ainda é tímida a atenção dada à relação que os estudantes precisam estabelecer com os materiais. Estes ainda são percebidos como acessórios nos processos de ensino e aprendizagem, sendo muitas vezes posicionados somente como condições experimentais (**Rheinberger, 1997**), ou seja, muitas informações são fornecidas sobre eles e não há espaço para a geração de questões sobre seus usos e as implicações decorrentes destes. Quando os materiais são posicionados como objetos epistêmicos, envolve-se a avaliação acerca de sua função naquele contexto e o desenvolvimento de ideias sobre a necessidade de substituí-lo ou adaptá-lo. Esse posicionamento revela marcas do domínio epistêmico, contribuindo para a articulação entre os dois. Assim, propomos que ambos os domínios, material e epistêmico, surjam conjuntamente.

Outro dado importante a comentar é a ausência do domínio social do conhecimento científico nas habilidades relacionadas às Ciências da Natureza no Ensino Fundamental e no Ensino Médio. **Sandoval e colaboradores (2000)** discutem diferenças entre o ensino que objetiva o entendimento epistêmico da atividade científica e aquele cujo foco é a mobilização de práticas epistêmicas. No primeiro caso, segundo Sandoval et al. (2000), os esforços concentram-se em apresentar aos estudantes ideias sobre a atividade científica, ou seja, permitir que os estudantes possam entender que o conhecimento advém de investigação, que há várias formas de se construir conhecimento em ciências, assim como há critérios para avaliar conhecimento em ciências, que existem relações recíprocas entre dado e teoria e que as representações estão alinhadas a uma estrutura de interpretação de ideias. Já a mobilização das práticas epistêmicas, para eles, vincula-se a processos para construir e avaliar conhecimentos; a

ações que busquem relações entre dados e evidências; a processos de perceber e entender dados e padrões de dados; a ações para identificar e saber usar modos de representação que são próprios das ciências; e a processos para reconhecimentos de critérios de análise.

Entendemos que a ausência do domínio social do conhecimento científico nas habilidades relacionadas às Ciências da Natureza revela a intencionalidade de que as aulas das disciplinas desse campo de conhecimento privilegiem a aprendizagem sobre o que é ciências e sobre como se constrói e se avalia conhecimento nessa área, mas não se preocupa com o envolvimento dos estudantes com práticas que são próprias desse campo. Nesse sentido, o ensino que se pretende se afasta de possibilidades para uma aprendizagem pautada em práticas situadas em um contexto, ou seja, de uma aprendizagem tida como “aspecto integrante e inseparável da prática social” (Lave & Wenger, 1991, p. 31).

Podemos afirmar, com isso, que, a partir da análise das habilidades vinculadas às Ciências da Natureza, o ensino de ciências que se pretende pela BNCC é um ensino com vertente tradicional, de exposição de conceitos, com algumas aberturas para que aspectos da prática científica sejam abordados também como conceitos. Nessa perspectiva, os estudantes não vivenciam a mobilização dessas práticas, mas elas são informadas a eles, o que suprime a possibilidade da construção de novos entendimentos decorrentes da mobilização dessas práticas. Em outras palavras, informar as práticas não garante construção de novos entendimentos, apenas reforça concepções que os estudantes trazem com eles.

A partir da análise realizada sobre as aprendizagens essenciais expressas na BNCC, tanto do Ensino Fundamental quanto do Ensino Médio, na relação com os domínios do conhecimento científico em sala de aula, reforçamos sua dissociação. É evidente como existe uma diferença acentuada entre a concepção de ensino de ciências apresentada no Ensino Fundamental e no Médio. Isso porque, no Ensino Fundamental, são raras as habilidades que envolvem a integração entre os domínios, quando comparadas às do Médio, revelando um problema quando os estudantes do Ensino Fundamental chegarem no Ensino Médio e a eles for demandado uma maior integração entre os domínios. Como os estudantes vão lidar com essa demanda proposta pelas habilidades do Ensino Médio? O acesso aos domínios que necessitam de um maior envolvimento dos estudantes será descartado? Somente o domínio conceitual será mobilizado, mantendo um ensino que privilegia os conceitos em detrimento dos seus modos de construção e, portanto, ensino de práticas como conteúdo?

Por fim, destacamos que o modo como as habilidades da BNCC se caracteriza levanta a urgência de pensar a formação de professores, a fim de que estes estejam aptos a trabalhar com um modelo de ensino que possa privilegiar o trabalho com práticas científicas. Contudo, o que as políticas atuais revelam é um projeto de formação docente que se torna, cada vez mais, instrumental.

Nesse sentido, a Resolução CNE/CP nº 02/2019, que define as diretrizes para a formação de professores para a Educação Básica, traz como eixo a ideia de um professor formado a partir das competências previstas para BNCC, especificando em seu artigo 2º que “a formação docente pressupõe o desenvolvimento, pelo licenciando, das competências gerais previstas na BNCC-Educação Básica, bem como das aprendizagens essenciais a serem garantidas aos estudantes (...)” (Ministério da Educação, 2029). Agora, se as referidas competências e aprendizagens essenciais, concretizadas nas habilidades aqui analisadas, falham em abordar a ciência como uma prática social, de que maneira atenderão a formação de um docente capaz de levar para sala de aula os domínios do conhecimento científico de maneira articulada? Ademais,

destacando a ausência do domínio social dentre as habilidades para a área, como o professor poderá atuar por meio um currículo que define o lugar dos conceitos de maneira articulada com ferramentas, normas e práticas do trabalho científico?

Diante dessas considerações, torna-se evidente que a efetividade das diretrizes propostas pela BNCC não depende apenas da enumeração de competências e habilidades, mas da forma como elas são compreendidas, interpretadas e operacionalizadas no contexto da prática docente. Reconhecer a ciência como uma construção histórica, social e cultural implica repensar o currículo, as metodologias e a formação do professor, de modo que o ensino de Ciências ultrapasse a transmissão de conceitos isolados e favoreça a articulação entre conhecimentos, práticas científicas e problemáticas sociais contemporâneas. **É nesse contexto que este tópico apresenta uma visão geral sobre o ensino de Ciências**, abordando fundamentos como a educação científica, a alfabetização científica, a natureza do conhecimento científico e suas implicações sociais e pedagógicas. Alguns dos conceitos aqui introduzidos serão retomados e aprofundados em tópicos específicos ao longo da apostila, de modo a favorecer uma compreensão progressiva, articulada e contextualizada dos conteúdos, em consonância com a Base Nacional Comum Curricular.

Em resumo, a BNCC propõe um ensino de Ciências mais ativo e contextualizado, preparando os alunos para serem cidadãos críticos e conscientes do seu papel na sociedade, mas exige adaptações significativas das escolas e professores, conforme apontado por.¹

2. EDUCAÇÃO CIENTÍFICA. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E IMPORTÂNCIA SOCIAL DO ENSINO DE CIÊNCIAS.

O homem é parte da natureza e a busca pelo seu conhecimento é inerente à condição humana. Desde os primórdios, a humanidade busca compreender a natureza que a cerca, como forma de sobrevivência através da compreensão e domínio de fenômenos naturais. Talvez a ciência tenha surgido em paralelo com a espécie humana, mas percorreu um caminho até a formação de como a conhecemos hoje e ainda está em constante evolução. O mundo passou por inúmeras transformações desde os filósofos gregos, pautados, em diversos momentos, no empirismo, e o método científico trouxe a humanidade à sociedade tecnológica atual. Tais transformações tiveram como fruto mais recente a ciência moderna, com grande impulso no século XVII, focada na experimentação como forma de conhecer e delimitar leis naturais. Nascia a ciência moderna, apoiada em proeminentes mentes como as de Lavoisier e Galileu Galilei, que argumentavam que somente através de experimentos quantitativos poderíamos testar hipóteses e, seguramente, conhecer o mundo (PORTO, 2008).

A ciência é fruto do questionamento, é nele que se inicia o processo científico e para a figura do cientista perguntar é mais importante que responder. O ato de questionar é inerente à condição humana, mas a ciência não sobrevive e nem dissemina suas descobertas sem que seja ensinada. O ensino de ciências é engrenagem fundamental na construção do método científico e, assim como as ciências, a forma de ensiná-las moldou-se através dos tempos.

Neste trabalho, o enfoque é o “ensino de ciências” que compreende-se como a área definida pelo Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, como Ciências da Natureza e suas Tecnologias e as áreas de conhecimento específicas deste eixo: Química, Física e Biologia, considerando, paralelamente, a matemática e a leitura, conhecimentos fundamentais para a compreensão das ciências naturais. Dessa forma, após breve descrição da história, busca-se descrever o contexto atual do ensino de ciências em nosso país através de estatísticas governamentais e de órgãos internacionais, os desafios contemporâneos e perspectivas diante do cenário contemporâneo. Busca-se também discutir a importância do ensino científico na formação de cidadãos críticos, reflexivos e conscientes de sua condição de mundo e no desenvolvimento do país, tendo em vista que no mundo pós-moderno, em franco desenvolvimento tecnológico, a educação científica é ferramenta determinante na junção econômica e social de países.

Breve histórico do ensino de ciências no Brasil

A escola é parte importante do contexto social e como tal reflete as mudanças da sociedade, assim há a necessidade de mudanças curriculares que atendam as novas perspectivas, de acordo com o atual momento histórico. A primeira fase do ensino no Brasil foi centrada no estudo de línguas clássicas e matemática, formação herdada dos jesuítas que constituíram a organização do ensino no Brasil até então. A inserção de conteúdos científicos na educação ocorreu no início século XIX, como exigência das transformações que ocorriam naquele período em que a ciência crescia em descobertas e relevância (LUIZ, 2007). Neste período, há o surgimento de inúmeras descobertas e teorias científicas impactantes, como a Teoria da Evolução das Espécies, de Charles Darwin (1858), e a publicação do *Traité élémentaire de chimie* (Tratado elementar de Química), de Lavoisier (1789), que ratificaram a importância das ciências na construção do mundo moderno e influenciaram no ensino formal em diversos países. Também neste período, o intenso desenvolvimento industrial concedeu nova conotação aos cientistas que se tornaram agentes do progresso tecnológico e econômico através de suas descobertas. Em paralelo, o ensino de ciências estava sob duas percepções, uma ciência para equacionar problemas cotidianos e a ciência acadêmica como precursora de novos cientistas. O conhecimento acadêmico prevaleceu, apesar da primeira visão ecoar até os dias atuais.

Em se tratando da inserção no currículo escolar, a educação científica no Brasil tem início de fato na década de 1930, período marcado por um processo caracterizado como de inovação. O termo inovação é utilizado em educação como descritivo de melhoramento na qualidade do ensino, no entanto essa visão simplista designa algo acabado, o que de fato não ocorre na formação do conhecimento que deve ser constantemente aprimorado e adequado às necessidades impostas pela sociedade (GARCIA, 2009). Nesse contexto, o processo de aprimoramento do ensino de ciências no Brasil teve sequência na década de 1950 com a produção de kits de experimentos, tradução de projetos norte americanos e a instituição de centros de estudo científico na década de 1960 (LUIZ, 2007). Após este período, houve a implementação de centros de pesquisa em ensino de ciências no Brasil, que atualmente são consolidados e se constituem como importantes fontes de conhecimento da área.

A legislação educacional brasileira acompanhou este processo, ainda que, muitas vezes, tardiamente. O Ministério da Educação e Cultura (MEC) estabelecia até o início da década de 1960 programa oficial para o ensino de ciências, que ocorria apenas nas duas últimas séries do ginásio com caráter meramente teórico e, no entanto, não estabelecia obrigatoriedade. Em 1961 é promul-

gada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN nº 4024/61) que descentralizava as decisões curriculares sob responsabilidade do MEC e instituiu a obrigatoriedade do ensino de ciências nas séries ginasiais (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010). Mas apenas em 1971, através da Lei 5692/71, o ensino de ciências assume caráter oficial, com a obrigatoriedade em todas as 8ª séries do primeiro grau (BRASIL, 1971). Apesar das instituições legais deste período, o ensino de ciência transcorre de forma tecnicista, de modo a atender a demanda de industrialização, distanciando os estudantes do contato com o método científico. Compreender tais características do ensino de ciências pressupõe compreender também o contexto sociocultural e político do período, uma vez que o processo educacional, como todas as ações humanas, não é neutro e não pode ser compreendido de forma descontextualizada. O período em questão refere-se à ditadura civil-militar (1964-1985) e à ênfase, no que diz respeito às diretrizes governamentais, na modernização do país a curto prazo e no atendimento à demanda industrial e econômica, em detrimento da formação de indivíduos criticamente pensantes.

A década de 1980 foi um período de grandes transformações no país e no mundo. O Brasil foi marcado especialmente pela redemocratização, a partir de 1985, e o mundo pelo o declínio e fim da Guerra Fria. Tais fatos, ligados à busca pela paz mundial e à crescente preocupação com questões ambientais e direitos humanos, levaram à necessidade de formação de cidadãos preparados para o convívio social, bem como trouxeram à tona as discussões quanto à necessária superação da desigualdade social (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010). Esses novos desafios da educação levaram à necessidade de mudanças na forma de ensinar ciências que deveria priorizar a formação cidadã e não somente técnica, que culminou com a promulgação, em 1996, da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394. Em acordo com a nova LDB, em seu artigo 22 A, compreende-se que a “educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores”. (BRASIL, 1996) Tal visão inclui o saber científico que contribui para formação crítica de cidadãos sob a abordagem da atividade científica em torno do contexto histórico social e cultural (FERREIRA; OLIOSSI, 2013). Baseado na LDB, foram publicados, em 1998, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), produto de amplo debate acadêmico e social, e que delimitou competências básicas aos jovens que iniciam a vida adulta (BRASIL, 1997). Embora a publicação desses documentos seja considerada um avanço quanto ao ensino de ciências no Brasil, duas décadas depois os desafios persistem.

O ensino de ciências no contexto atual

Nos últimos anos o Brasil passou por intensas mudanças econômicas e sociais que se refletem no modo como a sociedade vislumbra o país nos dias de hoje e no futuro. Mas, apesar do crescimento econômico e da ascensão social de grande parte da população, a educação universalizada e de qualidade persiste como um ponto crítico. Tal condição reflete diretamente no ensino científico. A realidade do ensino de ciências é preocupante para aqueles profissionais que atuam para a melhoria do ensino no Brasil, condição identificada por levantamentos realizados por órgãos de pesquisa que buscam identificar os níveis educacionais e problemas no ensino. Segundo o relatório *Global Information Technology*, divulgado em 2016 pelo Fórum Econômico Mundial, a qualidade da educação em matemática e ciências no Brasil tem níveis alarmantes em relação à apreensão de conceitos matemáticos e científicos, com o país ocupando a 133ª posição dentre 139 países, ao lado de Moçambique e atrás de países como

Zimbábue (54^a) e Zâmbia (81^a) e países vizinhos como Argentina (113^a) e Uruguai (122^a). Em relação ao sistema educacional geral, o Brasil ocupa a 131^a posição (UNESCO, 2016). Outro índice internacional de educação em que o Brasil aparece em condições precárias é o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA – sigla de *Program for International Student Assessment*), divulgado em 2016 pela OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico, em que aparece em 59^a em ciências, 59^a em leitura e na 66^a colocação em matemática. O PISA considera o resultado de prova coordenada pela OCDE e aplicada em 70 países trienalmente. Os resultados consideram sete níveis de proficiência (1b, 1a, 2, 3, 4, 5 e 6), sendo o nível 2 considerado básico. Nas três áreas, ciências, leitura e matemática, o país tem mais da metade dos estudantes abaixo do nível de proficiência – 56,6%, 50,99% e 70,25%, respectivamente. Em cada exame, a OCDE delimita uma área como foco, em 2016 foi ciências. A avaliação consistiu de três competências científicas: explicar fenômenos e interpretar dados e evidências em acordo a conceitos científicos e ainda avaliar e planejar experimentos. No resultado, os estudantes brasileiros ficaram, na média, com 401 pontos, abaixo do índice médio da OCDE, que foi de 493 pontos (OCDE, 2016).

Elencar motivos e razões que conduzem os níveis educacionais brasileiros, especialmente o ensino de ciências, a patamares tão baixos, pode resultar numa análise superficial diante da variedade de condições e fatores que podem influenciar o ensino e aprendizado e ainda o desempenho em sistemas de avaliação. No entanto, alguns pontos podem ser claros indicativos dos resultados fracos. Aqui são elencados dois quesitos considerados fundamentais que atualmente estão em condições críticas: formação e valorização docente e acesso a laboratórios de ciências.

Contribui para que o entendimento de temas científicos se faça com maior profundidade o fato de o ensino de ciências ser ministrado por professores com formação específica para tal, ou ainda que possuam alguma licenciatura. Segundo dados do Censo Escolar de 2016, do total dos professores que lecionam nos anos finais do ensino fundamental, 84,7% têm nível superior completo, sendo que, destes, apenas 78,6% são licenciados. Mas quando considera-se a formação específica para lecionar ciências, apenas 60% dos professores possuem formação adequada. No ensino médio os dados são semelhantes, sendo que 93,3% dos professores têm nível superior completo, mas apenas 82,9% destes possuem graduação em licenciatura. A formação específica varia dentre as disciplinas científicas. Em química, 60,6% dos professores possuem formação adequada, em biologia este número melhora, com 79,4%, mas em física o valor é de apenas 41,4% (INEP, 2017). Esses números são reflexo de uma realidade nacional, a desvalorização da profissão docente. O professor brasileiro é submetido a adversidades em seu cotidiano de atuação, como condições de trabalho deterioradas, longas jornadas, salas superlotadas e a constante cobrança de melhores desempenhos profissionais (SCHEIBE, 2010). Além destes fatores soma-se a indisciplina de estudantes e a situação de violência no entorno das unidades escolares, reflexo de condições sociais e econômicas adversas e excludentes que jovens de baixa renda enfrentam cotidianamente. Outro fator de relevância é a remuneração precária em comparativo com outros países da OCDE, considerando a carga horária de 40 horas semanais (CHALUS; CARISSIMI, 2011). A baixa remuneração e as más condições de trabalho fazem com que a licenciatura seja pouco atrativa para jovens estudantes que optam por outras carreiras e muitas vezes até ingressam na carreira docente, mas sem encará-la como uma profissão à qual possam se dedicar. Dessa forma, o magistério, muitas vezes, é visto apenas como uma ocupação temporária até que surja uma oportunidade mais rentável. Essa condição reflete

te no grande percentual de professores sem formação adequada, conforme apresentado nos números do último Censo Escolar.

Dentre os fatores importantes para a qualidade do ensino de ciências está a experimentação. A experimentação assistida e direcionada pode contribuir para a construção do conhecimento científico e, por isso, o acesso aos laboratórios de ciências é fundamental para que os estudantes assimilem o planejamento e a execução e possam discutir os experimentos científicos. O Brasil apresenta um déficit significativo neste quesito, segundo Censo Escolar de 2016 apenas 25,4% das escolas que oferecem anos finais do ensino fundamental possuem laboratórios de ciências. Em escolas de ensino médio, pouco mais da metade, cerca de 51,3%, possuem laboratórios de ciências (INEP, 2017). Os números apresentados compreendem a totalidade das escolas do país, mas quando considera apenas escolas da rede pública, o número é retrato de uma condição ainda mais precária. Segundo o Observatório do Plano Nacional de Educação apenas 8,19% das escolas da rede pública possuem laboratórios de ciências (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2017).

A junção destes dois fatores, formação inadequada de docentes e precariedade na estrutura física, é indicativa das causas da baixa qualidade do ensino, mas não constitui a única causa. Há, para além destas duas questões, uma série de outros pontos relevantes que tornam o ensino um desafio à sociedade brasileira, como a universalização do acesso à escola, maiores investimentos políticos e pedagógicos nos cursos de licenciatura, formação continuada e valorização de professores em relação à remuneração e à equiparação com demais profissionais com formação universitária, estrutura física básica das escolas e, por fim, a própria desigualdade social que estabelece barreiras aos estudantes de baixa renda.

Alternativas aos desafios do ensino de ciências

Diante do cenário do ensino de ciências no Brasil não é difícil elencar os desafios para a educação científica. As carências estruturais e as condições de formação e atuação de professores são questões que demandam longo prazo, investimento público e social e políticas de Estado voltadas para resultados a longo prazo na melhoria do ensino de ciências e demais disciplinas. Neste sentido, a Academia Brasileira de Ciências apresentou em 2007 o documento “Ensino de ciências e educação básica: propostas para um sistema em” com proposta para o aprimoramento do ensino básico, especialmente o ensino de ciências. O documento foca em ações de longo prazo e que visam sanar os problemas citados no panorama descrito anteriormente no texto (HAMBURGER, E. W. *et al*, 2007). Após uma década, os problemas persistem! Além da efetiva cobrança que a sociedade pode (e deve) exercer sobre os gestores das instituições formais de educação, cabe aos agentes atuantes diretamente no ensino implementar soluções independentes e que possam ser feitas de imediato e com resultados práticos na aprendizagem.

O ensino de ciências é desafiador aos educadores. Temas científicos geralmente tratam de partículas ínfimas invisíveis ao olho desarmado, mecanismos biológicos complexos que ocorrem no interior de células ou fenômenos físicos descritos através da matemática, que em geral demandam abstração, tanto para o educando como para o educador. Quando o professor de ciências não tem a formação específica na disciplina lecionada, o desafio torna-se maior, pois é preciso o domínio dos conceitos científicos para contornar a abstração e “levar” o aluno à apropriação do conhecimento. Neste sentido, a formação inicial do professor e sua atuação em disciplinas específicas tornam-se grandes desafios, mas não é possível desvinculá-las das condições de trabalho e da formação continuada, ou seja, da necessidade de aprimoramento e estudo contínuo durante a carreira (MARTINS, 2005).