

O que são práticas científicas e por que são relevantes para o ensino de ciências?

RESUMO

Práticas Científicas têm sido um tema central de recentes reformas educacionais de Ensino de Ciências dos Estados Unidos e o interesse por este tema também tem se reverberado nas pesquisas em Ensino de Ciências constituindo-se como um tópico de repercussão internacional (Europa, América do Sul, Ásia, Oceania e África). Os objetivos deste artigo são os seguintes: 1) apresentar o conceito de Práticas Científicas conforme os principais referenciais teóricos internacionais sobre o tema; 2) discutir as oito Práticas Científicas e a sua relevância para o Ensino de Ciências; e 3) estabelecer possíveis conexões entre a ideia de Práticas Científicas e as discussões expostas em documentos nacionais da área de Ciências da Natureza. Para isso, este artigo é orientado por uma pesquisa teórico-conceitual, na qual foram estudados os referenciais de Práticas Científicas objetivando identificar, conhecer e acompanhar o desenvolvimento do tema em determinada área do conhecimento. Os resultados desta pesquisa apontam as principais perspectivas de conceituação das Práticas Científicas e inserem o tema nas discussões educacionais nacionais em Ensino de Ciências; também apresentam reflexões acerca da importância das oito Práticas Científicas para a aprendizagem em Ciências e como estas podem favorecer a construção de uma visão mais contemporânea da Ciência; e, finalmente, indicam conexões entre algumas Práticas Científicas específicas e as discussões expostas em documentos nacionais. As discussões deste artigo buscam contribuir para fortalecer debates acerca do tema nacionalmente; refletir a respeito da relevância do tema para o Ensino de Ciências; e acompanhar o crescente interesse por pesquisas envolvendo as Práticas Científicas.

PALAVRAS-CHAVE: Práticas Científicas. Ensino de Ciências. Aprendizagem.

Sandro Lucas Reis Costa
lucasrc_1995@outlook.com
[0000-0003-4199-9810](tel:0000-0003-4199-9810)
Universidade Estadual de Londrina,
Londrina, Paraná, Brasil.

Fabiele Cristiane Dias Broietti
fabieledias@uel.br
[0000-0002-0638-3036](tel:0000-0002-0638-3036)
Universidade Estadual de Londrina,
Londrina, Paraná, Brasil.

INTRODUÇÃO

O presente artigo é derivado de uma pesquisa de mestrado (COSTA, 2021), que teve como objetivos: 1) identificar as principais características das publicações envolvendo Práticas Científicas; 2) identificar as compreensões assumidas, pelos autores das publicações, para as Práticas Científicas; e 3) identificar os contextos de pesquisa dessas publicações. As características das publicações acima mencionadas dizem respeito aos seguintes aspectos: autores, instituições, continentes, países, período de publicação, métodos, níveis de ensino, áreas de conhecimento, periódicos e principais referenciais. Para as compreensões do termo Prática Científica, buscou-se nos artigos analisados aspectos expressos pelos autores quanto à definição adotada. Já o contexto forneceu uma imagem do “o quê” ou “quem” estava relacionado com as Práticas Científicas.

Diante das análises dos artigos, chegou-se à uma definição operacional de Práticas Científicas, considerando elementos comuns entre as compreensões assumidas pelos autores nas publicações analisadas:

[...] nosso entendimento é de que as Práticas Científicas se assemelham às atividades desenvolvidas pelos cientistas para construir conhecimentos, teorias e modelos acerca do mundo. O envolvimento direto dos alunos com as Práticas Científicas permite a construção de uma visão mais completa do que é ciência e do trabalho que o cientista realmente faz. Nesse entendimento, os alunos não só aprendem sobre a ciência, mas também possuem oportunidades de participarem em processos de “fazer” ciência (COSTA, 2021, p. 93).

Neste contexto investigativo, ressalta-se que o tema Práticas Científicas também tem sido objeto de estudo de outras pesquisas; por exemplo, Broietti, Nora e Costa (2019) investigaram o potencial de questões da prova do PISA – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes – de envolver os alunos em dimensões científicas específicas, entre elas, as Práticas Científicas; em outra pesquisa, Nora e Broietti (2022) apresentaram resultados de uma investigação na qual foram identificados e analisados indícios das Práticas Científicas em aulas de Química, nas ações docentes, sendo possível traçar um perfil das aulas investigadas.

Justifica-se também a relevância do tema, foco central deste artigo, pela importância dada às Práticas Científicas no Ensino de Ciências em reformas educacionais internacionais recentes, como *A Framework for K-12 Science Education* (NRC, 2012) e o *Next Generation Science Standards* (NRC, 2013), que destacam objetivos ou metas de aprendizagem científica que os estudantes devem saber e ser capazes de fazer em cada ano escolar, orientados por Práticas Científicas.

A revisão sistemática realizada por Costa (2021) dos artigos envolvendo Práticas Científicas na área de Ensino de Ciências, publicados em periódicos internacionais entre 2010-2019 nas bases de dados: *ERIC*, *Scielo*, *Scopus* e *Web of Science*, apresenta uma visão geral das características dessas pesquisas, assim como as compreensões de Práticas Científicas dos pesquisadores e os contextos em que esses estudos foram realizados.

Dentre as características identificadas, os resultados de Costa (2021) mostram que 40,9% das publicações investigadas envolveram outros países que não os

Estados Unidos. Estes países foram: Espanha, Inglaterra, Brasil, Turquia, Holanda, Austrália, África do Sul, Chipre, Suécia, Noruega e Finlândia. Isso demonstra a internacionalidade do tema nas pesquisas em Ensino de Ciências e a aplicabilidade do conceito de Práticas Científicas em outros contextos, constituindo-se um tema de relevância coletiva e global.

Dessa forma, os objetivos centrais deste estudo foram:

1. Apresentar o conceito de Práticas Científicas conforme os principais referenciais teóricos internacionais para o tema;
2. Discutir as oito Práticas Científicas e a sua relevância para o Ensino de Ciências;
3. Estabelecer possíveis conexões entre a ideia de Práticas Científicas e as discussões expostas em documentos nacionais da área de Ciências da Natureza.

As discussões aqui apresentadas buscam servir para fortalecer debates acerca do tema nacionalmente, refletir a respeito da relevância do tema para o Ensino de Ciências e acompanhar o crescente interesse por pesquisas envolvendo Práticas Científicas.

AS PRÁTICAS CIENTÍFICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: CONTEXTUALIZANDO O TEMA

Em 2012, o *National Research Council* publicou uma estruturação para o Ensino de Ciências na Educação Básica intitulada *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas* (NRC, 2012). O documento visava criar novos indicadores para o Ensino de Ciências nos níveis Fundamental e Médio, o que fazia parte de um movimento de fortificação dos documentos nacionais de Ensino de Ciências nos Estados Unidos, desenvolvidos em meados dos anos 90. Estes indicadores envolviam objetivos ou metas de aprendizagem acerca do que os estudantes deveriam saber e serem capazes de fazer em cada ano escolar. Resultados de novas pesquisas sobre aprendizagem e ensino em Ciências também foram centrais na formulação da estruturação, já que podem informar uma revisão dos indicadores existentes e revitalizar o Ensino de Ciências.

De acordo com o NRC (2012):

O objetivo primordial de nossa estruturação para o ensino de ciências do ensino básico é assegurar que até o final do 12º ano [3º ano do Ensino Médio, no Brasil], todos os alunos apreciem a beleza e a maravilha da ciência; possuam conhecimento suficiente de ciência e engenharia para se engajar em discussões públicas sobre assuntos relacionados; sejam consumidores cuidadosos de informação científica e tecnológica relacionada a suas vidas cotidianas; sejam capazes de continuar a aprender sobre ciência fora da escola; e possuam as habilidades necessárias para ingressar em carreiras de sua escolha, incluindo carreiras em ciência, engenharia e tecnologia (NRC, 2012, p. 1, tradução e inserção nossas).

Este documento apresenta uma organização respaldada em um corpo rico e crescente de pesquisas sobre ensino e aprendizagem em Ciências e é fundamentado em três dimensões: 1) “ideias centrais”, que consistem em conteúdos e áreas temáticas específicas; 2) “práticas científicas”, que espelham as

atividades desenvolvidas por cientistas e engenheiros para construírem conhecimentos, teorias e modelos acerca do mundo; e 3) “conceitos transversais”, que são as principais ideias subjacentes comuns a vários tópicos na Ciência.

Neste documento, ainda são discutidas as principais lacunas encontradas no ensino de Ciências nos Estados Unidos, tais como: 1) não há uma organização para se ensinar Ciências ao longo dos anos escolares; 2) há uma ênfase em dar conta da extensão do conteúdo, considerando-se pouco a sua profundidade; e 3) não se fornecem aos estudantes oportunidades engajadas para experimentarem como a Ciência é feita (NRC, 2012).

Diante das carências acima mencionadas, nota-se que os desafios não são exclusivos dos Estados Unidos. Alguns estudos nacionais têm apontado desafios semelhantes para o Ensino de Ciências, e são apresentados a seguir.

Em um documento publicado pela Academia Brasileira de Ciências (2007), discute-se a necessidade de melhorar o ensino básico no Brasil e, em particular, o ensino de Ciências. Neste documento, ressalta-se que o ensino de Ciências deve estimular o raciocínio lógico, a curiosidade e ajudar a formar cidadãos mais aptos a enfrentar os desafios da sociedade contemporânea. Neste mesmo documento, apresentam-se alguns diagnósticos e possíveis problemas a serem enfrentados.

Outra pesquisa, nesta perspectiva, é o artigo de Junges e Espinosa (2020), o qual questiona o papel do ensino de Ciências no Século XXI, mais precisamente diante dos desafios sociais e ambientais colocados pelas diferentes questões sociocientíficas (QSCs) deste século. No artigo, os autores discorrem sobre como os estudantes podem lidar com a dimensão científica das QSCs, interpretando consensos, desacordos, argumentos e declarações com conteúdos científicos apresentados pela comunidade científica ou por um cientista individual.

PRÁTICAS CIENTÍFICAS EM PESQUISAS NACIONAIS

No contexto brasileiro, as pesquisas envolvendo Práticas Científicas são ainda relativamente incipientes. Em uma busca no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), realizada em 01 de junho de 2021, em que foram inseridos os termos “Práticas Científicas” e “Ensino de Ciências”, nos periódicos revisados por pares, foram gerados apenas 13 resultados, o que demonstra um campo ainda aberto para investigações. A partir desta busca, seguida da leitura dos excertos contendo o termo Prática Científica nas respectivas publicações, nota-se uma diversidade de compreensões e entendimentos, por parte dos autores, a respeito do significado e do uso do termo Práticas Científicas, alguns dos quais serão discutidos a seguir.

Schiffer e Guerra (2019) baseiam-se no aporte historiográfico da História Cultural da Ciência (HCC), que,

[...] reconhece que as ciências são permeadas por valores construídos historicamente [...], de forma que suas práticas são dinâmicas, historicamente contextualizadas, e como tal mudam com o tempo e espaço em que as ciências se desenvolvem [...] (SCHIFFER; GUERRA, 2019, p. 96).

Os autores comentam que a HCC originou da crítica e análise estrutural-epistemológica da atividade científica, por meio do estudo das Práticas Científicas

que constituem o empreendimento científico. Portanto, essas práticas não se restringem somente às laboratoriais, e incluem, por exemplo:

[...] a linguagem utilizada por cientistas [...], as ferramentas teóricas [...], o uso de mecanismos de comunicação e divulgação [...], as formas de construção de críticas e a legitimação da produção em comunidade [...] (SCHIFFER; GUERRA, 2019, p. 96).

Portanto, os autores entendem as Práticas Científicas como complexas e diversas e não somente limitadas ao que é realizado no laboratório. Além disso, consideram que:

As práticas científicas aqui não são entendidas somente por práticas laboratoriais ou a prática *in loco* dos agentes chamados de cientistas, mas são compostas por um conjunto amplo de atividades em diferentes espaços, como o laboratório ou em campo e na divulgação, comunicação e legitimação do conhecimento. Apesar de não únicas e universais, as práticas científicas possuem alguma regularidade e se caracterizam fundamentalmente pelo processo constante de avaliação e crítica das explicações providas pela ciência [...] (SCHIFFER; GUERRA, 2019, p. 98-99).

No excerto acima, os autores descrevem acerca da complexidade do termo e dos diferentes espaços em que essas práticas podem ser desdobradas. Outras concepções de Prática Científica também foram encontradas, como, por exemplo:

[...] as práticas científicas não se restringem a habilidades performáticas, como manipulação de instrumentos e variáveis, interpretação de dados e gráficos, mas à associação entre estas performances e os fatores culturais e socioinstitucionais capazes de produzir significados válidos na comunidade científica (MOURA; GUERRA, 2016, p. 734).

Para os autores supracitados, a conceituação de Práticas Científicas abrange outras esferas que vão além do que eles denominam de “habilidades performáticas”. Assim, destacam a importância de se levar em consideração a contextualização dessas práticas frente à sociedade e à cultura. Silva, Silva e Kasseboehmer (2019) consideram que a Prática Científica contém alguns processos inerentes, como a criatividade, a autonomia e a dúvida que, muitas vezes, não são apreendidas pelos estudantes. Como resultado, “os alunos conhecem pouco sobre a natureza das Ciências, incluindo os modos de trabalhar dos cientistas” (SILVA; SILVA; KASSEBOEHMER, 2019, p. 360).

Embora esses artigos não façam menção aos documentos do NRC – *National Research Council* –, considera-se que há pontos que se conectam com esse referencial, como o engajamento nas práticas para além do ambiente laboratorial, uma maior compreensão da natureza da ciência e dos “modos de trabalhar dos cientistas”, bem como a referência desses modos de trabalho, que convergem com algumas das Práticas Científicas definidas no NRC (2012).

Variantes do termo Práticas Científicas também são encontradas em alguns artigos nacionais. Sasseron (2021), por exemplo, utiliza o termo Práticas da Ciência. A autora recorre a concepções da atividade científica trazidas por antropólogos, filósofos e sociólogos da ciência para discutir as Práticas da Ciência com um foco no trabalho de laboratório. Conforme Sasseron (2021), as práticas podem ser transpostas para a realidade escolar, especialmente para o ensino por investigação:

O desenvolvimento de ações em que conceitos, processos e práticas podem ser trabalhados conjuntamente pode se relacionar a ideias que fundamentam as atividades descritas pelo ensino por investigação, ou seja, atividades em que os estudantes se engajam com a resolução de um problema, construindo planos de trabalho, coletando e analisando dados, identificando as variáveis relevantes e construindo modelos explicativos para as situações investigadas (SASSERON, 2021, p. 4).

Por outro lado, estudos brasileiros que mencionam o termo Práticas Científicas sem conceitua-lo também foram encontrados, na realidade, constituindo a maioria das publicações consultadas nessa primeira busca, o que denota um uso do termo vinculado ao senso comum. Neste contexto, no artigo em questão, apresenta-se uma conceituação de Prática Científica adotada em vários estudos no cenário internacional e que tem sido foco de algumas pesquisas nacionais, já mencionadas anteriormente.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Considerando os objetivos pretendidos neste artigo, assume-se uma abordagem metodológica de cunho teórico-conceitual. Para Miguel (2007), um trabalho teórico-conceitual:

[...] é uma discussão decorrente da análise da literatura, resultando em um levantamento de uma série de pontos relevantes para o planejamento e condução de um estudo de caso(s). Não trata especificamente de uma revisão da literatura, mas apresenta elementos que poderiam levar a essa classificação, pois uma das funções do presente trabalho é identificar, conhecer e acompanhar o desenvolvimento da pesquisa em determinada área do conhecimento (MIGUEL, 2007, p. 217).

O desenvolvimento de pesquisas teórico-conceituais pode advir de discussões da literatura ou de revisões bibliográficas. Nesse sentido, as discussões do presente artigo são frutos de uma revisão sistemática mais ampla da literatura, desenvolvida em uma pesquisa de mestrado. A revisão de Costa (2021) analisou 44 artigos envolvendo Práticas Científicas na área de Ensino de Ciências, publicados em periódicos internacionais da área no período de 2010-2019, e disponíveis em quatro bases de dados (*ERIC, Scielo, Scopus e Web of Science*).

As questões que nortearam a pesquisa foram três, enumeradas da seguinte forma: 1) Quais são as características das publicações envolvendo Práticas Científicas? 2) Quais são as compreensões acerca das Práticas Científicas expressas nas publicações? 3) Em quais contextos os autores realizaram pesquisas envolvendo Práticas Científicas?

A revisão sistemática produziu resultados significativos a respeito das características dessas publicações, das compreensões de Práticas Científicas expressas nas publicações, e sobre os contextos de pesquisa das publicações envolvendo Práticas Científicas (COSTA, 2021).

PRÁTICAS CIENTÍFICAS E AS DISCUSSÕES DO NRC

O NRC faz parte das Academias Nacionais de Ciências, Engenharia e Medicina dos Estados Unidos. Essas Academias são instituições privadas, sem fins lucrativos,

que fornecem consultoria especializada a respeito de alguns dos desafios mais urgentes enfrentados pelo país e pelo mundo. Os principais objetivos das academias são ajudar a estruturar políticas concretas, informar a opinião pública e avançar na busca da ciência, engenharia e medicina.

Documentos como o NRC (2012) e o NRC (2013) apresentam uma maior ênfase na aprendizagem em Ciências ao longo dos anos, centrada no estudante e orientada por meio de Práticas Científicas, Conceitos Transversais e Ideias Centrais. Nestes documentos, são apresentadas definições para cada uma das três dimensões e discussões robustas acerca das Práticas Científicas e como os alunos podem nelas se envolver.

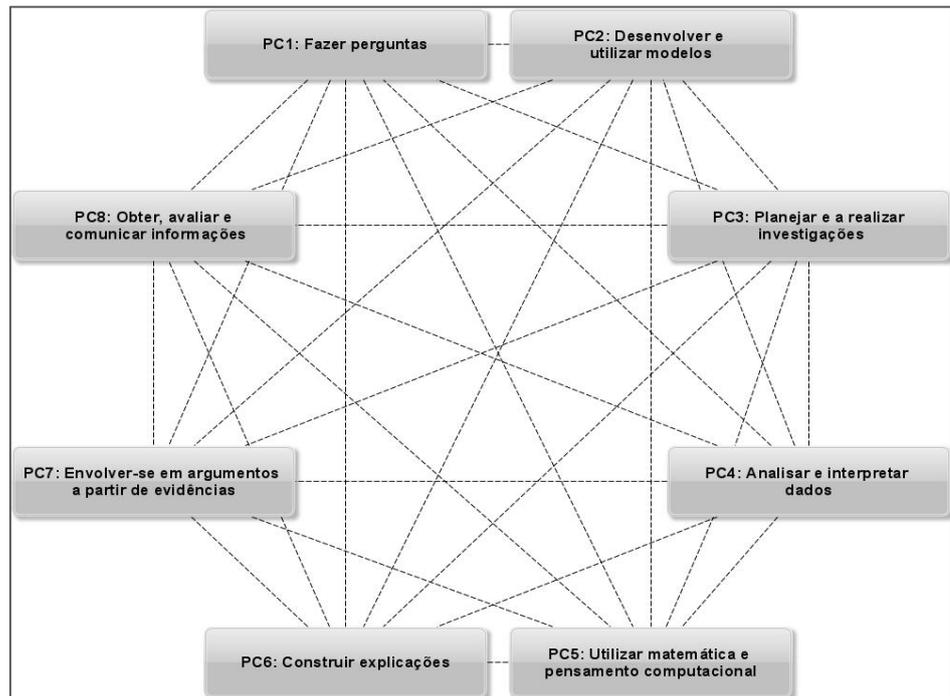
De acordo com o NRC (2012),

A Dimensão 1 [Práticas Científicas] descreve (a) as principais práticas que os cientistas empregam ao investigar e construir modelos e teorias sobre o mundo e (b) um conjunto-chave de práticas de engenharia que engenheiros usam ao projetar e construir sistemas. Utilizamos o termo "práticas" em vez de um termo como "habilidades" para enfatizar que o envolvimento na investigação científica requer não só habilidade, mas também conhecimento específico para cada prática científica (NRC, 2012, p. 30, tradução e inserção nossas).

Ao articular as Práticas Científicas como um elemento central na aprendizagem em Ciências, o NRC busca melhor especificar o que se entende por investigação em ciência e a gama de práticas cognitivas, sociais e físicas que ela requer. Justifica-se essa abordagem já que os estudantes não podem compreender Práticas Científicas nem apreciar plenamente a natureza do próprio conhecimento científico sem experimentar as práticas diretamente.

A Figura 1 apresenta as oito Práticas Científicas (PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, PC6, PC7 e PC8) consideradas essenciais para a aprendizagem em Ciências, pelo NRC e NRC. A escolha da representação das práticas em um diagrama no qual todas as práticas se articulam demonstra o potencial associativo das Práticas Científicas e a sua natureza não linear.

Figura 1 – As oito Práticas Científicas



Fonte: Os autores (2023).

O NRC (2012) justifica o uso das práticas no ensino de Ciências, pois a aquisição de habilidades envolvidas apoia uma melhor compreensão de como o conhecimento científico se desenvolve. Este envolvimento com as práticas favorece o apreço às diversas abordagens que são utilizadas nas investigações científicas e ajuda os estudantes a se tornarem consumidores críticos da informação científica. Também por meio desse processo, os estudantes podem perceber a criatividade envolvida no trabalho do cientista e do engenheiro (NRC, 2012).

O NRC (2012) destaca a importância de se utilizar as práticas de forma interativa e em combinação, pois as práticas não são consideradas uma sequência linear de etapas que devem ser desenvolvidas na ordem apresentada.

A estruturação vai contra a tendência de reduzir as Práticas Científicas a um único conjunto de procedimentos. Para o NRC (2012), compreender a ciência como um conjunto de práticas implica, no desenvolvimento de teorias, o raciocínio, o discurso entre pares, o desenvolvimento de modelos, a realização de inferências, a observação e a testagem de hipóteses.

O foco em práticas (no plural) também ajuda a evitar a impressão de que existe uma abordagem específica, única ou definida para toda a ciência, ou seja, um método infalível. As práticas descritas pelo NRC derivam daquelas que cientistas e engenheiros realizam como parte de seu trabalho, favorecendo o apreço pelas habilidades de cientistas e engenheiros, assim como a natureza de suas tarefas, por parte dos alunos. Em seguida, apresentam-se discussões mais detalhadas acerca de cada uma das Práticas Científicas e sua relevância para o Ensino de Ciências.

A RELEVÂNCIA DE CADA PRÁTICA: UMA CONVERSA COM A LITERATURA INTERNACIONAL

PC1: Fazer perguntas

Mesmo antes do Ensino Fundamental, as crianças têm necessidade de fazer perguntas sobre as coisas e as pessoas ao seu redor. Ao desenvolverem e se envolverem com as Práticas Científicas, os alunos podem alcançar a habilidade de fazer perguntas bem elaboradas acerca do mundo natural e do mundo projetado pelo homem (BYBEE, 2011). Rosenshine, Meister e Chapman (1996) discutem que o ato de elaborar perguntas auxilia os alunos a avaliarem as ideias principais discutidas e a verificarem se compreenderam o conteúdo. Ford (2008) discute a importância dos questionamentos e sua insuficiência nos livros didáticos, pois, tais manuais estão cheios de explicações, mas raramente deixam explícitas as perguntas que procuram responder para chegarem a tais explicações.

Discussões de Osborne (2014) corroboram a importância dos questionamentos científicos para a aprendizagem em Ciências, pois conforme o autor, questionamentos evitam que o aluno adquira a percepção de que a ciência dá respostas para perguntas que nunca foram feitas.

A Prática Científica de fazer perguntas (PC1) é importante para todos os alunos, mesmo os que não desejam se tornar cientistas ou engenheiros, pois “a habilidade de fazer perguntas bem definidas é um componente importante do letramento científico, a fim de tornar o sujeito um consumidor crítico do conhecimento científico” (NRC, 2012, p. 54, tradução nossa).

PC2: Desenvolver e utilizar modelos

A PC2 é relevante no ensino de Ciências, pois construir uma compreensão de modelos e seu papel na ciência auxilia os estudantes na construção e avaliação de modelos mentais dos fenômenos (NRC, 2012).

Nos anos iniciais, a ideia de modelos pode ser introduzida por meio de figuras, diagramas, desenhos e modelos físicos simples, e, em anos posteriores, podem ser utilizadas simulações e modelos conceituais para iniciar investigações ou formular explicações científicas de fenômenos (BYBEE, 2011).

Modelos são importantes na ciência, devido à necessidade de representação de fenômenos muito grandes, como o sistema solar e as fases da lua e/ou a representação de fenômenos muito pequenos, como a célula ou o próprio átomo (GILBERT; BOULTER, 2012).

Para Osborne (2014), outro ponto importante dessa Prática Científica é que seu objetivo não é apenas o de desenvolver uma compreensão dos conceitos da ciência, mas de desenvolver uma forma de meta-conhecimento sobre a ciência, ou seja, um conhecimento de aspectos específicos da ciência e de seu papel em contribuir para a forma como sabemos o que sabemos.

Neste sentido, a construção de modelos ajuda os estudantes a compreenderem que o objetivo da ciência não é a construção de uma imagem que

descreve com precisão absolutamente todos os aspectos da natureza, mas um mapa que captura alguns aspectos melhor do que outros (OSBORNE, 2014).

Isto corrobora as ideias do NRC (2012), que descrevem a importância de discutir o modelo e os aspectos do fenômeno dos quais trata com mais foco e os que minimiza ou obscurece, já que todos os modelos contêm aproximações, suposições e limitações que devem ser reconhecidas e discutidas com os alunos.

PC3: Planejar e realizar investigações

Ao longo dos anos, os alunos desenvolvem compreensões mais profundas e novas habilidades à medida que realizam diferentes investigações, utilizam diferentes tecnologias para coletar dados, dão maior atenção aos diferentes tipos de variáveis e esclarecem os contextos científicos das investigações (BYBEE, 2011).

Apesar disso, Watson, Swain e McRobbie (2004, p. 40), em suas investigações, verificaram que a quantidade e a qualidade das discussões acerca dos resultados empíricos em sala de aula eram baixas, pois muitos consideravam a investigação científica como “apreender a executar um conjunto de procedimentos fixos”, que “poderiam ser usados repetidamente da mesma maneira em diferentes investigações”. Esse não é o objetivo da PC3.

Realizar investigações requer a habilidade de planejar, ou até desenhar, uma experimentação ou observação capaz de responder a algum questionamento ou testar uma hipótese formulada pelos alunos (NRC, 2012).

A realização de investigações demanda a identificação de variáveis relevantes, a escolha do tipo de observação, a tomada de medidas, o controle de variáveis e a tomada de decisões dos alunos sobre diversos pontos, como por exemplo: Quais medidas devem ser tomadas? Qual é o nível de precisão requerida? E quais são os instrumentos necessários para realizar esta investigação? (NRC, 2012).

A compreensão da palavra “investigações” da PC3 pode ser relacionada ao conceito de atividades práticas, nas quais há manipulação de variáveis. Ou seja, situações em que o aluno está ativamente envolvido na realização de uma tarefa, que não precisa, necessariamente, ser de tipo laboratorial.

PC4: Analisar e interpretar dados

A PC4 pode ser comumente relacionada à PC3, pois, ao envolver os alunos em investigações, dados são produzidos. À primeira vista, estes não expressam seus significados e, por isso, após serem coletados, necessitam ser apresentados de uma forma que revele padrões ou relações (NRC, 2012).

Os estudantes podem utilizar tabelas para resumir uma grande quantidade de dados de forma acessível, gráficos para visualmente sintetiza-los e a matemática para expressar relações entre os diferentes dados, por exemplo. Ferramentas digitais modernas, como a lousa digital interativa (LÓPEZ; GRIMALT-ÁLVARO; COUSO, 2018) e aplicativos como GeoGebra (GREEFRATH; SILLER, 2017), também podem ser utilizados para arranjar os dados de diferentes formas e promover o envolvimento dos alunos com as análises.

Conforme o NRC (2012), a análise auxilia os estudantes a extrair significados dos dados e a identificarem sua relevância, para ser utilizada como evidência. Desta forma, os alunos necessitam de oportunidades para analisarem grandes conjuntos de dados a fim de identificar correlações, buscar padrões salientes, verificar se os dados condizem com suas hipóteses iniciais, reconhecer quando os dados estão em conflito com suas expectativas, avaliar a força de uma conclusão deduzida por meio de um conjunto de dados e explorar relações entre variáveis.

Osborne (2014) exemplifica esta Prática Científica com um caso de alunos do sexto ano medindo o ponto de ebulição da água. O propósito de uma atividade como esta é considerado questionável se for utilizada para averiguar um valor que já foi determinado com muito mais precisão por outras pessoas no passado.

Como uma atividade para desenvolver facilidade de manuseio do termômetro também possui pouco valor, já que é preciso pouca habilidade para ler um termômetro. Contudo, dado que as leituras dos alunos podem variar consideravelmente, pode-se questionar como esta incerteza pode ser resolvida, quais métodos poderiam ser utilizados e quais seriam apropriados neste contexto (OSBORNE, 2014).

PC5: Utilizar matemática e pensamento computacional

O NRC (2012, p. 65, tradução nossa) discute que “aumentar a familiaridade dos alunos com o papel da matemática na ciência é fundamental para o desenvolvimento de uma maior compreensão de como a ciência funciona”. Por meio da matemática, variáveis podem ser representadas numericamente, relações entre entidades físicas podem ser representadas simbolicamente e resultados podem ser previstos.

Estratégias e ferramentas como teorias computacionais, tecnologias computacionais, tecnologias da informação e algoritmos permitem que cientistas colem e analisem grandes conjuntos de dados, procurem padrões e identifiquem relações anteriormente impossíveis de serem realizadas manualmente (NRC, 2012). Métodos computacionais também permitem a representação visual de dados e permitem a exploração de padrões por meio de cálculos e simulações.

Wilkerson e Fenwick (2016) relatam um exemplo de uma sala de aula do final do ensino fundamental, onde os alunos usaram o pensamento computacional para dar sentido a um sistema científico; os alunos se organizaram em pequenos grupos para modelar a evaporação e a condensação usando animação e simulação de computador como ferramentas de representação. Depois que os grupos criaram suas próprias simulações, estas foram projetadas para toda a sala para uma discussão mais aprofundada.

Outros exemplos desta prática são mencionados no NRC (2013), com eles espera-se que os alunos usem a matemática para representar variáveis físicas e suas relações e fazer previsões quantitativas. Espera-se também que os alunos usem ferramentas de laboratório conectadas a computadores para observar, medir, registrar e processar dados.

PC6: Construir explicações

Explicações científicas são relatos que estabelecem elos entre a teoria científica e o fenômeno observado para explicar relações observadas entre variáveis e descrever os mecanismos que apoiam a realização de inferências (NRC, 2012). “Teorias científicas são desenvolvidas para fornecer explicações, a fim de esclarecer a natureza de fenômenos específicos, prever eventos futuros ou fazer inferências sobre eventos passados” (NRC, 2012, p. 67, tradução nossa). De acordo com o NRC (2012), o significado informal para a palavra “teoria” pode ser de uma suposição, porém este não é o caso das teorias científicas, sobre as quais o NRC relata:

[...] teorias científicas são construções baseadas em corpos significativos de conhecimento e evidências, são revisadas tendo em vista novas evidências e devem suportar uma quantidade significativa de escrutínio por parte da comunidade científica, antes de serem amplamente aceitas e aplicadas. Teorias não são meras suposições, e são especialmente valorizadas, porque fornecem explicações para várias instâncias (NRC, 2012, p. 67, tradução nossa).

O documento também apresenta a importância de discutir o conceito de hipótese científica, que não é teoria ou suposição, mas uma explicação plausível para um fenômeno observado que pode prever o que ocorrerá em um dado momento. Essa é elaborada com base em compreensões teóricas já existentes e um modelo específico para o sistema.

No estudo de Weiss *et al.* (2003), os pesquisadores reconhecem que, geralmente, os estudantes recebem muitas explicações fornecidas pelos professores, mas, raramente, são solicitados a construir explicações por si próprios. Porém, estudos na ciência cognitiva têm apresentado o valor da construção de explicações para a aprendizagem, os quais relatam que, ao envolver os estudantes na elaboração de uma explicação, quando esses formulam uma explicação inadequada, leituras futuras produzirão uma contradição e um posterior conflito cognitivo, demandando reflexão.

Dessa forma, envolver os alunos em explicações científicas sobre o mundo a fim de ajudá-los a entender as ideias centrais que a ciência desenvolveu é um aspecto central da educação científica. Pedir aos alunos que demonstrem seu próprio entendimento das implicações de uma ideia científica, desenvolvendo suas próprias explicações dos fenômenos, seja com base nas suas próprias observações ou em modelos que eles desenvolveram, envolve-os em uma parte essencial do processo pelo qual a mudança conceitual pode ocorrer (NRC, 2012).

PC7: Envolver-se em argumentos a partir de evidências

Cientistas utilizam a argumentação e o raciocínio para justificar suas ideias, pois, na ciência, a produção de conhecimento depende de um processo de raciocínio que requer um cientista para fazer uma constatação justificada sobre o mundo. Em resposta a essa constatação justificada, outros cientistas tentam identificar os pontos fracos e as limitações de tal verificação (NRC, 2012).

Para Goldacre (2010), identificar a “ciência ruim” que circula na mídia e utilizar a criticidade para avaliar a validade das notícias “científicas” é um requisito não só

de cientistas, mas dos cidadãos. O processo de se tornar um consumidor crítico de ciência é fomentado por oportunidades de usar a crítica e avaliação para julgar os méritos de qualquer argumento cientificamente fundamentado.

Para Ford e Wargo (2011), solicitar aos alunos que se envolvam em argumentos demanda as competências cognitivas de ordens mais elevadas, como avaliação, síntese, comparação e contraste. Portanto, os estudantes devem construir argumentos científicos e mostrar de que forma os dados os apoiam; identificar possíveis fragilidades em argumentos científicos de outras pessoas; discutir o raciocínio e as evidências dos argumentos dos estudantes; reconhecer que as principais características dos argumentos científicos são dados, evidências e razões e saber distingui-los com exemplos.

PC8: Obter, avaliar e comunicar informações

Ao contrário da visão popular do cientista, que o vê como alguém que passa a maior parte do tempo “fazendo experimentos”, Tenopir e King (2004) verificaram que mais de 50% do tempo do cientista é direcionado à leitura e à escrita de ciência. Isso corrobora as ideias de Jetton e Shanahan (2012) de que a escrita e a argumentação são atividades centrais no fazer ciência.

Comunicar-se por meio da escrita ou da fala é outra prática fundamental na ciência e requer que os cientistas descrevam suas observações com precisão, esclareçam seus pensamentos e justifiquem seus argumentos. Por esse motivo, o NRC (2012) recomenda que os estudantes se envolvam em discussões críticas de textos; utilizem palavras, gráficos, tabelas e expressões matemáticas para comunicarem seus achados ou questionarem o que estudam; expliquem as ideias-chaves de textos científicos e realizem a leitura de textos contendo gráficos, tabelas e diagramas.

AS CONEXÕES ENTRE AS PRÁTICAS CIENTÍFICAS E AS DISCUSSÕES DE ALGUNS DOCUMENTOS NACIONAIS

Nesta seção, objetiva-se estabelecer as possíveis conexões entre a ideia de Práticas Científicas e as discussões expostas em documentos nacionais, em especial, voltados à área de Ciências da Natureza. Busca-se também possíveis implicações e relações entre as Práticas Científicas e o que está prescrito nestes documentos.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs –, na seção destinada às Ciências da Natureza, encontram-se indícios, expressos nas competências e habilidades, que se aproximam das Práticas Científicas. Tais como:

- Formular questões a partir de situações reais e compreender aquelas já enunciadas;
- Desenvolver modelos explicativos para sistemas tecnológicos e naturais;
- Utilizar instrumentos de medição e cálculo;
- Procurar e sistematizar informações relevantes para compreensão da situação – problema;
- Formular hipóteses e prever resultados [...] (BRASIL, 2000, p. 11).

A partir do exposto acima, nota-se uma concordância entre os cinco indícios destacados das competências e habilidades expostos nos PCNs e as Práticas

Científicas. O primeiro se assemelha à PC1: Fazer perguntas; o segundo à PC2: Desenvolver e utilizar modelos; o terceiro à PC5: Utilizar matemática e pensamento computacional; o quarto à PC8: Obter, avaliar e comunicar informações, especificamente à obtenção de informações; e o quinto à PC3: Planejar e realizar investigações.

Nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2002), em especial voltadas à área de Ciências da Natureza, são detalhadas as competências gerais no aprendizado desta área.

Para a competência representação e comunicação, enquadra-se o reconhecimento e a utilização na forma escrita e oral de símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica, que apresenta semelhanças em relação a seus propósitos com a PC8: Obter, avaliar e comunicar informações, especificamente, a obtenção de informações. Similarmente, a competência analisar e interpretar textos veiculados por diferentes meios também pode ser relacionada à PC8. Por outro lado, analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia se assemelha à PC7: Envolver-se em argumentos a partir de evidências.

No que diz respeito ao conjunto de competências relacionadas à investigação e à compreensão, estas englobam a identificação de dados e informações relevantes em situações problema como utilizar instrumentos e procedimentos apropriados para medir, quantificar, fazer estimativas e utilizar modelos explicativos das diferentes ciências; todas estas fazem parte das Práticas Científicas presentes no planejamento e realização de uma investigação, apresentando, portanto, conexões com a PC3: Planejar e realizar investigações.

Em documentos mais recentes como a BNCC (BRASIL, 2018), também foram realizadas algumas aproximações com a ideia das Práticas Científicas. No que se refere à aprendizagem de conteúdos científicos, ou seja, quanto à área de Ciências da Natureza, o documento traz:

[...] ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania (BRASIL, 2018, p. 321).

O documento menciona a concepção de letramento científico adotada expondo a importância de que os estudantes tenham acesso aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica, para além da diversidade de conhecimentos científicos. O processo investigativo mencionado refere-se a:

[...] organizar as situações de aprendizagem partindo de questões que sejam desafiadoras e, reconhecendo a diversidade cultural, estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções (BRASIL, 2018, p. 322).

Relações podem ser estabelecidas com alguns dos propósitos das Práticas Científicas, discutidas pelo NRC (2012), como, por exemplo, a promoção do apreço e interesse pela ciência e pelo trabalho dos cientistas. Também, nota-se algumas referências, mesmo que indiretas, às seguintes Práticas Científicas: PC3: Planejar e realizar investigações; PC4: Analisar e interpretar dados; e PC8: Obter, avaliar e comunicar informações.

No que diz respeito à etapa final da Educação Básica – o Ensino Médio – espera-se “garantir a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental” (BRASIL, 2018, p. 464). Limitando-se a aspectos da área de Ciências da Natureza, o documento reforça atributos do letramento científico também mencionados na etapa anterior definindo competências e habilidades que permitam a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais, no que se refere aos conhecimentos conceituais da área, à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens (BRASIL, 2018).

No que diz respeito aos processos e práticas de investigação, o documento apresenta a seguinte menção:

[...] a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área (BRASIL, 2018, p. 550).

Assim, podem-se estabelecer relações entre os propósitos da dimensão investigativa das Ciências da Natureza no Ensino Médio e as Práticas Científicas. A listagem de verbos no infinitivo no documento supracitado se relaciona com as PC específicas, como, por exemplo, “identificar problemas” e a PC3: Planejar e realizar investigações; “formular questões” e a PC1: Fazer perguntas; “identificar informações ou variáveis relevantes” e a PC3: Planejar e realizar investigações e a PC4: Analisar e interpretar dados; “propor e testar hipóteses” e a PC3: Planejar e realizar investigações; “elaborar argumentos e explicações” e a PC6: Construir explicações e a PC7: Envolver-se em argumentos a partir de evidências; “escolher e utilizar instrumentos de medida” e “planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo” e a PC3: Planejar e realizar investigações; “relatar, avaliar e comunicar conclusões” e a PC8: Obter, avaliar e comunicar informações; e “desenvolver ações de intervenção” e a PC3: Planejar e realizar investigações.

Embora haja pontos convergentes entre os pressupostos de algumas das Práticas Científicas e as discussões a respeito da dimensão investigativa das Ciências da Natureza no Ensino Médio expostos na BNCC, reconhecem-se as fragilidades apontadas por pesquisadores da área de Ensino de Ciências no que diz respeito a este documento curricular.

Autores como Franco e Munford (2018) mencionam aspectos que vão desde a apresentação de ideias simplistas de ciência e do trabalho científico, como o empobrecimento de conteúdos relacionados às Ciências ou o predomínio de um conservadorismo ao processo de vinculação educacional, além da ausência de referenciais da área de pesquisa em Educação e também do ensino de Ciências, o

que revela uma tensão entre o discurso autoritário da lei e o discurso das Ciências da Educação.

Cientes das fragilidades apontadas, destaca-se que a ênfase na investigação científica é essencial na construção e comunicação do conhecimento científico, para que os estudantes ampliem as possibilidades de sua atuação no mundo. E é neste sentido que se reforça a importância de aprofundarmos o debate acerca desta temática e de associarmos referenciais adicionais que possam promover a investigação científica e a autonomia dos estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Retomando os três objetivos propostos neste artigo, ou seja, apresentar o conceito de Práticas Científicas conforme os principais referenciais teóricos internacionais para o tema, discutir as oito Práticas Científicas e a sua relevância para o Ensino de Ciências e estabelecer as possíveis conexões entre a ideia de Práticas Científicas e as discussões expostas em documentos nacionais da área de Ciências da Natureza, são apresentadas algumas considerações oriundas deste movimento investigativo.

Assim, consideram-se Práticas Científicas as atividades que se assemelham às desenvolvidas pelos cientistas para construir conhecimentos, teorias e modelos acerca do mundo. O envolvimento direto dos estudantes com as Práticas Científicas permite a construção de uma visão mais abrangente do que é ciência e do trabalho que os cientistas realmente fazem. Ao envolverem-se com Práticas Científicas, os estudantes não só aprendem sobre a ciência, mas também possuem oportunidades de participarem em processos de “fazer” ciência e adquirirem letramento científico.

A compreensão supracitada está alinhada com os documentos do NRC e representa a compreensão dominante, ou majoritária de Práticas Científicas das pesquisas internacionais em Ensino de Ciências (COSTA, 2021). Contudo, como mencionado nas seções iniciais deste artigo, as pesquisas no contexto nacional, que utilizam o termo Práticas Científicas ainda são reduzidas, o que abre possibilidades de pesquisas em diferentes âmbitos.

Neste sentido, diversas perguntas acerca das Práticas Científicas, no contexto nacional, ainda precisam ser pesquisadas e respondidas, como por exemplo: Quais Práticas Científicas têm sido desenvolvidas em aulas de Ciências, Química, Física e Biologia nas escolas brasileiras? As concepções de professores brasileiros acerca das Práticas Científicas são as mesmas expressas na literatura? Como os professores estão integrando as Práticas Científicas no Ensino de Ciências? De que forma os alunos estão se envolvendo com as Práticas Científicas nas diferentes disciplinas? As Práticas Científicas diferem em função da metodologia adotada? A formação inicial de professores tem preparado os futuros professores para realizarem um ensino pautado nas Práticas Científicas? Quais são as relações entre as Práticas Científicas e as ideias apresentadas em documentos educacionais norteadores, nacionais ou estaduais?

A ideia das Práticas Científicas está inserida em um movimento ainda maior, de colocar o aluno no centro do processo de aprendizagem e fazê-lo “praticar” a ciência, considerando que é necessário que os alunos não só construam conhecimento, mas também desenvolvam capacidades de pensamento. Implícita

no engajamento dos alunos com as práticas está a utilização de habilidades de ordem superior para criarem, avaliarem e analisarem. Ao ajudar os alunos a desenvolverem as Práticas Científicas, busca-se, na realidade, auxiliá-los a fomentar habilidades de pensamento crítico e criativo que poderão ser transpostas para qualquer disciplina, carreira ou situações da vida.

Ressalta-se a importância de estudos mais aprofundados que estabeleçam pontos positivos e/ou negativos das Práticas Científicas com a BNCC, haja visto que a implementação nas instituições de ensino da Educação Básica ainda é muito recente e, em alguns estados brasileiros, não se efetivou. Portanto, trata-se de um tema a ser explorado em artigos futuros.

WHAT ARE SCIENTIFIC PRACTICES AND WHY ARE THEY RELEVANT TO SCIENCE EDUCATION?

ABSTRACT

Scientific Practices have been a central theme of recent educational reforms in Science Education in the United States and the interest in this theme has also reverberated in research in Science Education, becoming a topic with international repercussion (Europe, South America, Asia, Oceania and Africa). The objectives of this article are to: 1) To present the concept of Scientific Practices according to the main international theoretical references for the subject; 2) To discuss the eight Scientific Practices and their relevance for Science Education; and 3) to establish possible connections between the idea of Scientific Practices and the discussions exposed in national documents in the area of Natural Sciences. For that, this article is guided by a theoretical conceptual research, in which the references of Scientific Practices were studied, aiming to identify, know and monitor the development of the theme in a certain area of knowledge. The results of this research point out the main perspectives of conceptualization of Scientific Practices and insert the theme in national educational discussions in Science Teaching; they present reflections about the importance of the eight Scientific Practices for learning in Science and how they can favor the construction of a more contemporary view of Science; and indicate connections between some specific Scientific Practices and discussions exposed in national documents. The discussions in this article seek to contribute to: strengthen debates on the topic nationally; reflect on the relevance of the theme for Science Education; and keep up with the growing interest in research involving Scientific Practices.

KEYWORDS: Scientific Practices. Science Education. Learning.

REFERÊNCIAS

ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. Ensino de ciências e educação básica: propostas para um sistema em crise. 2007. Disponível em: <http://www.schwartzman.org.br/simon/abcedcient.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2021.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, DF: MEC/SEF, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN (+) Ensino Médio: **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais** – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília. 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 01 mar. 2021.

BROIETTI, F. C. D.; NORA, P. S.; COSTA, S. L. R. Dimensions of Science Learning: a study on PISA test questions involving chemistry content. **Acta Scientiae**, v.21, n. 1, p. 95-115, 2019. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/4947/pdf>. Acesso em: 01 mar. 2021.

BYBEE, R. W. Scientific and engineering practices in K-12 classrooms. **Science Teacher**, v. 78, n. 9, p. 34-40. 2011. Disponível em: https://static.nsta.org/ngss/resources/201112_Framework-Bybee.pdf. Acesso em: 01 mar. 2021.

COSTA, S. L. R. **Práticas Científicas no Ensino de Ciências**: Características, Compreensões e Contextos das Publicações. 2021. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021. Disponível em: <https://pos.uel.br/pecem/wp-content/uploads/2022/01/Sandro-Lucas-Reis-Costa.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2021

FORD, M. 'Grasp of practice' as a reasoning resource for inquiry and nature of science understanding. **Science & Education**, v. 17, n. 2, p. 147-177, 2008.

FORD, M. J.; WARGO, B. M. Dialogic framing of scientific content for conceptual and epistemic understanding. **Science Education**, v.96, n. 3, p. 369-391, 2011. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.20482>. Acesso em: 20 mar. 2021.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: Um olhar da área de Ciências da Natureza. **Horizontes**, v. 36, n. 1, p. 158-171, 2018. Disponível em: <https://revistahorizontes.usf.edu.br/horizontes/article/view/582>. Acesso em: 18 mar. 2021.

GILBERT, J. K.; BOULTER, C. (Eds.). **Developing models in science education**. 2012. Springer Science & Business Media.

GOLDACRE, B. **Bad science: Quacks, hacks, and big pharma flacks**. 2010. McClelland & Stewart.

GREEFRATH, G.; SILLER, H. S. Modelling and simulation with the help of digital tools. **Mathematical modelling and applications: Crossing and researching boundaries in mathematics education**, p. 529-539, 2017.

JETTON, T. L.; SHANAHAN, C. (Eds.). **Adolescent literacy in the academic disciplines: General principles and practical strategies**. 2012. Guilford Press.

JUNGES, A. L.; ESPINOSA, T. Ensino de ciências e os desafios do século XXI: entre a crítica e a confiança na ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1577-1597, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/74901>. Acesso em: 20 mar. 2021.

LÓPEZ, V.; GRIMALT-ÁLVARO, C.; COUSO, D. ¿Cómo ayuda la Pizarra Digital Interactiva (PDI) a la hora de promover prácticas de indagación y modelización en el aula de ciencias?. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 15, n. 3, p. 330201-330215, 2018. Disponível em: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/4387#:~:text=Google%20Scholar-,Resumen,navegar%20o%20resaltar%20en%20pantalla>. Acesso em: 20 fev. 2023.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estrutura e recomendações para sua condução. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007. Disponível em: <https://www.prod.org.br/doi/10.1590/S0103-65132007000100015>. Acesso em: 25 mar. 2023.

MOURA, C. B. de; GUERRA, A. História Cultural da Ciência: Um Caminho Possível para a Discussão sobre as Práticas Científicas no Ensino de Ciências? **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 16, n. 3, p. 725–748. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4497>. Acesso em: 20 mar. 2023.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL [NRC]. **A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas**. 2012. National Academies Press. Disponível em: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts>. Acesso em: 15 mar. 2021.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL [NRC]. **Next Generation Science Standards: For States, By States**. 2013. Washington, DC: The National Academies Press. Disponível em: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/18290/next-generation-science-standards-for-states-by-states>. Acesso em: 25 mar. 2021.

NORA, P. dos S.; BROIETTI, F. C. D. **Práticas Científicas identificadas nas ações docentes em aulas de Química do Ensino Médio**. Revista de Estudios y Experiencias en Educación – REXE v.21, n. 46, p. 113-139, 2022. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/2431/243172248007/html/>. Acesso em: 18 jan. 2023.

OSBORNE, J. Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. **Journal of Science Teacher Education**, v. 25, n. 2, p. 177-196, 2014. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/43156725>. Acesso em: 20 mar. 2021.

ROSENSHINE, B.; MEISTER, C.; CHAPMAN, S. Teaching students to generate questions: A review of the intervention studies. **Review of educational research**, v. 66, n. 2, p. 181-221, 1996. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1170607>. Acesso em: 12 jun. 2021.

SASSERON, L. H. Práticas Constituintes de Investigação Planejada por Estudantes em Aula de Ciências: Análise de uma Situação. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 23, p. 1-18, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/5yZCkh6yRxGgHwDFgy4dLbw/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 jul. 2021.

SCHIFFER, H.; GUERRA, A. Problematizando Práticas Científicas em Aulas de Física: o uso de uma História Interrompida para se Discutir Ciência de Forma Epistemológica-Contextual. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 19, p. 95–127, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4913>. Acesso em: 20 ago. 2021.

SILVA, M. S. B.; SILVA, D. M.; KASSEBOEHMER, A. C. Atividade investigativa teórico-prática de Química para estimular práticas científicas. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 4, p. 360-368, 2019. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc41_4/08-RSA-59-18.pdf. Acesso em: 10 abr. 2021.

TENOPIR, C.; KING, D. W. **Communication patterns of engineers**. 2004. John Wiley & Sons.

WATSON, J. R.; SWAIN, J. R. L.; MCROBBIE C. **Students' discussions in practical scientific inquiries**. *International Journal of Science Education*, v. 26, n. 1, p. 25-45, 2004. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0950069032000072764>. Acesso em: 15 abr. 2021.

WEISS, I. R.; PASLEY, J. D.; SMITH, P. S.; BANILOWER, E. R.; HECK, D. J. **A study of K-12 mathematics and science education in the United States**. 2003. Chapel Hill, NC: Horizon Research. Disponível em: <http://www.horizon-research.com/insidetheclassroom/reports/looking/frontmatter.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2021.

WILKERSON, M.; FENWICK, M. **The practice of using mathematics and computational thinking**. In C. V. Schwarz, C. Passmore; B. J. Reiser (Eds.), *Helping Students Make Sense of the World Using Next Generation Science and Engineering Practices*. Arlington, VA: National Science Teachers' Association Press. 2016. Disponível em: https://ccl.northwestern.edu/2017/WilkFenw2017_PP.pdf. Acesso em: 20 mar. 2023.

Recebido: 05 nov. 2021.

Aprovado: 31 mar. 2023.

DOI: 10.3895/rbect.v16n1.14897

Como citar: COSTA, S. L. R.; BROIETTI, F. C. D. O que são Práticas Científicas e por que são relevantes para o Ensino de Ciências? **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v.16, p. 1-22, 2023. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/14897>>. Acesso em: XXX.

Correspondência: Sandro Lucas Reis Costa - lucasrc_1995@outlook.com

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

