

A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA DURANTE A EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL: REFLEXÕES DE UMA REVISÃO DA LITERATURA

EXPERIMENTATION IN CHEMISTRY TEACHING DURING BASIC EDUCATION IN BRAZIL: REFLECTIONS FROM A LITERATURE REVIEW

João Guilherme Nunes Pereira  

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

✉ joaoglh@gmail.com

Caroline de Goes Sampaio  

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

✉ carolinesampaio@ifce.edu.br

RESUMO: O uso da experimentação no ensino de Química aguça a curiosidade científica e o levantamento de hipóteses entre estudantes no decorrer da educação básica no Brasil, fator que diretamente fornece significados de aprendizagem para conteúdos abstratos. A partir desse ensejo, este estudo propõe analisar e tecer reflexões sobre como a experimentação tem sido utilizada no ensino de Química ao longo da educação básica no Brasil, elencando características e contributos para o aprendizado dos estudantes, durante a década corrente entre 2011 e 2021. Para isso, realizou-se uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) de natureza qualitativa descritiva composta por 180 artigos científicos redigidos sobre a temática desta investigação. As buscas dos materiais bibliográficos aconteceram nas bases de dados: DOAJ, SciELO e REDIB. Da coleta total, selecionou-se, consoante a análise crítica de Salomon (1972), 10 artigos para a tessitura de considerações aprofundadas sobre o decenal investigado. Em suma, distribuiu-se os aspectos do uso da experimentação no ensino de Química em três apontamentos, são eles: (i) aspectos mais evidentes no raciocínio ativo e direto dos estudantes com experiências científicas na educação básica; (ii) o compromisso docente como agente mediador essencial entre a realização do experimento e observação dos conteúdos químicos relacionados, visando coerência de aprendizagens; e, por fim, (iii) a visão do meio escolar como zona de interação para o aprendizado, onde relações advêm entre experimento e aprendiz, bem como entre estudantes e suas conclusões inovadoras sobre os saberes químicos.

PALAVRAS-CHAVE: Aprendizagem. Educação Básica. Ensino de Química. Experimentação.

ABSTRACT: The use of experimentation in the teaching of Chemistry sharpens scientific curiosity and the raising of hypotheses among students during basic education in Brazil, a factor that directly provides meanings for abstract contents and their learning. Based on this opportunity, this study proposes to analyze and reflect on how experimentation has been used in the teaching of Chemistry throughout basic education in Brazil, listing characteristics and contributions to student learning, during the current decade between 2011 and 2021. For this, a Systematic Literature Review (RSL, acronym in portuguese) of a descriptive qualitative nature was carried out, composed of 180 scientific articles written on the subject of this investigation. The searches for bibliographic materials took place in the following databases: DOAJ, SciELO and REDIB. From the total collection, according to Salomon's (1972) critical analysis, 10 articles were selected for the fabric of in-depth considerations about the investigated decennial. In short, the aspects of the use of experimentation in the teaching of Chemistry were distributed in three notes, they are: (i) more evident aspects in the active and direct reasoning of students with scientific experiences in basic education; (ii) the teacher's commitment as an essential mediator between carrying out the experiment and observing the related chemical contents, aiming at learning coherence; and, finally, (iii) the view of the school environment as a zone of interaction for learning, where relationships arise between experiment and learner, as well as between students and their innovative conclusions about chemical knowledge.

KEY WORDS: Learning. Basic Education. Chemistry Teaching. Experimentation.

Introdução

No Brasil, os professores de Química têm ampliado a aplicação pedagógica das experiências científicas na educação básica, suscitando novas concepções didáticas para o ensino científico. Com efeito, esse se tornou um fenômeno de considerável argumentação entre os pesquisadores da educação básica, levando-os a investigar influências e contribuições das abordagens de ensino baseadas na experimentação, sobretudo mediante o novo currículo de Química previsto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e suas oriundas implicações para a formação dos professores de ciências (Oliveira & Obara, 2018; Gonçalves & Goi, 2022; Souza, 2022). Nesse contexto, estruturou-se, através das práticas escolares de ciências, uma série de aspectos teóricos que sustentam o modelo de educação científica por experiências, tais como: a experiência como prova do mundo exterior, a ação do aprendiz como vínculo entre ciência e realidade social, bem como o aperfeiçoamento de compreensões do conhecimento científico na perspectiva sócio-histórica (Raíck, Peduzzi & Angotti, 2018; Santos & Auler, 2019; Santos & Gehlen, 2021).

No domínio alusivo à disciplina de Química, diversos estudos evidenciaram, através da experimentação didática estabelecida por Agostini e Trevisol (2014), encadeamentos entre conteúdos escolares e o cotidiano dos educandos, por exemplo: a obtenção do biodiesel e sua aplicação como instrumento para uma didática contextualizadora (Souza, Ariza & Sampaio, 2021), a perspectiva educativa da relação ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) sobre os impactos de metais pesados no meio ambiente (Silva & Sampaio, 2021) e a natureza dialógica do ensino científico na experimentação (Gonçalves & Marques, 2012). Portanto, nessa vertente de convicções, elegeu-se um pressuposto que estabelece no uso das atividades experimentais um meio instigador da curiosidade científica entre estudantes, das aptidões à criticidade no aprendizado e das habilidades participativas na assimilação dos conteúdos da Química, gerando aprendizados integradores que coadunam meio escolar e meio não-escolar (Maraschin & Lindemann, 2022).

Apresentou-se essa concepção como aspecto antagônico da inflexibilidade curricular estipulada à disciplina de Química ao longo da educação básica no Brasil, elemento que impossibilitou o surgimento de outros modelos de ensino distintos do paradigma cartesiano e suas assimilações expressivamente especializadas (Carvalho, Almeida & Lima, 2014). Assim, compreendeu-se que o interesse da discência na execução de experiências científicas aperfeiçoou desdobramentos críticos do pensamento no processo de aprendizagem, amenizando a resistência dos estudantes para com a disciplina de Química na educação básica (Pena & Mesquita, 2018). Desse modo, o propósito da experiência no ensino científico está atrelado à reflexão do que se propõe aos educandos em situações-problema reais – O que? Por que? – e, conseqüentemente, ao seu comportamento reacionário produzido – O que fazer? Como? – na comunicação que atravessa os âmbitos sociais da ciência e da tecnologia, incitando o cotidiano no aprendizado de ciências (Angotti, 2018).

De fato, a partir disso, percebe-se a necessidade de investigações que construam reflexões sobre o emprego da experimentação didática no ensino de Química durante a educação básica no Brasil. Portanto, este estudo tem o propósito de analisar e tecer reflexões sobre como a experimentação tem sido utilizada no ensino de Química ao longo da educação básica no Brasil, elencando características e contributos para o aprendizado dos estudantes, durante a década corrente entre 2011 e 2021. Esse recorte de tempo foi estipulado para promover uma reflexão específica sobre a década antecessora a este estudo. Para isso, realizou-se uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) de natureza qualitativa descritiva. Na busca, foram encontrados 287 artigos científicos em três (03) bases de dados: *Directory of Open Access Journals* (DOAJ), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e *Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico* (REDIB). Desses materiais, fez-se a inclusão e exclusão de dados com o auxílio do

software Zotero 6.0. Do total de produções, foram incluídas 180 investigações neste estudo. E, através da crítica interna e externa de Salomon (1972), selecionou-se 10 artigos para uma discussão aprofundada.

O trabalho está estruturado em quatro seções. Na primeira, apresenta-se uma contextualização teórica da educação científica, tecendo pressupostos históricos, sociológicos e filosóficos que fundamentam a procura de uma didática empírica, isto é, das experiências como instrumento pedagógico para as ciências naturais. Na segunda, descreve-se os procedimentos metodológicos deste estudo. A terceira consiste na apresentação e discussão dos resultados, incluindo tendências das pesquisas analisadas em relação aos estudantes, aos professores e ao ambiente escolar na educação básica. E, por último, a quarta seção engloba as considerações finais com relação às reflexões construídas.

A Educação Científica: Em Busca de uma Didática das Experiências

A ciência como domínio de reflexão do conhecimento, bem como da realidade, atuou por um longo período histórico como produto intrínseco da modernidade consagrada pela sociedade em geral. Nesse intervalo, os séculos XIX e XX experienciaram uma infinidade de avanços no campo científico, tais como: o modo de pensar cientificamente, o modo de produzir ciência e o modo de transmitir esses conceitos entre pares na universidade (Chang, 2021). Essa transferência ou troca de saberes, propriamente apreensão de conhecimentos, esteve posta à unilateralidade educativa do saber estabelecido exclusivamente pelo método científico, ocultando a conjuntura sociológica da humanidade relativa à criação da ciência (Japiassu, 1976).

A reflexão científica de como se daria a aprendizagem dos novos conhecimentos começou a atenuar cenários que, embora não fossem lineares em todo mundo, inauguravam certas concepções aproximadas a respeito do que seria uma educação em ciências, isto é, uma educação científica. Assim, o ramo de estudos das ciências naturais comportou a interação para com o desenvolvimento tecnológico e ajuizou a humanidade de um aspecto dominador da natureza e seus fenômenos – princípio resgatado do cartesianismo – onde o estudo científico não seria endossado somente pelo interesse ou pela simples especulação do pesquisador, mas pela veracidade buscada em demasiados conteúdos elaborados (Bazzo, 2003).

O ato de aprender não seria um mero “descortinar de resultados”, mas um processo coeso – distinto de procedimento, pois manteria fisiologia contínua – constituído do objeto de estudo desejado e do itinerário adotado pelo pesquisador para atingir determinada finalidade (Kite et al., 2021). Essa conceitualização demanda, portanto, de grande reflexão sobre o produto resultante da produção investigativa, dos erros experienciados na trajetória científica, das saídas empregadas ao longo dos empecilhos encontrados e da proposta de relações vinculadas aos saberes pregressos do indivíduo aprendiz (Barbosa, Lorenzetti & Aires, 2022). Nessa lógica, Libâneo (1996) menciona que a atitude de aprendizagem perpassa uma soma de coeficientes adquiridos, em sua maioria, no momento de aula:

Devemos entender a aula como um conjunto de meios e condições pelos quais o professor dirige e estimula o processo de ensino em função da atividade própria do aluno no processo de aprendizagem escolar, ou seja, a assimilação consciente e ativa dos conteúdos (Libâneo, 1996, p. 177).

A aula, como atitude intencional do professor, estreita o vínculo entre o conteúdo e o aprendido na reflexão cognoscitiva dos estudantes. Esse decurso caracteriza a existência de variadas abordagens de ensino. E, a partir disso, a esfera de ciência relativa à natureza empreendeu igualmente a sua forma de “educar em ciências”, iniciando, portanto, o âmbito da educação científica. Aliás, esse *locus* científico se originou desde o rompimento com o racionalismo dedutivo – onde a ciência moderna passou a considerar também o caráter empírico

– e os questionamentos ao ponto de vista aristotélico medieval. Desse modo, o positivismo imperou dentro das concepções e pressupostos científicos, defendendo o conceito de “ciência verdadeira” baseada em evidências e ratificada pela experimentação (Chauí, 2000).

Essa visão entende que, embora mutável, a ciência pode ser validada por estratégias e parâmetros advindos de experiências anteriores. Portanto, questiona-se através do aspecto da educação em ciências: o que é preciso para educar indivíduos na perspectiva científica? A repetição simples e desconexa, ou até mesmo conexa, de conceitos basta nesse padrão educativo? Qual a relação desses conceitos com o mundo? Qual o dever do acerto e do erro nas experiências? É preciso um itinerário de experimentação restritivo ou espontâneo na aprendizagem de princípios científicos? Nessa perspectiva, Pozo & Crespo (2009) garantem que:

A ciência deve ser ensinada como um saber histórico e provisório, tentando fazer com que os alunos participem, de algum modo, no processo de elaboração do conhecimento científico, com suas dúvidas e incertezas, e isso também requer deles uma forma de abordar o aprendizado como um processo construtivo, de busca de significados e de interpretação, em vez de reduzir a aprendizagem a um processo repetitivo ou de reprodução de conhecimentos pré-cozidos, prontos para o consumo (Pozo & Crespo, 2009, p. 21).

O propósito de educar cientificamente, além de criar aprendizagens reflexivas acerca do mundo, está diretamente associado à difusão da díade ciência-tecnologia na sociedade. Portanto, a particularidade da ciência, assim como da tecnologia, transpõe um saber faccioso em detrimento a um produto social múltiplo, demarcando a mutualidade – não necessariamente igualitária – entre o saber científico e o meio vivido pelo aprendiz (Auler & Delizoicov, 2001). De fato, a alfabetização científica endossa a criticidade como condição *sine qua non* para a consciência do educando e seus saberes, tencionando atitudes progressivamente articuladas em uma consciência pautada por aspectos integrados na coletividade de cultura, política, economia e entre outros aspectos (Santos, 2007).

A educação científica sofreu inconstâncias históricas quanto a sua finalidade. Entre 1950 e 1960, início da Guerra Fria, a característica norte-americana imperou expansão aos moldes de ensino, com vistas de intensa celeridade para encontrar novos conceitos e métodos científicos, uma vez que seu agente adversário – a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) – ganhara espaço mundial com o lançamento do satélite Sputnik (Auler & Delizoicov, 2001). Entre o fim da década de 1960 e início de 1970, surgiram grupos sociais que articularam posicionamentos sobre os efeitos da inovação vivida pela sociedade na década anterior, de modo que o movimento educativo para a Ciência, Tecnologia e Sociedade veio a surgir na região da Grã-Bretanha. A partir de 1990, as perspectivas oriundas da educação científica atentaram seus preceitos para a formação cidadã e sustentável dos estudantes em uma escala global (Oliveira, 2013).

A formação cidadã no transcurso de alfabetização científica é potencializada em projetos educacionais comprometidos com adversidades existentes no cotidiano dos discentes (Santos, 2007). Desse modo, torna-se possível recompor o alinhamento defasado de aprendizagem crítica gerado pelo ensino de ciências conteudista. A educação alfabetizadora em ciências deseja habilitar o aprendiz de capacidades para decodificar a linguagem científica e, nesse processo, traduzir uma mensagem presente nas adjacências sociais, isto é, associar o saber aprendido ao universo cotidiano (Chassot, 2003).

No Brasil, ainda hoje o ensino de ciências da educação básica, comumente, está voltado para atitudes que visam transferir “verdades científicas” preestabelecidas, embora, nesse contexto, existam muitos pareceres quanto à fidedignidade do termo ciência e suas concepções. Aliás, há ainda demasiada insuficiência nas discussões sobre o que é uma ação propriamente científica, assim como das suas falhas e dúvidas nos desdobramentos sistemáticos das investigações (Maldaner, Zanon & Auth, 2011). Portanto, entende-se que as convicções dos novos

investigadores, crianças e adolescentes, ainda partem de uma escolarização ingenuamente científica, por vezes, um produto do senso comum.

Com o desejo de romper esse senso comum, fez-se necessário o resgate do método científico na educação, o considerando como princípio basilar e regulador do sucesso no ensino de ciências. Presumiu-se que a chamada “aula prática” seria o itinerário ideal de aprendizagem, salvaguardando predominância no meio escolar. Esse conceito, embora não houvesse sido atestado quanto a sua perspectiva educacional hegemônica, encontrou determinados desígnios partilhados por linhas pedagógicas libertadoras, histórico-culturais e construtivistas, como: apreciação dos saberes prévios dos estudantes, promoção do raciocínio crítico dos educandos e interpretação de conhecimentos conforme o contexto experienciado (Carneiro, 2013).

Todavia, concorda-se que a aprendizagem científica demanda consubstancialmente de novas aproximações acerca do que se dispõe a ciência. Portanto, o aprendiz experiencia inúmeras trajetórias de contato e aquisição dos conhecimentos, ou seja, a multiplicidade de abordagens provoca um aprendizado ricamente reflexivo, elemento que não é uma mera reprodução mecânica. A respeito disso, Feitosa e Dias (2013) dissertam:

Deduz-se que a concepção de ciência, tal como a criança o faz, implica a busca da verdade pela dúvida, pela experimentação, exploração, observação e investigação dos objetos e fatos estudados (e não em textos já consagrados como a autoridade no assunto); portanto, deve-se evitar a reprodução de ideais e conceitos pautados em afirmações alheias, pois isso impede o desenvolvimento da ciência (Feitosa & Dias, 2013, p. 109).

Deste excerto anterior, entende-se que a educação em ciências faz o reconhecimento de saberes mediante a experiência desempenhada pelos educandos, ferramenta ausente, de certo modo, em abordagens de ensino ideadas pela perspectiva cartesiana. O aprendizado de ciências é desdobrado a partir da busca e do confronto de problemáticas conectadas ao estudo do mundo natural (Barbosa, Lorenzetti & Aires, 2022). Infere-se que a experimentação assegura, em ocasiões de abstração dos conceitos científicos, aprendizados em grau superior de empenho e reflexividade do que as matrizes do ensino ordinário, referindo-se ao ensino tradicional de ciências provido de aulas expositivas e redutor da figura discente aos atos de memorizar e reproduzir conteúdos, propriamente no âmbito específico da Química (Leite, 2018).

Metodologia

Este estudo foi realizado através de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), de modo que foram analisados artigos científicos produzidos sobre experimentação no ensino de Química durante a educação básica no Brasil. Esses materiais foram publicados tanto em periódicos nacionais quanto internacionais entre os anos de 2011 e 2021. A pesquisa possui uma abordagem de natureza qualitativa descritiva, uma vez que descreve considerações de cada investigação selecionada “como parte explícita da produção de conhecimento, em vez de simplesmente encará-la como uma variável a interferir no processo” (Flick, 2009, p. 25).

Etapas de busca, inclusão e exclusão

Na busca, encontrou-se 180 artigos científicos de periódicos indexados em três (03) bases de dados: *Directory of Open Access Journals* (DOAJ), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e *Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico* (REDIB). Tais bases foram escolhidas por comportar um considerável montante de produções científicas brasileiras nas áreas de Ensino e Educação, as quais enquadrariam os experimentos didáticos. As buscas foram efetuadas por meio de procedimentos próprios em cada uma das plataformas digitais, tendo sido empregados em todas elas os mesmos agrupamentos A e B de palavras-chave: (A) “Experimentation” AND

“Chemistry Teaching” e (B) “Experiments” AND “Chemistry Teaching”. Após a busca, efetuou-se a inclusão e exclusão de dados conforme critérios estabelecidos (Quadro 1).

Quadro 1: Conjunto de critérios para inclusão e exclusão de artigos científicos.

CRITÉRIOS	
INCLUSÃO	EXCLUSÃO
a) idioma inglês, espanhol ou português	a) outros idiomas distintos de inglês, espanhol ou português
b) teve como tema a experimentação na disciplina de Química	b) teve como tema outros assuntos sem relação com experimentação na disciplina de Química
c) desenvolvidos no Brasil	c) desenvolvidos fora do Brasil
d) desenvolvidos na educação básica	d) desenvolvidos em outras etapas educacionais distintas da educação básica

Fonte: Autores.

Assim, selecionou-se produções consoante os critérios para inclusão e exclusão dos artigos. Esse processo de análise foi realizado com o uso do aplicativo Zotero 6.0, um software estadunidense criado por pesquisadores da Universidade George Mason voltado para a organização de materiais bibliográficos. Esse software foi escolhido por possuir acesso livre, código aberto e por não conter restrições de acesso e reconhecimento a documentos em formato PDF. Com isso, nesse programa, foram inseridos todos os artigos encontrados nas bases de dados dos idiomas selecionados conforme os agrupamentos de palavras-chave aplicados; bem como foi elaborado o reconhecimento daqueles artigos duplicados em bases de dados iguais ou distintas, a exclusão dos artigos duplicados somados aos artigos enquadrados nos critérios de exclusão e a inclusão de artigos conforme os critérios de inclusão (Quadro 2).

Quadro 2: Quantitativo de artigos científicos analisados

	(A)	(B)	DUPLICADOS	EXCLUÍDOS	INCLUÍDOS
DOAJ	20	56	14	22	40
SciELO	07	14	03	03	15
REDIB	118	117	28	82	125
TOTAL	145	187	45	107	180

Legenda: (A) Agrupamento: “Experimentation” AND “Chemistry Teaching” e (B) Agrupamento: “Experiments” AND “Chemistry Teaching”.

Fonte: Autores (2022).

Na busca, foram encontrados 145 artigos com o agrupamento de palavras-chave A e 187 pesquisas com o agrupamento B, totalizando 332 ensaios. Desse total, 45 produções estavam duplicadas em bases de dados iguais ou distintas. Assim, o número real de ensaios encontrados foi de 287. Desse valor, excluiu-se 107 estudos, valor referente ao somatório do número de investigações duplicadas e do número de investigações que se enquadravam nos critérios de exclusão. Portanto, o compilado resultante que se adequou aos critérios de inclusão foi de 180 trabalhos.

Etapas de seleção e análise

A análise de trabalhos contou com o total de 180 artigos derivados de pesquisas desenvolvidas no Brasil e publicadas em periódicos nacionais ou estrangeiros. A seleção dos materiais definidos como sendo os mais relevantes para esta investigação tomou como princípio o juízo de valor

bibliográfico de Salomon (1972), especificamente do seu modelo interpretativo de crítica externa e interna sobre um determinado assunto. Desse modo, foram formulados pelos autores alguns questionamentos e favorecimentos, embasados nessa análise crítica, que nortearam a avaliação integral dos artigos e sua posterior escolha (Quadro 3).

Quadro 3: Descrição dos critérios para seleção dos trabalhos mais relevantes dentre as 180 obras incluídas no estudo

CRÍTICA	CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	FAVORECIMENTO
EXTERNA	Crítica do texto	O texto é original ou sofreu alterações do autor? É uma argumentação baseada em pressupostos originais ou estabelecidos em outras pesquisas?	Obras originais contendo argumentações científicas genuínas
	Crítica da autenticidade	Quem são os autores do trabalho? Onde foi feito? Qual sua influência acadêmica?	Investigações desenvolvidas por licenciandos ou licenciados tanto na graduação quanto na pós-graduação
	Crítica da proveniência	Essa obra é resultado de uma pesquisa pura ou aplicada? Foi desenvolvida em âmbito universitário?	Pesquisas aplicadas ou pesquisas puras com evidências teóricas muito robustas
INTERNA	Crítica da interpretação	Qual a influência do ambiente educacional na obra? A sua linguagem é obscura ou acessível? Existe alguma tendência teórica formulada pelo autor?	Estudos criados a partir de parcerias universitárias ou tendo seus autores/colaboradores ligados ao Ensino Superior
	Crítica do valor interno do conteúdo	Qual contribuição as ideias desse trabalho expressam para a comunidade científica?	Ensaaios que constatarem contribuições do uso da experimentação no ensino de Química

Fonte: Autores.

Os artigos científicos selecionados atenderam a todos os critérios do Quadro 2, sobretudo levando em consideração os favorecimentos prescritos, aqueles artigos que correspondiam a esses propósitos eram observados como os materiais mais elegíveis para a seleção deste estudo. Dessa forma, os autores formularam a escolha na ordem: 1º - crítica do texto, 2º - crítica da autenticidade, 3º - crítica da proveniência, 4º - crítica da interpretação e 5º - crítica do valor interno do conteúdo.

No processo de seleção, analisou-se integralmente os textos dos 180 artigos incluídos na revisão de literatura, trazendo os favorecimentos descritos, isto é, as preferências para a escolha do material final. Esse procedimento resultou na escolha de 10 artigos científicos. Após a delimitação da coleção de artigos, a pesquisa continuou para a análise de dados, processo que consistiu em três momentos (Tabela 1).

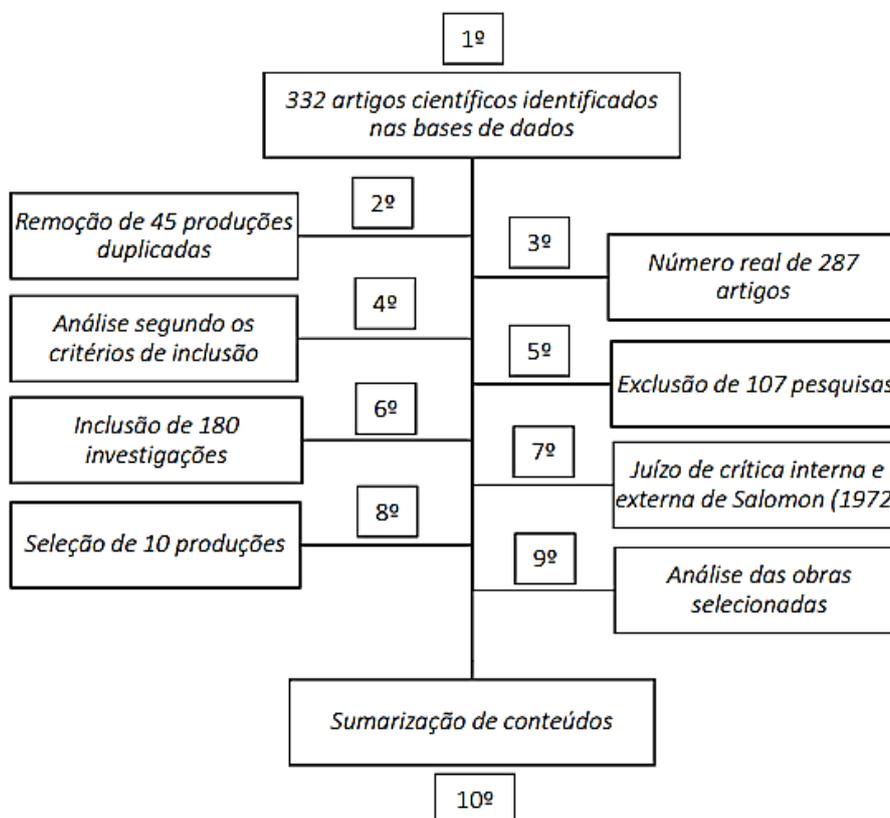
Tabela 1: Percurso definido para a análise dos dados selecionados

MOMENTO	DESCRIÇÃO
(1) <i>Análise de elementos essenciais</i>	Exame dos procedimentos científicos empregados
(2) <i>Generalização</i>	Agrupamento, mediante perspectiva geral, dos elementos
(3) <i>Sumarização de conteúdos</i>	Exposição dos aspectos predominantes demarcados conforme a problemática de pesquisa

Fonte: Autores.

O primeiro momento, acerca da análise de elementos essenciais, prezou pela observação dos procedimentos científicos empregados nos trabalhos selecionados. Dessa forma, essa análise ponderou a observar os argumentos didáticos sobre o uso dos experimentos no ensino de Química e as concepções sobre a aprendizagem através das experiências. A partir disso, executou-se a generalização do material através da organização dos elementos relevantes encontrados nesses trabalhos científicos, suas contribuições para a discussão, de acordo com a perspectiva geral do problema desta pesquisa. Assim, tencionou-se responder a problemática: quais as características e as contribuições da experimentação no ensino de Química para a aprendizagem dos estudantes da educação básica brasileira no período entre 2011 a 2021? A partir do que foi generalizado, fez-se a sumarização de conteúdos do material escolhido.

Em linhas gerais, explicita-se as etapas de busca, inclusão, exclusão, seleção e análise das produções científicas no fluxograma elaborado de acordo com sua ordem de realização na investigação (Figura 1).

Figura 1: Fluxograma da revisão sistemática

Fonte: Autores.

Na busca, identificou-se 332 artigos científicos. Todavia, 45 produções estavam duplicadas e foram excluídas, restando o número real de 287 artigos. Desse total, foi elaborada uma análise de acordo com os critérios de inclusão e exclusão na pesquisa (Quadro 1) e incluiu-se 180 investigações. Dos trabalhos incluídos, utilizou-se o juízo de crítica interna e externa (Quadro 3) para a seleção de 10 produções científicas. Por fim, foram analisados os conteúdos das obras selecionadas para a sumarização de informações e sua discussão.

Resultados e Discussão

Os resultados foram estruturados através da exposição do universo de pesquisa analisada e posteriormente da caracterização dos trabalhos escolhidos e interpretação conclusiva. O universo de pesquisa foi de 180 artigos científicos incluídos neste estudo. Para evidenciar esse universo no recorte temporal, distribuiu-se esse total no período entre 2011 e 2021 (Quadro 4).

Quadro 4: Distribuição anual de publicações na década 2011-2021

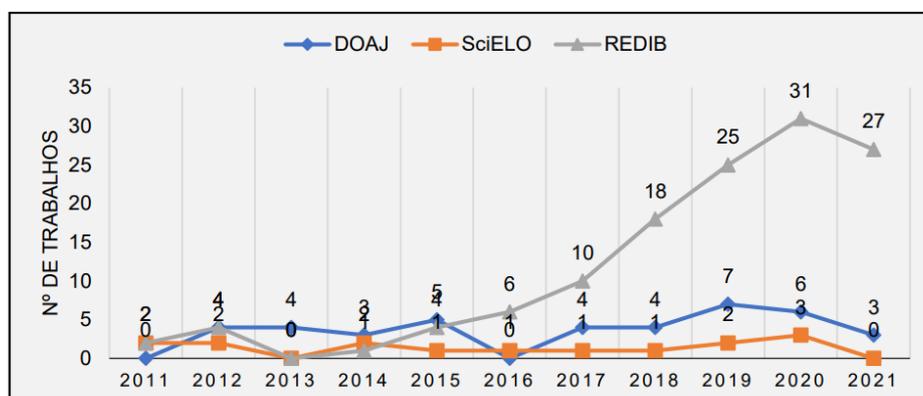
BASE	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
DOAJ	00	04	04	03	05	00	04	04	07	06	03
SciELO	02	02	00	02	01	01	01	01	02	03	00
REDIB	02	04	00	01	04	06	10	18	25	31	24
TOTAL	04	10	04	06	10	07	15	23	34	40	27

Fonte: Autores.

Conforme as bases de dados e os procedimentos de busca empregados, observou-se que o triênio 2019-2020-2021 concentrou o maior número de trabalhos publicados sobre o tema estudado. Notou-se, além disso, uma certa tendência de publicação em alguns momentos crescente e em outros decrescente entre as plataformas, avolumando um perceptível crescimento entre 2017 e 2020. No comparativo entre as bases, o destaque para o total de publicações ocorreu em 2020, contabilizando o somatório geral de 40 trabalhos publicados sobre a experimentação no ensino de Química durante a educação básica no Brasil.

Constatou-se que existia uma certa diferença de publicações entre as bases de dados analisadas. Portanto, evidenciou-se essa disparidade em um demonstrativo que associa o número de trabalhos publicados anualmente, o ano de publicação e a respectiva base de dados das produções (Gráfico 1).

Gráfico 1: Variação anual de publicações nas bases de dados



Fonte: Autores.

As bases de dados diferiram quanto a concentração total de artigos publicados no período examinado. A base SciELO, por exemplo, reuniu 15 artigos científicos publicados, constituindo a plataforma com o menor número de produções. A base DOAJ, por sua vez, apresentou o total de 40 artigos. Enquanto, a base REDIB apresentou 125 artigos, sendo a plataforma com maior número de produções e, em comparação com as demais, destacou seu número de produções publicadas acentuadamente a partir do ano de 2016, alcançando o ápice de, somente em 2020, indexar 31 obras.

Após essa breve observação do universo de pesquisa, apresentou-se a amostra da investigação, ou seja, os 10 artigos científicos selecionados. A caracterização dos ensaios aconteceu de acordo com o código definido aos trabalhos, títulos, tipos de pesquisa em classificação pura ou aplicada, autores e ano de publicação (Quadro 5).

Quadro 5: Descrição dos trabalhos selecionados

Código	TÍTULO	TIPO	AUTORES	ANO
T01	Atividades experimentais no ensino da química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração	Aplicada	Andrade & Viana	2017
T02	Students building didactic experiments as a tool for teaching unit operations and process control for chemistry technicians	Aplicada	Battisti <i>et al.</i>	2019
T03	Sequência didática para a promoção de estudo prático e multidisciplinar com materiais acessíveis	Aplicada	Berton <i>et al.</i>	2020
T04	Assessing the educational game “The Wall Chemistry Game” potential for kinetics chemistry teaching	Aplicada	Evaristo, Guilherme & Almeida	2020
T05	Rotas de transição modal e o ensino de representações envolvidas no modelo cinético molecular	Aplicada	Quadros & Giordan	2019
T06	Uma proposta teórica-experimental de sequência didática sobre Interações intermoleculares no ensino de Química, utilizando variações do teste da adulteração da gasolina e corantes de urucum	Aplicada	Pereira & Pires	2012
T07	A experimentação investigativa no ensino de Química: construindo uma torre de líquidos	Aplicada	Baldaquim <i>et al.</i>	2018
T08	Ensino Experimental: a abordagem investigativa no ensino experimental de Química nos livros didáticos brasileiros	Pura	Vidrik & Mello	2015
T09	Construção de significados na interlocução entre contextualização e atividades experimentais no ensino de Química	Pura	Santos & Latini	2019
T10	Determinação da vitamina C em suco de laranja: uma proposta experimental investigativa para aplicação no ensino de Química	Aplicada	Bueno, Gomes & Stadler	2019

Fonte: Autores.

O artigo T01 mencionou formas de se aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem de Química por intermédio de aulas experimentais e de um modelo de avaliação da aprendizagem próprio para experiências desenvolvidas no Ensino Médio. Assim, entendeu-se que, na educação científica, a propriedade de se assimilar a ciência e seus conhecimentos, ajustada ao longo dos anos, esteve necessariamente envolvida à prática, mas não em fenômeno baseado somente em

repetição de ordens ou de um roteiro para um experimento, a experimentação demandou uma grande consciência daquilo que se fazia, assim como das atitudes necessárias para solucionar as problemáticas científicas que iam surgindo no experimento, sejam elas observadas pelos discentes nos experimentos ou apresentadas pelos professores em sala de aula. Assim, a avaliação de quarta geração, ou avaliação da experiência definida pelos autores, revelou características da experimentação na aprendizagem por meio de uma observação da mediação contínua e da emancipação dos estudantes durante aquele experimento desenvolvido na educação básica (Andrade & Viana, 2017).

A produção T02 expôs a criatividade de estudantes inseridos em um projeto didático pedagógico institucional do curso técnico integrado em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC). Nessa investigação, percebeu-se que o modelo experimental para o ensino e aprendizagem de Química despertou originalidades cognitivas nos estudantes, de modo que ocorria uma constatação imediata dos conteúdos presenciados na sala de aula conforme a realização da atividade prática, fator que, segundo os educandos, ajudou a compreender diversas abstrações sobre os processos químicos (Battisti et al., 2019). Todavia, para a educação em ciências não basta apenas centrar o ensino no objetivo de assimilar o conteúdo, embora essa concepção tenha sido amplamente difundida entre os educadores de ciências, deduz-se que a própria ação docente de realizar uma experiência científica no ensino de ciências contribui para a estruturação de definições do conteúdo mais amplas na formação dos estudantes, pois considera, além do aprender conteúdos, todo o processo de investigação e discussão durante a aula (Cachapuz et al., 2005).

Na obra T03, os fenômenos químicos foram assimilados através de um contato desempenhado pelos estudantes para com materiais e equipamentos de laboratório, ou seja, trouxe uma realidade escolar ainda desconhecida pelos discentes. Além disso, o aspecto multidisciplinar durante a experimentação, considerando conceitos de disciplinas da área de ciências naturais, foi amplamente trabalhado durante todo o seu processo de ensino, inclusive sendo observado como um elemento favorável para minimizar a complexidade do aprendizado de assuntos mais gerais presentes na área de Ciências da Natureza. Desse trabalho, enfatizou-se que o ensino e a aprendizagem de Química por meio da experimentação foram razoavelmente mais reflexivos do que no ensino tradicional de perspectiva expositiva e, dessa forma, acabaram por adquirir aprendizados mais significativos, sobretudo quando os experimentos são estruturados numa sequência didática de lógicas que se relacionam com saberes prévios dos educandos (Berton et al., 2020).

O ensaio T04 descreveu uma prática lúdica intitulada de “The Wall Chemistry Game”, desenvolvida sobre o assunto de cinética química. Esse trabalho testou a interatividade de estudantes do Ensino Médio para com uma abordagem de ensino distinta do modo tradicional, evidenciando que o jogo implementado foi um subsídio eficiente para o processo de aprendizagem da Química. Desse modo, entendeu-se que, no século XXI, a ludicidade digital empregada na educação científica desperta o desejo pelo estudo das ciências nos estudantes, sendo, através disso, possível associar ilustrações digitais a alguns conteúdos abstratos observados pelos estudantes ao longo da educação básica (Evaristo, Guilherme & Almeida, 2020). Portanto, confronta-se o propósito já incutido no ensino de Química que visa apenas dotar os discentes de aprendizagens mecânicas – possuidoras de um viés memorístico desconexo – e o propósito que vem se construindo sobre as aprendizagens embasadas na compreensão e na criatividade, corroborando, aliás, com Alves et al. (2022):

As aprendizagens compreensiva e criativa são os tipos mais relevantes e desejáveis. Na aprendizagem compreensiva, o aprendiz reflete sobre as informações recebidas e produz sentidos subjetivos para personalizá-las, podendo utilizar o que aprende em outras situações. Na aprendizagem criativa, além de personalizar as informações, o

aprendiz confronta o conhecimento que lhe é apresentado e produz ideias novas e próprias (Alves et al., 2022, p. 04).

Isso implica que tal personalização de informações adquiridas dentro do meio escolar pelos estudantes evidencia a sua reflexão sobre o que eles mesmos carregam do senso comum em contraste com o que eles presenciam na realidade escolar, ou seja, esse choque de realidades elabora uma parte importante do aprendizado que consiste na criticidade. Essa consciência crítica, por sua vez, rompe a passividade no aprendizado, assim como edifica sentidos para os estudantes. Nessa perspectiva, o estudo T05 motivou uma discussão acerca da experiência no ensino de Química mediante múltiplas e multimodais representações. Nesse artigo, o sentido de palavra e de signo foram descritos pelo socioconstrutivismo como essências do fluxo da psicologia cognoscitiva dos educandos, onde a construção direta de sentidos pelos aprendizes durante a aprendizagem concorda com o sentido que eles definem a um signo ou uma palavra assimilada (Vigotski, 2009). Nessa concepção, observa-se que a perspectiva da comunicação entre os estudantes e os professores aprimora, certamente, todo o processo de ensino e aprendizagem de Química pela experimentação, uma vez que nas experiências didáticas a mensagem (conteúdo) e o meio (modo de expressar a mensagem) têm papéis muito influentes no aprendizado dos conceitos científicos (Quadros & Giordan, 2019).

A investigação T06 discutiu uma sequência didática para o ensino de Química, especificamente sobre o assunto das forças físico-químicas intermoleculares. Essa metodologia teve sua base epistemológica ligada ao cognitivismo, uma vez que usufruiu da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, assim como incluiu a realização de experimentos seriados e diretamente envolvidos com os problemas do cotidiano dos estudantes. Dessa pesquisa, identificou-se que o ensino de Química, através da experimentação, garante uma nova concepção dos saberes prévios adquiridos pelos estudantes, visando, sobretudo, suas aplicações em situações distintas daquelas vividas apenas na disciplina de Química, sejam elas de outros contextos do meio escolar ou do meio não-escolar, mas com características e sentidos proximais daquelas aprendidas durante o experimento (Pereira & Pires, 2012).

A pesquisa T07 apresentou um projeto para a criação de uma torre de líquidos. Esse método de ensino objetivou desenvolver atitudes de investigação científica entre os estudantes. Nesse modelo didático, salientou-se a essencialidade da formação inicial e continuada dos docentes de Química com relação ao uso pedagógico de experimentos e sua contribuição para o aprendizado investigativo, uma vez que a inexistência dessa formação adequada, algumas vezes, coíbe a execução dessas atividades por falta de subsídios teóricos, ou, em alguns casos, essas atividades até acontecem, mas de um modo desordenado para o pleno aprendizado investigativo (Baldaquim et al., 2018). Compreende-se que os conceitos aprendidos nas atividades experimentais não são facilmente esquecidos pelos estudantes, pois existe uma aprendizagem de característica compreensiva – incorporada na subjetividade dos educandos – e bem mais eficiente quanto a sua aplicação em outras situações do dia a dia, assim como expuseram as produções T02, T03 e T06 (Martínez & Rey, 2017).

Na produção T08, quatro volumes de materiais didáticos, definidos no Programa Nacional do Livro Didático – PNLD de 2015, foram examinados quanto ao seu viés de experimentação científica na disciplina de Química. Nessa pesquisa, constatou-se uma visível escassez de abordagens investigativas no ensino de Química durante a educação básica no Brasil. E, mediante os pressupostos desse trabalho, salientou-se que o processo de aprendizagem desenvolvido a partir da experimentação na educação em ciências, especialmente na área de Química, despertou múltiplas argumentações e reflexões no tocante a complexidade social que conduzia a edificação dos novos conhecimentos sobre a ciência e tecnologia (Vidrik & Mello, 2015). Logo, concordou com o artigo T01 à medida que entendeu essa reflexão social dos estudantes durante o experimento e suas considerações sobre o conteúdo estudado.

A análise T09 trouxe uma perspectiva bibliográfica sobre trabalhos publicados a respeito do papel da contextualização nos experimentos para o ensino de Química. Nesse estudo, as autoras expuseram que, embora a experimentação na educação básica esteja empregada demasiadamente para buscar a estruturação de saberes científicos articulados à formação cidadã, a relação dos experimentos e suas associações com o cotidiano dos estudantes ainda permanece muito insuficiente, sugeriu-se, portanto, que essa metodologia de ensino por experiências possua uma concepção mais perceptível dentro dos padrões didáticos na disciplina de Química durante a educação básica (Santos & Latini, 2019). Esse fator concordou com o artigo T01 ao tratar a necessidade de uma consciência discente sobre o que se é feito durante os experimentos, do contrário essa ação se tornaria apenas uma repetição de métodos e de ordens presentes em um roteiro, algo que não contribuiria efetivamente para a emancipação do aprendiz (Andrade & Viana, 2017).

Por fim, o artigo T10 montou, discutiu e sugeriu aos professores de Química um projeto de ensino baseado no método iodométrico de determinação do grau de vitamina C em suco de laranja “in natura”. Os procedimentos dessa proposta demandaram de materiais de baixo custo e propiciaram o contato direto dos estudantes com situações de pesquisa. Nesse sentido, o aprendizado foi considerado como produto direto das situações experienciadas pelos estudantes durante essa prática, onde tais situações seriam supervisionadas e mediadas pelo educador que, por sua vez, faria indagações e propostas para manter a conduta ativa dos estudantes durante a realização do experimento (Bueno, Gomes & Stadler, 2019).

Em síntese, tendo analisado todos os estudos selecionados, sumariza-se que a experimentação propicia alguns aspectos mais aparentes de raciocínio reflexivo aos estudantes da educação básica brasileira na disciplina de Química, pois usufrui de comportamentos mais dinâmicos dos educandos diante de questionamentos desenvolvidos (Andrade & Viana, 2017; Battisti et al., 2019; Evaristo, Guilherme & Almeida, 2020; Quadros & Giordan, 2019). Contudo, ainda se faz necessário aperfeiçoar as práticas experimentais escolhidas e sua realização (Santos & Latini, 2019; Vidrik & Mello, 2015). Além disso, ressalta-se que as experiências didáticas visando a educação científica têm se evidenciado gradativamente nas investigações brasileiras entre os anos de 2011 e 2021.

Os 10 trabalhos analisados neste estudo encontravam-se publicados em sete (07) periódicos indexados nas bases de dados examinadas, todas as revistas eram reconhecidas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Ministério da Educação do Brasil (Quadro 6).

Quadro 6: Descrição dos periódicos.

Código	BASE	PERIÓDICO	QUALIS*	
			ENSINO	EDUCAÇÃO
T01	SciELO	Ciência & Educação (Bauru)	A1	A1
T02	SciELO	Química Nova (Online)	B3	A2
T03	SciELO	Química Nova (Online)	B3	A2
T04	DOAJ	ACTIO: Docência em Ciências	B2	A2
T05	DOAJ	Investigações em Ensino de Ciências	A2	A2
T06	DOAJ	Investigações em Ensino de Ciências	A2	A2
T07	REDIB	ACTIO: Docência em Ciências	B2	B5
T08	REDIB	Revista Internacional de Educación y Aprendizaje	B1	B3
T09	REDIB	Alexandria	A2	B2
T10	REDIB	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	A2	B2

Legenda: *Classificação da CAPES no Quadriênio 2013-2016.

Fonte: Autores.

Os periódicos apresentaram alto fator de impacto no meio científico das áreas de Ensino e Educação classificadas pela CAPES. O modelo de avaliação quadrienal da CAPES define uma concepção de qualidade científica indireta nas produções acadêmicas, desse modo, o Qualis ao mensurar um grau de mérito dos periódicos científicos, avalia também a relevância dos artigos publicados nessa plataforma (Capes, 2016).

Interpretou-se que as produções acadêmicas relativas ao ensino de Química, através desta análise, expõem tendências de pesquisa das produções científicas analisadas na década, conforme os anos de sua publicação, em relação aos estudantes, aos professores e ao ambiente escolar da educação básica. Assim sendo, organizou-se um panorama contendo as inclinações dos 10 trabalhos analisados e seus respectivos anos de publicação (Quadro 7).

Quadro 7: Tendências de pesquisa das produções científicas analisadas ao longo do decenal

ANO	AUTORES	TENDÊNCIAS DE PESQUISA		
		DISCENTE	DOCENTE	MEIO ESCOLAR
2012	Pereira & Pires	Interrogador Ação direta	Indutor da aprendizagem Ponderador do ensino Professor-pesquisador	Relação concreta de situações didáticas
2015	Vidrik & Mello	Investigador Decifrador	Atitude diretiva em relação ao aprendiz	Disposição de curiosidade nos estudantes
2017	Andrade & Viana	Reflexivo Consciente	Mediador da aprendizagem Avaliador contínuo	Zona de experimentação e avaliação
2018	Baldaquim <i>et al.</i>	Problematizador Organizador Aplicador	Fomentador de situações cotidianas para o ensino Capacitado previamente	Recinto apoiador dos professores para a elaborar atividades investigadoras
2019	Santos & Latini	Criador de argumentos Agente da interpretação	Mentor do aprendiz Avaliador da aprendizagem Negociador de conteúdos Aperfeiçoador do ensino	Área de comunicabilidade e elucidação de problemas Fomentar o atributo discursivo entre os aprendizes
	Bueno, Gomes & Stadler			
	Quadros & Giordan			
	Battisti <i>et al.</i>			
2020	Berton <i>et al.</i>	Criador de soluções Criador de argumentos Ação em grupo	Multidisciplinar Mediador da aprendizagem	Comunicação entre sujeitos escolares (educandos e educadores) Ludicidade da teoria examinada
	Evaristo, Guilherme & Almeida			

Fonte: Autores.

No tocante aos estudantes, entendeu-se que as atitudes de aprendizagem mais evidentes durante o processo de ensino de Química pela experimentação consistiram em: reflexão de situações, investigação de respostas, organização de resultados, criação de trajetórias de aprendizagem, aplicação prática da teoria e interpretação dos fenômenos químicos. Dito isto, constatou-se que esses aspectos estão diretamente relacionados ao saber químico e sua aplicabilidade nos problemas do dia a dia enfrentados pelos estudantes (Santos & Latini, 2019). Além disso, a aprendizagem nesse padrão de ensino por experiências não constituía um simples

resultado processual do ensino, mas simbolizava uma direção dos saberes desfrutada pelos educandos durante o seu raciocínio ativo direto e contínuo dos conhecimentos propostos, ou seja, o aprendizado de Química carregou através da experimentação um senso maior de significância aos estudantes (Bueno, Gomes & Stadler, 2019).

No campo dos professores, atos como persuasão e mediação foram recorrentes durante as atividades experimentais, constituindo dois condicionamentos desse modelo de ensino, que são: (i) incentivar estudantes a descobrir, estruturar e remodelar suas aprendizagens de Química e (ii) mediar o fenômeno epistemológico derivado da Química e a sua utilidade para os aprendizes. Nessas concepções, enfatiza-se a figura docente como ponderador e fomentador de situações didáticas, professor-pesquisador, agente diretivo em relação ao aprendiz, gestor da avaliação de aprendizagem, indivíduo em constante formação e agente multidisciplinar no ensino (Vidrik & Mello, 2015; Andrade & Viana, 2017; Quadros & Giordan, 2019).

No que se refere ao ambiente escolar, as características principais foram: relação concreta de situações didáticas, disposição de inquietação nos estudantes, zona de experimentação e avaliação, recinto apoiador dos professores para elaborar atividades investigadoras, área de comunicabilidade e elucidação de problemas, local para fomentar atributos discursivos entre os aprendizes, comunicação entre sujeitos escolares (educandos e educadores) e meio para ludicidade das teorias observadas em sala de aula.

Em suma, conforme a análise dos trabalhos, o meio escolar é admitido como uma zona de interação e comunicação de aprendizagem, essas interações ocorrem tanto entre o experimento elaborado e o aprendiz quanto entre os estudantes e suas conclusões inovadoras acerca dos conteúdos químicos (Berton et al., 2020; Evaristo, Guilherme & Almeida, 2020). Nesse sentido, embora o espaço escolar não continue a representar, em perspectivas docentes, o único local para a aquisição de saberes na educação do século XXI, tendo em vista os diversos espaços educacionais promovidos pelas tecnologias digitais, a escola ainda é vista como lugar fundamental para realizar os contatos de aprendizes com os conhecimentos científicos. Assim, esse não seria um argumento novo, mas uma confirmação de que a experimentação no ensino de Química no Brasil reitera a essência do meio escolar como parte eficiente para se atingir os objetivos de educação durante o processo de ensino e aprendizagem (Brito, Pereira & Silva, 2021).

Considerações Finais

O objetivo deste trabalho foi evidenciado através de uma compreensão do cenário contemporâneo do ensino de Química por experimentação no Brasil, relacionando características e contribuições para a aprendizagem dos estudantes na educação básica. Para isso, o uso de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) produzida no intervalo entre os anos de 2011 e 2021 se mostrou como elemento essencial para o desenvolvimento da discussão, uma vez que foi constatado um grande número de produções nas fontes de dados investigadas. Em linhas gerais, o número de pesquisas e projetos didáticos no campo da experimentação química apresentou um crescimento gradativo ao longo da década analisada, chegando a alcançar o pico de publicações no ano de 2020.

Em suma, na educação básica do Brasil, estabeleceu-se três apontamentos do uso da experimentação no ensino de Química, são eles: (i) aspectos mais evidentes no raciocínio ativo e direto dos estudantes com experiências científicas na educação básica; (ii) o compromisso docente como agente mediador essencial entre a realização do experimento e observação dos conteúdos químicos relacionados, visando coerência de aprendizagens; e, por fim, (iii) a visão do meio escolar como zona de interação para o aprendizado, onde relações advêm entre experimento e aprendiz, bem como entre estudantes e suas conclusões inovadoras sobre os saberes químicos.

Esta pesquisa desejou contribuir para com a reflexão sobre a experimentação no ensino de Química e seu papel educativo no processo de aprendizagem dos estudantes brasileiros durante a etapa de educação básica. Com isso, entende-se que, a partir do contexto educacional pós-pandemia da COVID-19, serão necessárias múltiplas reflexões sobre a influência da educação científica, salientando a sua vultuosa importância na resolução de questões sociocientíficas. Ressaltou-se que o campo de experimentação no ensino de Química e de suas contribuições para a aprendizagem ainda possui uma grande amplitude desconhecida pelas investigações científicas no Brasil. Assim, incentiva-se a realização de outros estudos acerca da natureza de um ensino de Química por experimentação, para que se compreenda com mais afinco as concepções de estudantes e de professores no processo de ensino e aprendizagem por experiências científicas.

Referências

- Agostini, V. W., & Trevisol, M. T. C. (2014). A experimentação didática no ensino de ciências: uma proposta construtivista para a utilização do laboratório didático. *Colóquio Internacional De Educação*, 2(1), 753–762. Recuperado de <https://periodicos.unoesc.edu.br/coloquiointernacional/article/view/5099>
- Alves, J. M, Parente, A. G. L., Bezerra, H. P. da. S., & Bezerra, S. H. de. O. (2022). O subjetivo e o operacional na superação das dificuldades de aprendizagem em ciências. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 24, e29692. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/29692>
- Andrade, R. da. S., & Viana, K. da. S. L. (2017). Atividades experimentais no ensino da química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. *Ciência & Educação (Bauru)*, 23(2), 507-522. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/SW4j3nYTyKTTGtbqJdrRDCw/abstract/?lang=pt>
- Angotti, J. A. P. (2018). Educação Científica e Tecnológica em Rede. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 8, 40-56. Recuperado de <http://srvapp2s.santoangelo.uri.br/seer/index.php/encitec/article/view/2714/pdf-angotti>
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(1).
- Baldaquim, M. J., Proença, A. O., Santos, M. C. G. dos., Figueiredo, M. C., & Silveira, M. P. da. (2018). A experimentação investigativa no ensino de química: construindo uma torre de líquidos. *ACTIO: Docência em Ciências*, 3, (1), 19-36. Recuperado de <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/download/6835/473>
- Barbosa, F. T., Lorenzetti, L., & Aires, J. A. (2022). O Aspecto Tecnocientífico do Conhecimento Químico Contemporâneo. *Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química*, 3(1), e032201-21. Recuperado de <http://sbenq.org.br/revista/index.php/rsbenq/article/view/26>
- Battisti, R., Possenti, G. V. B., Figueiredo, A. P., & Bó, M. D. (2019). Students building didactic experiments as a tool for teaching unit operations and process control for chemistry technicians. *Química Nova*, 42(8), 983-989. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/qn/a/JWBBZq88mSRdpFCgw7zvDPQ/?lang=en>
- Bazzo, W. A. (2003). Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da educação tecnológica. Madri, Espanha: OEI – Organização dos Estados Ibero-americanos.
- Berton, S. B. R., Ferreira, M. P., Canesin, E. A., Suzuki, R. M., Martins, A. F., & Matsushita, E. G. B. E. M. (2020). Sequência didática para a promoção de estudo prático e multidisciplinar com materiais acessíveis. *Química Nova*, 43(5), 649-655. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/qn/a/hJCXSGmdL6tYQcx3Mz7vb9z/?lang=pt>

- Brito, I. M. de., Pereira, P. H., & Silva, A. C. F. da. (2021). Educação transformadora: possibilidades para a ressignificação do espaço escolar. *Revista Direitos Humanos e Educação*, 4(2), 61-74. Recuperado de <https://revista.uemg.br/index.php/sciasdireitoshumanoseducacao/article/view/6015>
- Bueno, D. M. A., Gomes, S. I. A. A., Giusti, E. D., & Stadler, J. P. (2019). Determinação da vitamina C em suco de laranja: uma proposta experimental investigativa para aplicação no ensino de química. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 12(3). Recuperado de <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/8674>
- Cachapuz, A., Gil Perez, D., Carvalho, A. M. P., Praia, J., & Vilches, A. (2005). *A necessária renovação do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez.
- Carneiro, M. H. da S. (2013). Significados atribuídos a uma boa aula de biologia: estudo das representações de alunos e professores. In: C. C. S. e. B. Carneiro, & R. C. M. Leite (Eds.). *Ensino de ciências: abordagens múltiplas* (1a ed.) (pp. 15-30). Curitiba: CRV.
- Carvalho, P. M S. de., Almeida, M. M. B., Lima, I. B. de. (2014). O uso de blogs como ferramenta pedagógica no ensino de Química para o Ensino Médio: um estudo descritivo a partir do conceito de aprendizagem significativa. In: M. G. de. V. Silva, & C. A. S. de. Almeida (Eds.). *Educação científica e experimentação no ensino de ciências* (pp. 113-129). Fortaleza: Imprensa Universitária.
- Chang, H. (2021). Presentist History for Pluralist Science. *Journal for General Philosophy of Science*, 52, 97-114. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10838-020-09512-8>
- Chassot, A. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, 1(22), 89-100.
- Chauí, M. (2000). *Convite à Filosofia*. São Paulo: Ática.
- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). (2016). Ministério da Educação. Plataforma Sucupira. Versão do sistema: 3.48. 2016. Recuperado de <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/index.jsf#topo>
- Evaristo, G. F., Guilherme, C. R. de. F., & Almeida, V. L. C. G. de. (2020). Assessing the educational game “The Wall Chemistry Game” potential for kinetics chemistry teaching. *ACTIO: Docência em Ciências*, 5 (1), 1-17. Recuperado de <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/download/10854/7285>
- Feitosa, R. A., & Dias, A. M. I. (2013). Ensinar ciências é construir mandalas: da disciplinaridade cartesiana à totalidade mandalítica. In: C. C. S. e. B. Carneiro; R. C. M. Leite (Eds.). *Ensino de ciências: abordagens múltiplas* (1a ed.) (pp.107-123). Curitiba: CRV.
- Flick, U. (2009). *Introdução à Pesquisa Qualitativa* (3a ed.) (J. E. Costa, Trad.). Porto Alegre: Artmed.
- Gonçalves, F. P., & Marques, C. A. (2012). A circulação inter e intracoletiva de pesquisas e publicações acerca da experimentação no ensino de Química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 12(1), 181-204. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4225>
- Gonçalves, R. P. N., & Goi, M. E. J. (2022). A Construção do Conhecimento Químico por meio do Uso da Metodologia de Experimentação Investigativa. *Revista Debates Em Ensino De Química*, 8(2), 31-40. <https://doi.org/10.53003/redequim.v8i2.4828>
- Guba, E., & Lincoln, Y. (1989). *Fourth generation evaluation*. Newbury Park: Sage Publications.
- Japiassu, H. (1976). *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Rio de Janeiro: Imago.

- Kite, V., Park, S., McCance, K., & Seung, E. (2021). Secondary Science Teachers' Understandings of the Epistemic Nature of Science Practices. *Journal of Science Teacher Education*, 32(3), 243-264. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1046560X.2020.1808757>
- Leite, B. S. (2018). A experimentação no ensino de química: uma análise das abordagens nos livros didáticos. *Educación química*, 29(3), 61-78. Recuperado de <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.3.63726>
- Libâneo, J. C. (1996). Que destino os educadores darão à Pedagogia?. In: S. G. Pimenta (Eds.). *Pedagogia, Ciência da Educação?*. São Paulo: Cortez.
- Maldaner, O. A., Zanon, L. Z., & Auth, M. A. (2011). Pesquisa sobre educação em ciências e formação de professores. In: F. M. T. dos Santos, & I. M. Greca (Eds.). *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias* (2a ed.) (pp. 49-88). Ijuí: Editora Unijuí.
- Maraschin, A. de A., & Lindemann, R. H. (2022). Diálogos e problematizações com alunos do campo: experimentação em Química sobre a temática leite. *Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química*, 3(1), e032202-26. Recuperado de <http://sbenq.org.br/revista/index.php/rsbenq/article/view/33>
- Martínez, A. M., & Rey, F. L. G. (2017). *Psicologia, Educação e Aprendizagem Escolar: avançando na contribuição da leitura cultural histórica*. São Paulo: Cortez.
- Oliveira, C. I. C. de. (2013). A educação científica como elemento de desenvolvimento humano: uma perspectiva de construção discursiva. *Revista Ensaio*, 15 (2), 105-122. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/epec/a/xnNLMK9CTHF9MvBGRkwr33j/?format=pdf&lang=pt>
- Oliveira, A. J. de., & Obara, A. T. (2018). O ensino de ciências por investigação: vivências e práticas reflexivas de professores em formação inicial e continuada. *Investigações em Ensino de Ciências*, 23 (2), 65-87. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/874/pdf>
- Pena, G. B. O., & Mesquita, N. A. S. (2018). Caracterização de obstáculos epistemológicos na concepção de licenciandos em química que dificultam o desenvolvimento do conhecimento profissional docente. *Química Nova*, 41(8), 943-952. Recuperado de http://quimicanova.s bq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=6785
- Pereira, A. de S., & Pires, D. X. (2012). Uma proposta teórica-experimental de sequência didática sobre interações intermoleculares no ensino de Química, utilizando variações do teste de adulteração da gasolina e corantes de urucum. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17 (2), 385-413. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/799>
- Pozo, J. I., & Crespo, M. A. G. (2009). *A aprendizagem e o ensino das ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico* (5a ed.). Porto Alegre: Penso.
- Quadros, A. L. de., & Giordan, M. (2019). Rotas de transição modal e o ensino de representações envolvidas no modelo cinético molecular. *Investigações em Ensino de Ciências*, 24 (3), 74-100. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/1296>
- Raicik, A. C., Peduzzi, L. O. Q., & Angotti, J. A. P. (2018). Experimentos exploratórios e experientia literata: (re) pensando a experimentação. *Investigações em Ensino de Ciências*, 23 (1), 111-129. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/866/pdf>
- Salomon, D. V. (1972). *Como fazer uma monografia: elementos de metodologia do trabalho científico* (2a ed.). Belo Horizonte: Interlivros.
- Santos, W. L. P. dos. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, 12(36), 474-550. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/C58ZMt5JwnNGr5dMkrDDPTN>

- Santos, R. A., & Auler, D. (2019). Práticas educativas CTS: busca de uma participação social para além da avaliação de impactos da Ciência-Tecnologia na Sociedade. *Ciência & Educação (Bauru)*, 25 (2), 485-503. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/1516-731320190020013>
- Santos, J. da S., & Gehlen, S. T. O instrumento dialético-axiológico na seleção de falas significativas: em busca de uma educação científica ético-crítica. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 23, p. e24501, 2021. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/epec/a/CdLJgXSG8gpdT9VXMDjxKmG/>
- Santos, G. P. dos., & Latini, R. M. (2019). Construção de significados na interlocução entre contextualização e atividades experimentais no ensino de Química. *Alexandria*, 12 (1), 205-225. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2019v12n1p205>
- Silva, C. R. F., & Sampaio, C. de. G. (2021). O uso de uma problemática ambiental na contextualização do assunto de adsorção: uma abordagem CTSA. In: C. de. G. Sampaio, M. C. da. S. Barroso, & L. G. A. Ariza (Eds.). *Experiências em ensino ciências e matemática na formação de professores da Pós-Graduação do IFCE (1a ed.)* (pp. 14-35). Fortaleza: EdUECE.
- Souza, T. M. (2022). A experimentação no ensino de Química na educação básica entre a teoria e a práxis. *ENCITEC - Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 12(1), 39-51. Recuperado de <https://san.uri.br/revistas/index.php/encitec/article/download/525/350/2282>
- Souza, C. B. A. de., Ariza, L. G. A., & Sampaio, C. de. G. (2021). Uma proposta para o ensino de Química utilizando biodiesel como uma abordagem CTSA. In: M. C. da. S. Barroso, C. de. G. Sampaio, & L. G. A. Ariza (Eds.). *Ensino de ciências e matemática: pesquisas na formação de professores da pós-graduação do IFCE (1a ed.)* (pp. 38-70). Fortaleza: EdUECE.
- Vidrik, E. C. F., & Mello, I. C. de. (2015). Ensino Experimental: a abordagem investigativa no ensino experimental de Química nos livros didáticos brasileiros. *Revista Internacional de Educación y Aprendizaje*, 3 (2), 183-194. Recuperado de <https://journals.eagora.org/revEDU/article/view/598>
- Vigotski, L. S. (2009). *A construção do pensamento e da linguagem (2a ed.)* (Paulo Bezerra, Trad.). São Paulo: WMF Martins Fontes.