



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

ESTEVAN BARBOSA COLMANETTI

**ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO:
UMA REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Brasília

2023



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

ESTEVAN BARBOSA COLMANETTI

**ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO:
UMA REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Química da
Universidade de Brasília, como requisito
parcial para a obtenção do título de
Licenciado em Química.

Orientador: Daniel Perdigão

2023

“A teoria sem a prática vira 'verbalismo', assim como a prática sem teoria vira ativismo. No entanto, quando se une a prática com a teoria tem-se a práxis, a ação criadora e modificadora da realidade.”

(Paulo Freire)

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente à minha família, em especial à minha mãe, minha maior guia e inspiração de conduta, e ao meu “padrastrô” (colocação proposital, visto que ele é e sempre foi muito mais do que um simples padrastrô) Ricardo, pois sem seus apoios incondicionais e toda confiança em mim depositada nada me seria possível.

Agradeço à minha família de sangue, em especial aos meus avós que tanto me demonstram o verdadeiro significado de amor e reciprocidade. Agradeço também aos meus familiares de Uberlândia que, além de todo o apoio, em tanto alegram minha vida.

Agradeço à minha família de coração, Ibarra, que me acompanha e está comigo há tanto tempo e sempre estiveram presentes nas situações mais difíceis. Vocês me ensinam muito sobre união familiar e como a instituição família pode e deve ser uma escolha de cada indivíduo.

Agradeço à Universidade de Brasília e ao Instituto de Química por todo o acolhimento durante esses anos e por terem me proporcionado essas oportunidades de crescimento que em muito contribuíram nas minhas formações pessoal e profissional.

Agradeço também ao meu orientador, professor Daniel Perdigão, por toda a compreensão nesse longo e árduo período de escrita do TCC. Um grande profissional, além de uma excelente pessoa.

Agradeço aos meus colegas de formação Matheus, Giorgiane, Isabela, Saulo, Igor, Luiz e Carol por todo o apoio, risadas e noites em claro estudando para as avaliações.

Agradeço aos meus amigos muitos do vôlei, do ensino médio e da vida que em muito me acrescentaram ao longo dos anos vividos e mesmo não tendo mencionado um por um, sabem exatamente quem são e o quanto os amo.

Todos vocês são parte da minha trajetória e espero carregá-los para a eternidade.

SUMÁRIO

Capítulo 1 - Introdução	8
Capítulo 2 – Desenvolvimento histórico da educação baseada em investigação	10
Capítulo 3 – Metodologia.....	16
Capítulo 4 – Modelos e metodologias de ensino por investigação.....	17
Capítulo 5 – Papel da avaliação no ensino de ciências por investigação	24
Capítulo 6 – Papel do professor e seus objetivos para a prática docente frente ao ensino investigativo	31
Considerações finais	36
Referências	38

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo realizar uma revisão narrativa da literatura a respeito da temática de ensino por investigação, utilizando a plataforma Google Scholar para realização do levantamento bibliográfico, com busca de artigos. Foi feita uma contextualização histórica desde a definição de investigação nos primórdios da humanidade, passando por investigação científica, criação do método científico e união do método científico ao processo educacional. Então, contemplou-se o processo de investigação presente nas diretrizes brasileiras por meio da análise de documentos como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Além disso, foram abordados os modelos e as metodologias de ensino por investigação mais comuns na literatura, com a estruturação da investigação a depender do modelo adotado. Foram elucidadas as práticas avaliativas presentes na literatura, a começar pelos objetivos do processo de avaliação da aprendizagem e pelos diferentes tipos de atividades avaliativas. Por fim, evidenciou-se o papel do professor no ensino de ciências e a inter-relação entre alfabetização científica e ensino investigativo, explicitando os principais tópicos que os unem.

Palavras-chave: ensino por investigação, ensino de ciências, alfabetização científica, avaliação de aprendizagem.

ABSTRACT

The present work aimed to accomplish a narrative review of the literature on the theme of inquiry-based learning, using the Google Scholar platform to carry out the bibliographic research and review of the articles. A historical contextualization was made going through the definition of investigation since the dawn of humanity, through scientific investigation, creation of the scientific method and union of the scientific method to the educational process. The investigation educational process present in the Brazilian guidelines was considered, through the analysis of documents such as the Common National Curricular Base (BNCC) and the Educational Guidelines Complementary to the National Curriculum Parameters (PCN+). In addition, the most common research teaching models and methodologies in the literature were addressed and the structuring of the investigation depending on the adopted model. The evaluation practices identified in the literature were elucidated along with the evaluative activities. Finally, the roles of teachers and the inter-relations between scientific literacy and inquiry-based learning were clarified, highlighting the main topics that bond them together.

Keywords: inquiry-based learning, science education, scientific literacy, learning assessment.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Metodologias ativas têm despertado o interesse de professores justamente por enriquecerem o processo de aprendizagem de seus alunos e motivarem estes a ser parte integrante desse processo (KLIMENKO; ALVARES, 2009). Tais metodologias auxiliam os alunos a desenvolver a busca por fontes confiáveis de informação, de forma que viabilizem a argumentação e não a enxerguem como disputa, mas como oportunidade de identificar uma relação entre ideias e evidências, ganhando, assim, maturidade e saber científico (BAPTISTA, 2010).

As metodologias ativas, como a educação por investigação, são eficazes em desenvolver habilidades pautadas no método científico e em ensinar os alunos a fazerem pesquisas científicas, como descrito por Sá, Lima e Aguiar (2011). Os autores ainda afirmam que os alunos adquirem habilidades que os tornam indivíduos preparados para aprender e difundir novos conceitos.

Além disso, Demo (2014) afirma que não é possível obter uma educação científica de qualidade evitando fazer uso de processos de aprendizagem pautados em investigação e descoberta. Isso porque os alunos desenvolvem cognições psicomotoras por meio da interação com o meio, com instrumentos, assim como interpretando situações e suas relações entre causa e efeito.

Segundo Klimenko e Álvares (2009), os indivíduos que são ativos nos seus processos de aprendizagem tendem a sustentar essa vontade de aprender ao longo de suas vidas. Klimenko e Álvares (2009) também sugerem que, como os alunos investigam os eventos de maneira independente, eles gerenciam suas atividades, desenvolvem conclusões e assumem as responsabilidades de seus erros; se são auxiliados pelos docentes com fontes confiáveis de pesquisa, além de desenvolverem suas cognições pessoais, eles aumentam consideravelmente sua autoconfiança, o que gera uma mudança positiva que contribui para gostarem do ato de aprender.

O que motivou e motiva este trabalho é a vontade de consolidar um saber em minhas práticas profissionais e nas práticas dos possíveis leitores. Além disso, percebo que a educação por investigação é uma metodologia que permite uma

conscientização coletiva, além de colaborar para formar um aluno mais reflexivo frente à sociedade que o cerca.

A partir deste ponto, a ideia deste trabalho é tratar sobre os aspectos históricos da educação por investigação e como a educação por investigação se firmou como metodologia ativa. A seguir, explicitar os modelos e metodologias mais comumente adotados pelos docentes no que tange à educação por investigação, as avaliações de aprendizagem adotadas que facilitam a condução da atividade investigativa e, por fim, elucidar o papel do professor no ensino investigativo ao associá-lo com os objetivos do ensino de ciências. Finalizamos o texto com considerações relevantes sobre o conjunto do trabalho desenvolvido.

CAPÍTULO 2 – DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO

BASEADA EM INVESTIGAÇÃO

Este capítulo tem por finalidade apresentar a definição de investigação, investigação científica e como a investigação se desenvolveu, como metodologia ativa, à educação e, conseqüentemente, à educação brasileira.

2.1 Como a investigação se uniu à educação?

Investigação, pela etimologia da palavra, significa *procura*. É a associação do ser humano, desde os primórdios, ao seu instinto de identificar e conhecer o meio que o rodeia. É um processo sistemático de indagação; portanto, de natureza cognitiva. Ele contribui para a compreensão dos mais diversos fenômenos. A investigação científica e a ciência surgem como resultado dessa busca incessante do ser humano em compreender e dominar o ambiente ao seu redor (COUTINHO, 2014).

Na Idade Média (do século V ao século XV, aproximadamente), a concepção de mundo dominante no Ocidente era teocêntrica: os dogmas partiam de uma centralização da divindade judaico-cristã na definição de pensamentos e ações. Portanto, o julgamento que diferenciava o correto do incorreto se pautava pelo aspecto religioso. A reflexão exigida pelo pensamento científico, por muito tempo, foi sufocada neste contexto (URBACH *et al.*, 2022). Um início de mudança deste estado de coisas pode ser situado na Baixa Idade Média, no nascimento das universidades, como Bolonha e Paris, e no pensamento de religiosos como Tomás de Aquino e a Escolástica.

Porém, somente o humanismo renascentista, movimento intelectual desenvolvido na maior parte da Europa ao final da Idade Média (séculos XIV e XV), propôs uma nova linha de pensamento filosófico em contraponto ao teocentrismo tradicional: o antropocentrismo. Essa filosofia subverte-se agora à centralidade do ser humano para a explicação do mundo, de forma a compreender e estudar a natureza.

Essa nova vertente filosófica se pauta na exaltação da racionalidade e no cientificismo, sendo importante linha de pensamento base para o método científico e, conseqüentemente, para a investigação científica (URBACH *et al.*, 2022).

Francis Bacon, criador do método científico moderno e pautado no cientificismo antropocêntrico, defendia a metodologia experimental, ou seja, defendia que o conhecimento resultaria de percepções sensíveis de um fenômeno observável (URBACH *et al.*, 2022). A investigação científica, portanto, trata do desenvolvimento de habilidades em conjunto com o método científico e é fomentada pela coleta, pelo tratamento e pela análise de dados. Se seguidos os seus princípios, inicialmente, define-se o problema a ser investigado, para então se determinar uma rota de decisões a serem tomadas e que buscarão solucionar esse problema (TANG *et al.*, 2010).

As bases teóricas da investigação científica no contexto educacional remetem ao método socrático, criado pelo filósofo Sócrates (470-399 a.C.), pioneiro na utilização da investigação como método de aprendizagem. Seu método é um dos grandes marcos da filosofia ocidental. Como Sócrates não registrou suas ideias por escrito, seu pensamento foi difundido por seus discípulos, entre os quais, Platão e Xenofonte. Sócrates era personagem principal em obras platônicas e, dessa forma, tudo que era sabido da dialética socrática foi produzido a partir dessas obras (SANTOS, 2015).

O método socrático consistia nos princípios fundamentais da ironia e da maiêutica. A ironia, utilizada em sua dialética e proveniente da palavra grega *einrein*, remetia à ideia de contradição. Eram utilizados questionamentos para o interlocutor, de forma que houvesse uma negação aos julgamentos, aos conceitos e às ideias previamente determinados. Em outras palavras, seria uma forma de o interlocutor reconhecer a própria ignorância e, assim, livrar-se de interpretações parciais da realidade (SANTOS, 2015). Muitos desses diálogos não chegavam ao fim, pois os interlocutores se sentiam incomodados e abandonavam a discussão.

A segunda etapa da dialética socrática era a maiêutica, que consistia no exercício de fazer com que o interlocutor pensasse na definição por si próprio, baseando-se em experiências até a construção de determinado conceito. Para Sócrates, a partir da reflexão, o sujeito interlocutor partiria de um conhecimento mais simples em busca de um conhecimento mais complexo, dando luz às ideias (SANTOS,

2015). O pensamento socrático fundamentou as bases teóricas do pensamento investigativo, o qual se fundiu posteriormente, lentamente, ao processo educacional.

No entanto, somente na primeira metade do século XIX os currículos escolares começaram a abordar o ensino de ciências (BAPTISTA, 2010). Herbert Spencer, um filósofo positivista, foi um dos primeiros defensores do ensino de ciências pautado em observações laboratoriais, de forma a obter melhores resultados na compreensão de fenômenos naturais (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

John Dewey, por sua vez, foi um precursor do pensamento investigativo associado à educação científica. Zômpero e Laburú (2011) e Baptista (2010) afirmam que a pedagogia proposta por Dewey focava o aluno como objeto ativo em seu processo de aprendizagem. Ou seja, sob os princípios de Dewey, os docentes deveriam estimular propostas investigativas, para que os alunos observassem os fenômenos com maior criticidade.

2.2 Educação baseada em investigação e sua aplicação no Brasil

A educação baseada em investigação, como descrita por Kruger (2013), é uma metodologia ativa ou construtivista e pode ser descrita como uma prática pedagógica que serve de auxílio para o professor desempenhar o seu trabalho. Tem por finalidade contribuir para a aprendizagem do aluno; mas, para além dessa finalidade, tem por objetivo a formação de um aluno crítico e reflexivo frente ao novo conteúdo e, principalmente, frente à sociedade (AZEVEDO, 2004). A educação baseada em investigação permite que os alunos desenvolvam habilidades fazendo experimentações, propondo hipóteses, questionando, sendo questionados, discutindo, analisando, coletando dados e interpretando resultados. De maneira geral, é uma abordagem que admite a utilização extrema da criatividade do aluno (KRUGER, 2013).

Esse tipo de metodologia colabora com a alfabetização científica dos alunos, desenvolve habilidades como argumentação e pensamento crítico, como descrito por Baptista (2010), e se concentra no cognitivo, associando novos aprendizados às experiências pessoais, como enfatizado por Azevedo (2004). Para que isso ocorra de maneira mais efetiva, são necessários ambientes altamente instrutivos e socialmente

aceitos pelo estudante, além de se fazer necessário um ambiente colaborativo entre alunos e professores (BRITO *et al.*, 2018).

Os pontos-chave que caracterizam a educação por investigação, segundo Costa (2017), são o engajamento por uma situação-problema com caráter científico seguido de análise minuciosa das evidências. Aos docentes, cabe incentivar seus alunos a trazerem hipóteses ao investigarem a situação-problema proposta. À medida que os estudantes vão indicando soluções, eles vão tendo, também, contato com o conteúdo e, conseqüentemente, aprendendo-o. Essas soluções, então, serão avaliadas juntamente a possíveis soluções alternativas. Por fim, haverá a comunicação entre os alunos para justificar suas proposições e apresentá-las ao professor (BAPTISTA, 2010).

Os estudantes não utilizarão da investigação somente para explicar e compreender os fenômenos ao seu redor, mas também para alçar e agregar às suas ideias fatos científicos. Assim, conseguem conectar as hipóteses observadas enquanto cientistas dos seus próprios dados (AZEVEDO, 2004). A aprendizagem se afasta da mera observação passiva de livros ou de informações soltas por docentes, passando a moldar-se na ideia de os estudantes desenvolverem uma compreensão ativa dos saberes científicos (SÁ; LIMA; AGUIAR, 2011).

Por ser uma metodologia ativa, a educação por investigação prioriza o pensamento crítico dos alunos e permite que estes consigam lidar com os eventuais problemas enfrentados durante suas vidas. Como a investigação incentiva o pensamento criativo, ela permite que o indivíduo aborde determinadas situações por diferentes perspectivas, gerando, assim, hipóteses a respeito do problema enfrentado e conseguindo criar soluções viáveis (KLIMENKO; ÁLVARES, 2009).

Além disso, a educação baseada em investigação é também vista como uma metodologia multidimensional. Isso porque aborda parâmetros múltiplos como verificação de fontes confiáveis, planejamento, discussão de dados, comparação de resultados. Os estudantes podem, ainda, aprofundar-se em ferramentas para analisar melhor os dados propostos (KRUGER, 2013).

No Brasil, a investigação é vista como uma prática pedagógica pautada no conhecimento científico, em como desenvolver esse conhecimento e aprendê-lo (BRASIL, 2018). Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a investigação científica é parte integrante do processo de ensino-aprendizagem e está definida

como um dos itinerários formativos, sendo citada como fundamental para os anos iniciais e também como um primeiro contato dos estudantes aos conhecimentos científicos produzidos ao longo da história (BRASIL, 2018). Para o ensino fundamental, é destacado que:

[...] ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico [...]. Nessa perspectiva, a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos [...] o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica (BRASIL, 2018, p. 321).

A BNCC ainda reitera para o ensino médio que as práticas de investigação merecem destaque especial, como citado abaixo:

[...] 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).

Ainda é possível ir além, pois a percepção sobre investigação não é recente, visto que está também nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, chamadas PCN+, como uma das competências educacionais que organizam a aprendizagem nas escolas de ensino médio (BRASIL, 2006). Os documentos PCN+ dividem, ainda, essa competência em: identificação de dados e situações-problema; instrumentação e procedimentos adequados para quantificação e qualificação de análises e resultados; utilização e interpretação de modelos explicativos das diferentes áreas da ciência; correlação entre fenômenos e conceitos em determinado campo científico e, por fim, a união entre os diversos saberes científicos (BRASIL, 2002).

As competências gerais para a área de ciências da natureza e matemática nos PCN+ explicitam o domínio da representação e da comunicação como pautas fundamentais para o estudante, sendo que a competência de química aborda os conceitos investigativos e suas compreensões associados à uma contextualização sociocultural. Em outras palavras, investigação como objeto de inserção do estudante

nos diferentes setores da sociedade e suas relações com aspectos políticos, econômicos e sociais (BRASIL, 2002).

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

As revisões da literatura são um processo de análise e pesquisa em bases de dados e têm como foco principal uma discussão objetiva e teórica acerca de determinado tema (CORDEIRO *et al.*, 2007). Este trabalho consiste em uma revisão da literatura de tipo narrativo frente à temática de investigação como uma metodologia ativa de ensino, com foco no ensino de ciências para a educação básica.

A revisão narrativa é muito adequada a trabalhos de conclusão de curso como este porque garante uma abordagem metodológica generalizada a respeito da temática escolhida, a qual é eminentemente ampla. Dessa forma, não foram definidos recortes ou períodos específicos. O que se fez foi abordar os aspectos mais significativos encontrados. Além de garantir uma visão qualitativa e sintetizada dos artigos revisados, podendo ser útil para futuros pesquisadores, a revisão narrativa não possui um protocolo rigidamente definido para fundar sua base teórica, tampouco as fontes utilizadas são predeterminadas (ROTHER, 2007).

A revisão narrativa abordada neste trabalho é um método de análise mais amplo, procurando viabilizar e conectar o leitor às bases de dados revisadas; e tem um papel preestabelecido: prover aos leitores conhecimento atualizado. Assim, foram pesquisados artigos com a temática “ensino por investigação”, “aprendizagem por investigação” e seus respectivos correspondentes em inglês e espanhol “*inquiry based learning*” e “*enseñanza reflexiva*” para sustentar a base teórica dos dados aqui abordados. Foram selecionados e revisados artigos que abordassem a temática frente ao ensino de ciências, sendo dada a respectiva prioridade para os artigos que focassem na temática frente ao ensino de química. As pesquisas foram feitas na plataforma *Google Scholar*.

CAPÍTULO 4 – MODELOS E METODOLOGIAS UTILIZADOS NO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Este capítulo tem por finalidade elucidar e explicitar os modelos e as metodologias mais recorrentemente abordados no ensino por investigação e expor cada um deles e suas particularidades, bem como definir os níveis de investigação utilizados no ensino de ciências por investigação.

4.1 Estrutura da investigação em metodologias de ensino por investigação

4.1.1 Introdução

Os níveis de investigação são classificados na literatura de acordo com as etapas propostas nas atividades durante o processo de aprendizagem. É possível classificar a investigação, segundo Zômpero e Laburú (2011), de acordo com seu formato de investigação, em um certo grau de generalização. Ela pode ser aberta ou fechada, sendo a investigação aberta uma metodologia ampla sem resultado único e pré-definido, e a investigação fechada, em contraste, tendo um único caminho e um único resultado definidos anteriormente à atividade proposta, como explicitado por Costa (2017).

Dois extremos que podem também ser aplicados à classificação da metodologia de investigação dizem respeito a estruturação da investigação. Em uma metodologia estruturada, o professor serve como um guia dos alunos durante a abordagem, atuando em todas as etapas do processo, dando dicas e auxiliando de maneira mais ativa, como afirma Azevedo (2004). Na metodologia não estruturada ou indireta, o professor não atua como guia ou tem qualquer tipo de papel auxiliador, mas

deixa os alunos irem progredindo conforme suas próprias percepções em cada etapa do processo.

Ainda podemos classificar a investigação quanto ao nível de atividade do papel do professor ou do aluno, de forma algo ligada à classificação por estruturação há pouco mencionada. No primeiro caso, o docente propõe as questões e o problema a serem definidos, de maneira a planejar o processo e coordenador os passos a serem dados pelos alunos. No segundo caso, Baptista (2010) reitera que a ideia é que o próprio aluno defina o problema a ser investigado e as possíveis questões a serem respondidas com absoluta autonomia, podendo chegar a conclusões corretas ou erradas, a depender do caminhar da investigação.

É importante ressaltar que a estruturação, o nível de autonomia docente-estudante e o formato da investigação não são interdependentes, podendo, segundo Zômpero e Laburú (2011), uma investigação ocorrer da maneira mais adequada para o estudante e para o professor naquele momento e naqueles conteúdos abordados especificamente.

Segundo Azevedo (2004), no entanto, a classificação mais aceita é a divisão do processo investigativo em investigação estruturada, investigação guiada e investigação aberta. Essas três seriam classificações gerais mais compreendidas dentro da generalização do formato da metodologia. Os pontos positivos e negativos de cada classificação serão abordados nas seções subsequentes.

4.1.2 Investigação estruturada

A investigação estruturada, como o nome já resalta, é um tipo de investigação de formato fechado, em que o docente atua de maneira completamente ativa em cada passo do processo de investigação. É uma metodologia focada no professor, sendo que é este quem define a problemática, utilizando o próprio método de pesquisa e já preparando as próprias respostas de possíveis perguntas que possam ser feitas ao longo da investigação, segundo Baptista (2010). É o tipo de metodologia mais frequentemente adotada pelos docentes, por ser mais conveniente e mais fácil de ser aplicada. No entanto, como os alunos não têm autonomia, pode ser uma atividade desmotivadora, segundo Zômpero e Laburú (2011), e, com isso, não haver tanto engajamento por parte dos estudantes.

4.1.3 Investigação aberta

Essa metodologia de investigação, segundo Zômpero e Laburú (2011) e Baptista (2010), é a que permite a maior autonomia dos estudantes entre as três aqui apresentadas. Os discentes decidirão as atividades e a pesquisa por si só, determinando, de certa forma, o assunto que aprenderão e sendo totalmente ativos nos seus processos de aprendizagem. Como há a completa liberdade de questionamento, tomada de decisões e definição de conclusões, é uma metodologia pouco centrada no professor, sendo considerada uma prática similar ao trabalho de um cientista.

4.1.4 Investigação guiada

A investigação guiada ou modelo de investigação guiada, como o nome já propõe, é considerada por Baptista (2010) uma metodologia combinada entre a investigação estruturada e a investigação aberta, com a ressalva de que o professor não define todas as etapas do processo metodológico, apenas orienta os alunos em escolhas de materiais ou formatos de pesquisa, não dando respostas diretas ou resoluções para problemas propostos. A ideia é que o docente auxilie os alunos a se tornarem independentes e conscientes de suas próprias ações e escolhas durante o processo de investigação, ainda segundo Baptista (2010). Os alunos desenvolvem habilidades, assim como criam soluções baseadas em suas percepções, o que os favorecerá em trabalhos futuros.

4.2 Sequências de ensino investigativas (SEIs)

Carvalho (2013) caracterizou e dividiu as sequências de ensino investigativas (SEIs) em quatro etapas: a definição do problema; a sistematização do conhecimento associada à resolução deste problema; a contextualização social desse conhecimento, trazendo-o para a realidade do aluno; e o método de avaliação.

O problema escolhido, segundo Carvalho (2013), pode variar em fonte, sendo experimental ou não. Excepcionalmente, em casos de experimentações que causem algum tipo de perigo ao estudante, pode haver uma demonstração investigativa. Entretanto, a ideia é que, independentemente do problema selecionado para dar início à metodologia, sempre haja formação de pequenos grupos, abertura para debates entre os grupos com o auxílio do professor e, também, a elaboração de um texto afirmativo, definindo e elucidando o problema apresentado.

Para a segunda etapa, Carvalho (2013) afirma que a metodologia consiste na sistematização do conhecimento, ou seja, a ideia é desenvolver um processo reflexivo para os alunos. Eles devem propor etapas para a resolução do problema apresentado, mas de maneira consciente, refletindo sobre suas escolhas. O docente deve construir algum material auxiliar para permitir o acesso dos alunos a uma linguagem mais científica associada à sistematização do problema e, com isso, favorecer a disponibilização das temáticas do conteúdo abordado.

A terceira etapa diz respeito à contextualização da problemática frente à sociedade. Carvalho (2013) reitera a importância de associar a problemática ao contexto social do aluno, permitindo uma reflexão frente ao seu papel enquanto indivíduo participativo e pertencente a um coletivo. Ao final da SEI, a mencionada autora sugere que haja uma avaliação e que o método avaliativo escolhido seja coerente com a metodologia proposta, de forma a compatibilizar os objetivos de ensino.

4.3 Modelo instrucional de investigação 5E

4.3.1 Introdução

O modelo instrucional de ensino por investigação 5E, sugerido por Bybee e demais colaboradores (2006), fundou-se, em sua origem, nos pensamentos e contribuições para a área de pedagogia de Johann Herbart e John Dewey, como defendido por Freitas e Bonfim (2022) e pelos próprios autores do modelo.

Originalmente, foram desenvolvidas cinco etapas metodológicas para aplicação do modelo, explicitadas em ordem e com as respectivas traduções livres colocadas em parênteses: *engagement* (empenho), *exploration* (exploração), *explanation* (explicação), *elaboration* (elaboração) e *evaluation* (avaliação) (BYBEE *et al.*, 2006).

A primeira etapa, denominada de *engagement*, Freitas e Bonfim (2022) afirmam ter como objetivo o primeiro contato dos estudantes com a atividade investigativa e as formas adotadas pelo docente em trazer engajamento com a temática. Gioppo, Silva e Barra (2006) asseguram que atividades que despertem a curiosidade dos estudantes são primordiais nessa etapa.

Bybee e demais colaboradores (2006) mostram que a etapa subsequente, denominada de *exploration*, dispõe de observações dos estudantes, proposição de hipóteses e desenvolvimento de passos até a resolução da problemática apresentada com os conceitos, equivocados ou não, já preestabelecidos pelos alunos. Gioppo, Silva e Barra (2006) reafirmam a importância de induzir o processo investigativo, dando sequência à etapa preliminar descrita anteriormente.

Na terceira etapa, chamada de *explanation*, Bybee e colaboradores (2006) categorizam como a etapa para proposição de hipóteses. Freitas e Bonfim (2022) reiteram que, por haver a oportunidade de os estudantes descreverem conceitos e habilidades, ela se configura como uma das mais importantes do modelo. Segundo os autores do modelo, o professor pode dar alguma explicação adicional ou inserir algum conceito, com o objetivo de promover um debate mais aprofundado.

A penúltima etapa, *elaboration*, é definida por Bybee e colaboradores (2006) como a etapa de aprofundar conceitos a partir do que foi construído. Gioppo, Silva e Barra (2006) afirmam que os docentes devem ter participação mais ativa nessa etapa e desafiar os alunos a ampliar seus pontos de vista a respeito das hipóteses e do caminho da investigação.

Por fim, a última etapa, *evaluation*, segundo os autores Bybee e colaboradores (2006), é o momento de avaliar o progresso obtido. Os autores afirmam que é importante que o docente tome notas a respeito do nível de aprendizagem de cada aluno. Gioppo, Silva e Barra (2006) afirmam que é o momento de identificar se os objetivos educacionais foram atingidos. Freitas e Bonfim (2022) defendem que a avaliação nessa etapa deve ser feita da maneira que o docente julgar mais adequada.

4.3.2 Modelo instrucional de investigação 7E: aperfeiçoamento do modelo 5E

Dias e Reis (2017) definem o modelo instrucional de investigação 7E como o aperfeiçoamento do modelo instrucional 5E. Uma das novas etapas, acrescentada ao início do modelo anterior e com tradução livre em parênteses, é *elicit* (extrair). A ideia, segundo Dias e Reis (2017), é obter a maior quantidade de conhecimentos prévios dos alunos, o que é de suma importância para o processo investigativo.

A outra nova etapa definida para o modelo dos 7E, acrescida após a última etapa do modelo 5E, com tradução livre em parênteses, é *extend* (ampliar). Dias e Reis (2017) também defendem a importância dessa etapa, que tem como objetivo principal a aplicação dos conhecimentos obtidos pelo aluno, de forma a direcioná-lo em situações presentes em seu contexto social.

4.4 Modelo de Mudança Conceitual (MMC)

A ideia de mudança conceitual foi proposta originalmente por Posner em 1982 e trata da configuração de um novo conhecimento a partir de concepções prévias já existentes, como descrito por Arruda e Villani (1994). Os autores destacam que, com o advento dos avanços científicos, principalmente nas décadas de 1950 e 1960, algumas definições falhavam em explicar fenômenos e esse fato era diretamente responsável pela criação das chamadas concepções espontâneas nos estudantes, que são estruturas intuitivas e que constituem conhecimentos baseados em senso comum, distantes do entendimento real de dado conceito.

Arruda e Villani (1994) e Johnson, Naele e Smith (1990) afirmam que o modelo de mudança conceitual se baseia em quatro etapas, sendo a primeira a insatisfação com um conceito pré-existente, seguida da inteligibilidade, da plausibilidade e da fertilidade com o novo conceito ou concepção. A insatisfação parte de uma acomodação, ou seja, a ideia de que não há outra maneira de compreender o fenômeno ou de resolver determinado problema com as ferramentas existentes.

A ideia é que, para que haja uma mudança conceitual, segundo Arruda e Villani (1994) e Johnson, Naele e Smith (1990), primeiro se faz necessária a existência de inteligibilidade, ou seja, o novo conceito deve fazer sentido para quem o está aprendendo. Então, segue a etapa de plausibilidade desse novo conceito, que seria a verificação de sua capacidade de resolução das problemáticas existentes e de ser consistente e coerente com outras concepções do aprendiz. Por fim, a fertilidade: analisar se esse novo conceito abre alas ou conduz para a compreensão de novos fenômenos (ARRUDA; VILLANI, 1994; JOHNSON; NAELE; SMITH, 1990).

CAPÍTULO 5 – PAPEL DA AVALIAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

Este capítulo tem por objetivo contextualizar historicamente a avaliação de aprendizagem, bem como os objetivos da avaliação de aprendizagem para o ensino investigativo e técnicas educacionais que possam agregar à metodologia de ensino de ciências por investigação.

5.1 Contexto histórico da avaliação de aprendizagem

O atual cenário de avaliação escolar brasileiro, na perspectiva de Luckesi (2005), remete a uma pedagogia pautada nas classes dominantes da sociedade, mais especificamente a um modelo de sociedade liberal conservador criado na revolução francesa, no século XVIII. O autor reitera que as ideias que nortearam os movimentos reacionários no que diz respeito ao liberalismo ainda estão plenamente presentes e definem constantemente a sociedade atual.

Para Luckesi (2005), as pedagogias subsequentes, que nortearam os modelos atuais pedagógicos de movimentos seguintes à Revolução Francesa, ainda se encontram sob sua influência, encrustadas nesses mesmos referenciais teóricos criados anteriormente. O autor classifica os modelos pedagógicos produzidos pelo movimento liberal em pedagogia renovada (ou escolanovista), pedagogia tradicional e pedagogia tecnicista.

A pedagogia tradicional seria aquela baseada em transmissão de conteúdo e conhecimento, centrada na parte intelectual e em um professor que define categoricamente como o conhecimento é passado e aprendido. A pedagogia escolanovista seria voltada para a valorização dos alunos e de suas especificidades, para a construção do conhecimento e com liberdade de produção. Por fim, a pedagogia tecnicista seria concentrada decisivamente no rendimento e nos meios técnicos de transmissão (LUCKESI, 2005).

Luckesi (2005) reitera que a pedagogia pautada no conservadorismo social liberal somente garantia igualdade frente à formalidade de suas ideias, o que não se traduzia na realidade. O autor, então, menciona três movimentos pedagógicos que se formaram à época da produção de seu livro e ainda ativos, baseados em uma sociedade mais igualitária.

Esses movimentos são a pedagogia libertadora de Paulo Freire, pautada em uma conscientização política e cultural fora do contexto escolar; a pedagogia libertária, que representa uma escola com papéis político e emancipativo em relação aos educandos; e a pedagogia dos conteúdos socioculturais, hoje denominada de pedagogia crítico-social, que defende que a educação deve, necessariamente, corresponder aos interesses dos menos favorecidos e das classes populares, sendo pautada no materialismo histórico dialético de Marx (LUCKESI, 2005; SAVIANI, 2012).

Essas correntes pedagógicas não hegemônicas, ilustradas por Luckesi (2005) e Saviani (2012), não se encontram na maioria das estruturas escolares atuais, sendo ainda mais raras no que diz respeito à avaliação de aprendizagem. Segundo Luckesi (2005), as avaliações de aprendizagem do início do século XXI reforçam o autoritarismo ainda tão presente em nossa sociedade, explicitado por uma estrutura totalmente disciplinadora por parte dos docentes e que reflete na realidade da maioria das escolas no Brasil.

Antes do século XVI, de acordo com Luckesi (2005) e Saviani (2012), as escolas não se configuravam como os modelos atuais. Eram relações de mestres e aprendizes e essas oficinas, como eram chamadas, eram estruturadas com um mestre lidando diretamente com dois ou três aprendizes no máximo. No entanto, com o passar dos anos, a ideia de um mestre ensinar mais aprendizes se fortaleceu e outra questão veio à tona: como identificar o efetivo aprendizado? Assim, a avaliação garantiu seu espaço nas atividades escolares, seja por meio de exames de admissão ou de aprendizado.

Na perspectiva de Luckesi (2005), a avaliação de aprendizagem sempre teve como função base o diagnóstico, sendo uma pesquisa da qualidade de resultados. Tal prática não seria de resolução, mas de investigação de possíveis problemas que impedem o sucesso. Acontece que, ao longo do desenvolvimento das estruturas escolares, segundo o mesmo autor, a avaliação perdeu seu viés diagnóstico, tornando-se classificatória e permeada por um viés onde necessariamente prevalece

o arbítrio do professor na distinção aos alunos; viés, esse, reflexo de um modelo de sociedade autoritário. Luckesi (2005), sobre esse viés, reitera que:

[...] o professor traduz um modelo social, traduzido num modelo pedagógico, que reproduz a distribuição social das pessoas: os que são considerados "bons", "médios" e "inferiores" no início de um processo de aprendizagem permanecerão nas mesmas posições, no seu final. [...] Assim sendo, a sociedade definida permanece como está, pois a distribuição social das pessoas não pode ser alterada com a prática pedagógica, mesmo dentro dos seus limites (LUCKESI, 2005, p. 36).

Como garantir, então, que o estudante e os docentes, principalmente, procedam a esse resgate histórico-social que valoriza o aprendizado efetivo e a autonomia, em vez de categorizar e subjugar? Luckesi (2005) ainda pauta a necessidade de a avaliação ultrapassar o olhar imperioso e posicionar-se a serviço de uma pedagogia preocupada com a transformação social.

5.2 Dos objetivos da avaliação de aprendizagem

Para Silva e Moradillo (2002), a avaliação de aprendizagem é uma forma de organizar e auxiliar o processo de ensino do professor, assim como de medir, de mensurar o processo de aprendizagem do aluno. Luckesi (2005), por sua vez, define-a como um sinalizador na busca de um efetivo resultado, demonstrando se ele foi ou não atingido com um nível de qualidade específico determinado pela instituição ou pelo docente.

Silva e Moradillo (2002) reiteram que a avaliação de aprendizagem escolar tem como objetivo específico reforçar ou desencadear a aprendizagem do aluno, de forma que seja adaptada em cada etapa do processo de ensino-aprendizagem. Para tais autores, é importante olhar para cada estudante como um ser individual e procurar se adequar às suas necessidades.

André (1996) ressalta o papel social da avaliação de aprendizagem, afirmando que os critérios e as normas estabelecidos são resultantes de uma conjuntura social. Ela lembra, porém, que decisões e ações são tomadas a partir do pressuposto de que essa realidade é a única possível. Por isso, a autora posiciona-se no sentido de que a avaliação deva ir além da fabricação da dita excelência escolar, fugindo desse

modelo meritocrático e classificatório que é um dos principais responsáveis pela evasão escolar.

A partir de uma perspectiva dialética da realidade, Silva e Moradillo (2002) explicitam a constante mudança presente em nossa sociedade e a necessidade de constante adequação frente aos novos desafios, o que implica que não se pode formar concepção inabalável de realidade. Em particular, essa ideia se aplica à avaliação de aprendizagem, considerando que os resultados partem de indivíduos únicos, com experiências individuais e expectativas diferentes em relação à escola. Isso é determinante na compreensão do processo de ensino-aprendizagem de cada um.

Segundo Luckesi (2005), a avaliação de aprendizagem representa um contexto político-social de uma classe dominante frente aos objetivos educacionais da escola. E a escola, por sua vez, ainda que inconscientemente, encontra-se inserida nesse contexto, perpetuando esses comportamentos frente aos educandos. Luckesi (2005) também destaca a necessidade de mudança da estrutura avaliativa, mas, mais amplamente, a mudança da perspectiva social, de forma a reduzir a evasão dos alunos das escolas.

Quanto aos objetivos da avaliação de aprendizagem, André (1996) realça impulsionar o processo de construção de conhecimentos, bem como seus ganhos e perdas, seus sucessos e fracassos. Além disso, a autora também identifica que a avaliação é parte integrante do projeto educativo, devendo ser relacionada ao sujeito e suas subjetividades e, assim, ser aplicada com critérios a partir dos quais se ampliam os resultados esperados. A autora ainda afirma que mudar a avaliação escolar é mudar a escola e, conseqüentemente, a estrutura social ao redor. Essa mudança de perspectiva exigiria a renúncia de mecanismos antigos e a pactuação de novos processos e relações escolares.

Para Luckesi (2005), o objetivo da avaliação de aprendizagem é o de diagnóstico. Ou seja, determinar a causa do problema a partir desse diagnóstico e identificar o que está impedindo o sucesso, a partir das métricas definidas. Dessa forma, o autor destaca a importância de uma relação bilateral entre instituição e aluno, sendo a instituição representada pelo professor, que é quem aplica a avaliação, para não definir que a culpa do insucesso ou da falta de aprendizagem é exclusivamente do aluno, podendo a instituição ser tão culpada quanto o estudante pelo objetivo não atingido.

5.3 Práticas avaliativas pautadas no ensino por investigação

As práticas avaliativas dentro da abordagem investigativa ainda são pouco exploradas em pesquisas, como afirmam Tebaldi-Reis, Bevilacqua e Coutinho-Silva (2021). Ao se adotar uma metodologia como o ensino por investigação, é necessário pensar em práticas avaliativas que aprimorem esse tipo de abordagem, como destacado por André e Darsie (2010). Também é necessário identificar, em cada etapa do processo, se os alunos estão sendo capazes de refletir sobre os seus saberes e tendo uma resposta crítica frente ao que foi aprendido e discutido em sala de aula. Dessa forma, há margem para a escolha de diferentes métodos que sejam condizentes com o modelo investigativo, em concordância com os objetivos educacionais definidos pelo docente.

Uma das práticas identificadas na literatura, presentes em textos de Azevedo (2004) e de Gioppo, Silva e Barra (2006), são as rubricas, que podem ser definidas como facilitadores de avaliações de desempenho. Elas exercem a função de guias, definindo critérios preestabelecidos pelo docente e servindo como materiais auxiliares para a identificação do nível de aprendizagem.

Outra prática descrita na literatura por Souza e Boruchovitch (2010) e por Ramos e Bagio (2020) como inovadora e auxiliadora no processo investigativo é a utilização de mapas conceituais ou mapas mentais como atividades avaliativas, de forma a acompanhar a aprendizagem dos alunos. Os mapas são utilizados como guias representativos formativos, que mostram as inter-relações entre determinados conceitos. Souza e Boruchovitch (2010) ainda destacam que os mapas conceituais possuem características como a priorização de conceitos ditos essenciais, a hierarquização de ideias, além da integração chave de conteúdos, de forma a favorecer a estruturação e a organização de significados para os alunos.

Uma prática avaliativa também levada em consideração no ensino investigativo, segundo Nora, Boietti e Corrêa (2021), é a autoavaliação. O objetivo é obter um retorno ativo de como o aluno enxerga a sua aprendizagem frente aos objetivos de ensino do docente. Além disso, o processo de autoavaliação permite que

os alunos tomem consciência de suas responsabilidades e identifiquem suas debilidades com maior clareza.

Os portfólios como instrumentos avaliativos também são descritos na literatura. São definidos por Lorenzon (2019) e Gioppo, Silva e Barra (2006) como recursos comunicadores entre os docentes e os discentes e, também, como auxiliares no desenvolvimento de habilidades metacognitivas. Lorenzon (2019) ainda defende a capacidade de os portfólios de gerarem um processo de autorreflexão nos alunos, o que os torna ativos perante o seu processo de aprendizagem

5.4 Técnicas educacionais pautadas no ensino por investigação

As técnicas educacionais se caracterizam como formas de abordagem que configuram experiências de aprendizagem distintas, como reiterado por André e Darsie (2010). Ao uni-las com o ensino por investigação, o docente pode optar por utilizá-las de forma a expandir o horizonte da metodologia e obter melhores resultados, como também, em alguns casos, utilizá-las como parte da etapa avaliativa. Além disso, é importante ressaltar que não há problema em unir técnicas educacionais em uma mesma sequência didática.

Uma técnica identificada na literatura e que é comumente adotada pelos docentes no ensino por investigação é a técnica de resolução de problemas, segundo Levorato (2018). A ideia é que os discentes passem pelas etapas de identificação do problema, geração e teste de hipóteses e interpretação de conclusões. Levorato (2018) também reitera que essa técnica colabora com o desenvolvimento cognitivo dos alunos e é responsável por promover o trabalho em equipe.

A experimentação é, também, uma técnica que pode ser abordada no ensino por investigação, de forma a instigar a curiosidade dos alunos, como visto em Costa (2017) e em Gonçalves e Goi (2018). Os alunos, a depender do formato de investigação adotado pelo professor, terão a oportunidade identificar na prática os conhecimentos e estarão, indiretamente, aprendendo e desenvolvendo habilidades de pesquisas e metodologias científicas.

A apresentação de uma situação-problema é mais uma dessas técnicas educacionais, como indicado por Silva, Campos e Almeida (2017), configurando-se como um caso ou exemplo de problema que, depois de apresentado para os alunos, deve ter a responsabilidade por sua resolução atribuída a estes aprendizes. É uma técnica que insere uma história adaptada de um contexto real, podendo trazer ao ambiente de sala de aula temáticas importantes, como nas áreas social e ambiental, além dos conhecimentos específicos da disciplina a ser abordada, como explicitam Silva, Campos e Almeida (2017).

Uma técnica educacional também presente nas bases de dados pesquisadas é o *role play*, em tradução livre, *interpretação de um papel*. Cardoso (2009) destaca que essa técnica consiste em que os discentes se coloquem no lugar de outra pessoa, como um personagem fictício, um cientista já falecido ou uma personalidade famosa. Ao fazê-lo, devem deixar seus sentimentos de lado e agir como entendem que a personalidade agiria naquela situação e naquele contexto. Cardoso (2009) reforça o papel fundamental do *role play* na promoção e no desenvolvimento de ferramentas de argumentação e de competências comunicativas dos estudantes.

Por fim, uma outra técnica educacional descrita na literatura, utilizada em diversas metodologias além do ensino por investigação, é o trabalho em equipe ou trabalho em grupo, como descrito em Carvalho (2013) e em Sedano e Carvalho (2017). O trabalho em grupo desenvolve a comunicação entre os estudantes, a proposição de hipóteses, o pensamento conjunto e a discussão para validação dessas hipóteses. Sedano e Carvalho (2017) ainda reforçam a importância de os docentes proporem que os grupos façam preferencialmente apresentações verbais, de forma a valorar e defender os resultados obtidos por meio do debate.

CAPÍTULO 6 – PAPEL DO PROFESSOR E SEUS OBJETIVOS PARA A PRÁTICA DOCENTE FRENTE AO ENSINO INVESTIGATIVO

Este capítulo tem por objetivo elucidar o papel do professor no ensino de ciências e no ensino investigativo e ressaltar as relações entre esses ensinamentos e a alfabetização científica.

6.1 O papel do professor no ensino de Ciências e a alfabetização científica

Segundo Sasseron e Duschl (2016), para se falar do papel do professor no ensino de ciências faz-se necessário, inicialmente, falar sobre o papel do ensino de ciências, em si, na escola. Para estes autores, o ensino de ciências se pauta na atividade científica investigativa ou na definição de ciência, que se formaliza em si, com metodologias e práticas, e esse rigor científico permeia o relacionamento dos alunos com os conhecimentos científicos.

Sasseron e Duschl (2016) também defendem que o objetivo do ensino de ciências se inter-relaciona com o objetivo da necessidade de se fazer ciência. Por sua vez, a ciência, segundo os autores, configurar-se-ia como atividade sociocultural, responsável por desenvolver as relações entre pessoas e suas experiências prévias e as possíveis interações entre ambos.

O ensino de ciências deve, portanto, partindo de um mesmo viés metodológico, segundo os mesmos autores:

[...] preocupar-se com o envolvimento que os estudantes têm não apenas com os conceitos e ideias em debate, mas, sobretudo, com o debate que ocorre. Assim, torna-se essencial entender como os estudantes interagem com os modos de propor, comunicar, avaliar e legitimar conhecimento. E, como é esperado que ocorra, será o professor o responsável por articular tais movimentos (Sasseron e Duschl, 2016, p. 57).

No caso, os autores reiteram que o ensino de ciências tem por objetivo promover o envolvimento do estudante, o engajamento com a ideia abordada, e não só apresentar um emaranhado de informações soltas e desconexas. O professor, por sua vez, é o pivô dessa relação.

Seixas, Calabro e Sousa (2017) afirmam que, no Brasil, a incorporação do ensino de ciências seguiu modelos padronizados desenvolvidos principalmente nos Estados Unidos e na Europa, tendo se fortalecido em um período de pós-ditadura. Inicialmente, uma maior preocupação com o currículo de ciências nas escolas ocorreu por uma elevada industrialização ocorrida na década de 1960, e a ideia era, justamente, a formação de mais cientistas e trabalhadores.

Somente a partir da década de 1990, ainda segundo Seixas, Calabro e Sousa (2017), com a incorporação das ideias de Vygotsky, que o currículo de ciências agregou uma percepção sociocultural, ou seja, que a construção da aprendizagem dos estudantes se faria mais palpável a partir das interações com seus respectivos meios. Assim, incorporou-se a ideia de os estudantes participarem mais ativamente do processo de ensino-aprendizagem, construindo seu conhecimento com o professor, por meio de uma relação bilateral.

No entanto, os pressupostos teóricos do ensino de ciências ainda se distanciam da realidade. Isso ocorre, como destacam Seixas, Calabro e Sousa (2017), em função de uma dificuldade de rompimento com o ensino de ciências tradicionalista; das frequentemente precárias condições de trabalho dos docentes; dos recorrentemente falhos currículos de formação de professores; do autoritarismo ainda tão presente nas relações pedagógicas; e da falta de políticas públicas que antevejam as necessidades de formação de cidadãos críticos.

O papel do professor no ensino de ciências, portanto, não pode e nem deve ser classificado meramente como o de um “passador” ou de um “organizador” de informações. É papel do professor e objetivo do ensino de ciências, segundo Sasseron (2013), promover a alfabetização científica dos estudantes. E alfabetizar cientificamente não se configura como um processo estático, mas pressupõe desenvolver a capacidade dos estudantes de tomarem decisões conscientes, sobretudo em contextos do cotidiano e da sociedade.

Sasseron e Carvalho (2011) enxergam a alfabetização científica como sendo dividida em etapas estruturantes. A primeira etapa se configura como a compreensão

de termos e conceitos científicos e a identificação desses termos em seu cotidiano; a segunda etapa, por sua vez, visa aspectos de compreensão em relação à natureza das ciências e os pontos determinantes que envolvem a ética e a política dessas práticas; e, por fim, a terceira etapa contempla os conhecimentos das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e, mais recentemente, ambiente.

Auler e Delizoicov (2001) enxergam a alfabetização científico-tecnológica sob duas perspectivas: reduzida e ampliada. A reduzida foca nos conceitos em uma dimensão exclusivamente técnica, não colaborando para a criticidade do pensamento. A ampliada, por sua vez, aborda os conceitos com um objetivo mais abrangente, relacionando-os a temas socialmente relevantes e trazendo o questionamento como peça fundamental. Nessa mesma linha, os autores reforçam a importância do fazer ciência e do alfabetizar cientificamente como formas de exercício de cidadania e democracia. Em um contexto de sala de aula, cabe ao professor proporcionar a criação desse ambiente vinculado com as relações sociais.

Portanto, o papel do professor no ensino de ciências tem um viés social, cultural e pedagógico, segundo Sasseron e Carvalho (2011). Trata-se de um papel transformador, que tem como alguns de seus objetivos agregar conhecimentos, promover debates e discussões, desenvolver a argumentação e o pensamento crítico dos estudantes, permitindo a estes transformar o contexto que os cerca.

6.2 O professor no ensino por investigação

As pesquisas voltadas para o ensino de ciências por investigação passaram a ter constância em função do aparecimento gradual de alguns periódicos nos anos 2000, tendo aumentado consideravelmente em quantidade a partir do ano de 2014, segundo pesquisa bibliográfica feita por Tebaldi-Reis, Bevilacqua e Coutinho-Silva (2021).

Esse aumento considerável em pesquisas voltadas para a temática de ensino por investigação explicita a necessidade dos docentes de agregarem práticas educacionais que fujam do caráter pragmático e decorativo. Para Tebaldi-Reis, Bevilacqua e Coutinho-Silva (2021), o ensino de ciências por investigação se

popularizou por configurar um grande marco para o desenvolvimento da alfabetização científica nas aulas de ciências.

Sasseron (2015) defende que o ensino por investigação e a alfabetização científica estão diretamente relacionados e que não é possível falar de um sem falar necessariamente do outro. O ensino por investigação se configura, ainda segundo a autora, como uma abordagem didática que tem por objetivo fazer com que os estudantes evoluam e desempenhem atividades de investigação de problemas, contribuindo para que desenvolvam técnicas e habilidades. Para Krasilchik (1992), a alfabetização científica é parte fundamental das linhas de investigação para o ensino de ciências e tem importante papel social na democratização do ensino.

Brito e Fireman (2016) defendem que, nas práticas investigativas, a metodologia apresentada pelo docente também faça parte da etapa de aprendizagem, por estar em consonância com as características da natureza das ciências. Os autores reforçam a importância de se ensinar metodologicamente, defendendo que a metodologia, para além dos conceitos trabalhados pelo professor, também ensina, e que, tanto a prática de ensinar sobre ciência, como fazer ciência, possibilitam formar um aluno alfabetizado cientificamente.

Carvalho (2013), por sua vez, remonta aos estudos de Piaget e Vygotsky para descrever o papel do professor na construção de sequências de ensino investigativas. A autora descreve ações e tomadas de consciência dos docentes consideradas fundamentais à prática do ensino investigativo. Ela destaca, inicialmente, a importância de uma problemática para o desenvolvimento de um novo conhecimento e, então, reitera que novos conceitos sempre terão suas origens em conceitos previamente existentes, sendo importante que o professor saiba da importância do erro e permita que os alunos reflitam sobre os seus erros.

Em sequência, Carvalho (2013) reforça que o entendimento da necessidade de se passar da ação manipulativa para a ação intelectual é fundamental, ou seja, o professor tem o papel de transpor o conhecimento palpável, manipulável, para um modelo teórico que faça sentido para o estudante. A autora ainda destaca a importância da discussão, da argumentação e da linguagem como artefatos culturais de interação entre indivíduos, entendendo que o aprendizado se firma nesses processos sociais e que esses conhecimentos desenvolvidos por Vygotsky modificaram toda uma dinâmica interativa entre docente e aluno.

Ao se referir ao papel do professor no ensino por investigação, Sasseron (2013) reforça a importância da promoção da argumentação em sala de aula, definindo-a como prática fundamental em aulas de ciências. A autora destaca propósitos epistemológicos relacionados diretamente a ações epistemológicas que construam e desenvolvam uma boa argumentação, dentro de um contexto metodológico de ensino por investigação em sala de aula.

Sasseron (2013) afirma que os propósitos epistemológicos devem se encontrar internalizados e explicitados dentro do planejamento de aulas do professor. A autora classifica tais propósitos como retomada de ideias, proposição do problema, teste de possíveis ideias, delimitação de condições, identificação e reconhecimento de variáveis, correlação entre as variáveis identificadas e, por fim, a avaliação das ideias construídas.

Ademais, o que se pode inferir do papel do professor no ensino investigativo é que este se inter-relaciona diretamente, em seus fundamentos, com o propósito da alfabetização científica. E essa associação rompe com vieses tradicionalistas que distanciam ainda mais a realidade dos objetivos educacionais que permeiam o ensino de ciências.

Portanto, a prática construtivista do ensino por investigação não somente colabora para que o aluno se torne parte fundamental e prioritária do seu processo de aprendizagem, como também perpetua o papel do professor em consonância aos propósitos educacionais tão ostensivamente discutidos neste capítulo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de revisão se propôs a compilar, a partir da literatura especializada, visões acerca de uma metodologia de ensino de ciências em voga nos tempos atuais: o ensino por investigação. O objetivo principal com o trabalho foi o de obter conhecimento sintetizado, atualizado e confiável sobre o estado da arte da área, permitindo a potenciais leitores envolvidos com o ensino de ciências decidir conscientemente sobre a adoção desta metodologia.

A literatura sugere que a investigação atrelada ao processo educacional contribui para a construção de uma visão criativa em ciências, oferecendo aos alunos mais plena compreensão de fenômenos da natureza e mais profundo contato com o conhecimento científico, além de, em nível mais geral de formação, colaborar para formar alunos críticos e que desenvolvem com maior facilidade suas habilidades cognitivas.

Como descrito ao longo do trabalho, foi possível identificar que o ensino por investigação é uma metodologia que pode ser utilizada para que os alunos protagonizem seus processos de ensino-aprendizagem ao tomarem consciência de suas responsabilidades. A metodologia colaboraria, também, para a formação de alunos questionadores e, acima de tudo, cidadãos participantes do meio social que os cerca.

Ao realizar uma reflexão sobre o papel do professor no ensino investigativo, a literatura retrata a forte inter-relação entre alfabetização científica e ensino por investigação, caracterizando o professor como um intermediador do processo. Produções acadêmicas da área ainda dizem que o ensino investigativo leva os estudantes a lidar com coletas de dados, com formulações de hipóteses, com discussões, debates e reflexões, além de fortalecer a democratização do ensino de ciências como um todo. Porém, a literatura mesma percebe o ensino por investigação como uma metodologia de mais difícil abordagem: é o que se viu nos artigos revisados e é algo que a presente revisão logrou fazer emergir.

É importante ressaltar que as pesquisas em ensino por investigação começaram a aparecer com maior frequência nos periódicos especializados somente

a partir do ano de 2014, o que demonstra ser esta uma área ainda em fase de maturação. Pesquisas a respeito de práticas avaliativas ainda são escassas no contexto da metodologia de ensino por investigação, o que pode se caracterizar como um campo aberto para novos desenvolvimentos. De forma mais ampla, a crescente preocupação em pesquisas com a temática pode se configurar, também, como um ponto em aberto para se fortalecer a área como um todo.

REFERÊNCIAS

- ANDRÉ, M. E. D. A. Avaliação escolar: além da meritocracia e do fracasso. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, n. 99, p. 16–20, 1996. Disponível em: <https://publicacoes.fcc.org.br/cp/article/view/781>. Acesso em: 8 set. 2022.
- ANDRÉ, M. E. D. A.; DARSIE, M. M. P. O Diário Reflexivo, Avaliação e Investigação Didática. *Meta: Avaliação*, v. 2, n. 4, p. 13-30, 2010. Disponível em: <https://revistas.cesgranrio.org.br/index.php/metaavaliacao/article/view/66>. Acesso em: 7 jul. 2022.
- ARRUDA, S. M.; VILLANI, A. Mudança conceitual no ensino de ciências. *Caderno Brasileiro do Ensino de Física*, v. 11, n. 2, p. 88-99, 1994. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7152>. Acesso em: 18 mar. 2022.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio*, v. 3, n. 2, p.122-134, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172001030203>. Acesso em 19 jan. 2023.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. *Vivências em Ensino de Ciências*, v. 1, n. 1, p. 86-94, 2004. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/vivencias/article/download/238883/30606>. Acesso em 14 mar. 2022.
- BAPTISTA, M. *Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico*. 2010. 561 p. Tese (Doutorado em Didática das Ciências) – Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/1854/7/Cap.%204.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 5 mar. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)*. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2022.
- BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 18, n. 1, p. 123-146, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172016180107>. Acesso em: 8 set. 2022.

BRITO, B. W. C. S.; BRITO, L. T. S., SALES, E. S. S. Ensino por Investigação: Uma abordagem didática no ensino de Ciências e Biologia. *Vivências em Ensino de Ciências*, Pernambuco, v.2, n.1, p 54-60, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/vivencias/article/view/238687/30425>. Acesso em: 15 abr. 2022.

BURIASCO, R. L. C.; FERREIRA, P. E. A.; CIANI, A. B. Avaliação como Prática de Investigação. *Boletim de Educação Matemática*, São Paulo, v. 22, n. 33, p. 69-96, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291221900005>. Acesso em: 18 jul. 2022.

BYBEE, R. W.; TAYLOR, J. A.; GARDNER, A.; SCOTTER, P. V.; POWELL, J. C.; WESTBROOK, A.; LANDES, N. *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. BSCS Science Learning, Colorado Springs, 2006. Disponível em: https://bscs.org/wp-content/uploads/2022/01/bscs_5e_full_report-1.pdf. Acesso em: 10 mar. 2022.

CARDOSO, A. F. M. P. *O Role Play como ferramenta no desenvolvimento das competências comunicativas dos alunos do ensino básico*. 2009. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ensino do Inglês e do Alemão no Ensino Básico) – Faculdade de Letras, Universidade do Porto, Porto, 2009. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/20355/2/mestandrecardosorole000084961.pdf>. Acesso em. 10 set. 2022.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20, 2013. Disponível em <http://11nq.com/PDCot>. Acesso em: 10 set. 2022.

CORDEIRO, A. M.; OLIVEIRA, G. M.; RENTERIA, J. M.; GUIMARÃES, C. A. Revisão sistemática: Uma revisão narrativa. *Colégio Brasileiro de Cirurgias*, Rio de Janeiro, v. 34, n.6, p. 428-431, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcbc/a/CC6NRNtP3dKLgLPwcmV6Gf>. Acesso em: 21 fev. 2022.

COSTA, M. K. S. Ensino por investigação: Problematizando uma aula de magnetismo. *Vivências em Ensino de Ciências*, v.1, n.1, p. 86-94, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/vivencias/article/view/238883/30606>. Acesso em: 10 abr. 2022.

COUTINHO, C. P. *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: teoria e prática*. Coimbra: Edições Almedina, p. 7-38, 2014. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1uQevwt1lxKLnlxxhH13Vf78g5DiiY3Ej>. Acesso em: 10 fev. 2022.

DEMO, P. Educação científica. *Revista Brasileira de Iniciação Científica*, São Paulo, v.1, n.1, p. 1-19, 2014. Disponível em: <https://periodicos.itp.ifsp.edu.br/index.php/IC/article/view/10/421>. Acesso em: 21 fev. 2022.

DIAS, C. P.; REIS, P. O Desenvolvimento de Atividades Investigativas com Recurso à Web 2.0 no Âmbito da Investigação e Inovação Responsáveis. *Sisyphus - Journal of Education*, v. 5, n. 3, p. 68-84, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10451/29642>. Acesso em: 15 out. 2022.

FREITAS S. G.; BONFIM, S. F. Modelo dos 5E no ensino investigativo das características hereditárias em condições remotas. *Conexão ComCiência*, v. 2, n. 1, 2022. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/conexaocomciencia/article/view/6817>. Acesso em: 15 ago. 2022.

GIOPPO, C.; SILVA, R. V.; BARRA, V. M. M. *A avaliação em ciências naturais no ensino fundamental*. 1ª ed. Curitiba: Ed. UFPR, 2006. 158 p. Disponível em: http://www.cinfop.ufpr.br/pdf/colecao_2/caderno_ciencias_final.pdf. Acesso em: 23 set. 2022.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. A experimentação investigativa no ensino de Ciências na educação básica. *Debates em Ensino de Química*, v. 4, n. 2 (esp), p. 207–221, 2019. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1840>. Acesso em: 28 set. 2022.

JOHNSON, V.; NAELE, D. C.; SMITH, D. Implementing Conceptual Change Teaching in Primary Science. *The Elementary School Journal*, v. 91, n. 2, p. 109-131, 1990. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1001746>. Acesso em: 15 ago. 2022.

KLIMENKO, O.; ÁLVARES, J. L. Aprender cómo aprendo: la enseñanza de estrategias metacognitivas. *Educación y Educadores*. v. 12, n. 2, p. 11-28, 2009. Disponível em: <https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/1483>. Acesso em: 15 mar. 2022.

KRASILCHIK, M. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. *Em Aberto*, v. 11, n. 55, p. 3-8, 1992. Disponível em: <http://emaberto.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/2153/1892>. Acesso em: 18 jan. 2023.

KRUGER, L. M. *Método tradicional e método construtivista de ensino no processo de aprendizagem: uma investigação com os acadêmicos da disciplina Contabilidade III do curso de Ciências Contábeis da Universidade Federal de Santa Catarina*. 2013. 165 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Contabilidade) – Centro Sócio-Econômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/107294/320036.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2022.

LEVORATO, A. C. C. S. *O Ensino por Investigação por meio da resolução de problemas: análise de uma Sequência Didática para o ensino de microrganismos e vírus*. 2018. 187 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018. Disponível em: <https://pos.uel.br/pecem/wp->

content/uploads/2021/08/LEVORATO-Ana-Carolina-Cola-Santos.pdf. Acesso em: 20 set. 2022.

LORENZON, M. Os portfólios como instrumento avaliativo em uma proposta de Ensino por Investigação. *Insignare Scientia*, v. 1, n. 3, p. 1-18, 2019. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/10595/7099>. Acesso em: 7 set. 2022.

LUCKESI, C. C. *Avaliação da Aprendizagem Escolar: estudos e proposições*. 17^a ed. São Paulo: Cortez, 2005. Disponível em: <https://www.novaconcursos.com.br/blog/pdf/avaliacao-aprendizagem-escolar.pdf>. Acesso em: 25 out. 2022.

NORA, P. S.; BROIETTI, F. C. D.; CORRÊA, N. N. G. A Autoavaliação como Processo de Metacognição na Aprendizagem de Química. *Debates em Ensino de Química*, v. 7, n. 3, p. 196–213, 2021. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/3347>. Acesso em: 15 ago. 2022.

RAMOS, R. P.; BAGIO, V. A. Mapas conceituais no ensino de ciências: uma estratégia potencialmente significativa para o processo didático. *Exitus*, v. 10, n. 1, p. e020113, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.24065/2237-9460.2020v10n1ID1282>. Acesso em: 7 nov. 2022.

ROTHER, E. Systematic literature review X narrative review. *Acta Paulista de Enfermagem*, São Paulo, v. 2, n.20, p.7-8, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ape/a/z7zZ4Z4GwYV6FR7S9FHTByr>. Acesso em: 21 fev. 2022.

SANTOS, C. O Método Socrático de Investigação e a Determinação dos Tipos de Virtude no Âmbito da Boa Vida. *Ítaca*, v. 1, n; 27, p. 42-77, 2010. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/ltaca/article/view/2415/2064>. Acesso em: 11 abr. 2022.

SÁ, E. F.; LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR, O. A. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 79-102, 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/viewFile/247/173>. Acesso em 3 de março de 2022.

SEIXAS, R. H. M.; CALABRÓ, L.; SOUSA, D. O. A Formação de professores e os desafios de ensinar Ciências. *Thema*, v. 14, n. 1, p. 289–303, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/413>. Acesso em: 4 nov. 2022.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, p. 41-62, 2013. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1926810/mod_resource/content/1/Sasseron_20

13_Interac%CC%A7o%CC%83es%20discursivas%20em%20sala%20de%20aula.pdf. Acesso em: 30 out. 2022.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*. v.17, n. especial, p. 49-67, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq>. Acesso em: 1 nov. 2022.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011. Disponível em: <http://143.54.40.221/index.php/ienci/article/view/246/172>. Acesso em: 4 nov. 2022.

SASSERON, L. H.; DUSCHL, R. A. Ensino de ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 21, n. 2, p. 52-67, 2016. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4204812/mod_resource/content/1/TEXTO%203_Ensino%20de%20Cie%CC%82ncias%20e%20as%20pra%CC%81ticas%20episte%CC%82micas.pdf. Acesso em: 5 nov. 2022.

SAVIANI, D. *A Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações*. 11^a ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2012. Disponível em: <https://shre.ink/1DLu>. Acesso em: 6 nov. 2022.

SEDANO, L.; CARVALHO, A. M. P. Ensino de ciências por investigação: oportunidades de interação social e sua importância para a construção da autonomia moral. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 10, n. 1, p. 199-220, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2017v10n1p199/34126>. Acesso em: 8 mar. 2022.

SILVA, F. C. V.; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. A. V. Situação-Problema sobre Radioterapia no Ensino Superior de Química: Contextos de uma Investigação. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 1, p. 14-25, 2017. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/593/563>. Acesso em: 10 nov. 2022.

SILVA, J. L. P. B.; MORADILLO, E. F. Avaliação, Ensino e Aprendizagem de Ciências. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 4, n.01, p.28-39, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/b6RJYFCQTy5WZCq8nSTV8xC>. Acesso em: 10 mar. 2022.

SIMÓN, Y. V.; CRUZ, L. R.; MELIAN, I. G. G. A prática reflexiva na formação de professores de espanhol como língua estrangeira. *Linguagem em Foco*, v. 13, n. 1, p. 257–273, 2021. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/linguagememfoco/article/view/4895>. Acesso em: 30 mar. 2022.

SOARES, S. V.; BEZERRA, C. W. B. O modelo instrucional 5E e o ensino de Química: definições e estratégias. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 1, p. e14511124654, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/24654/21715>. Acesso em: 30 out. 2022.

SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. Mapa conceitual: seu potencial como instrumento avaliativo. *Pro-Posições*, v. 21, n. 3, p. 173-192, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pp/a/ZKMq7ktRyLVJ6tQV49hVNbL>. Acesso em: 10 set. 2022.

TANG, X.; COFFEY, J.E.; ELBY, A.; LEVIN, D.M. The scientific method and scientific inquiry: Tensions in teaching and learning. *Science Education*, v. 94, n.1, p. 29-47, 2010. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/sce.20366>. Acesso em: 15 maio 2022.

TEBALDI-REIS, L.; BEVILACQUA, G. G.; COUTINHO-SILVA, R. Ensino de Ciências por investigação: contribuições de artigos de bases de dados abertas para a práxis docente. *Ensino de Ciências e Matemática*, v. 12, n. 3, p. 1-23, 2021. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2957>. Acesso em: 8 set. 2022.

URBACH, P. M.; QUINTON, A. M.; QUINTON, B.; LEA, K. M. Francis Bacon. *Encyclopedia Britannica*, 2022. Disponível em: <https://www.britannica.com/biography/Francis-Bacon-Viscount-Saint-Alban>. Acesso em: 21 fev. 2022.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 13, n. 3, p. 67–80, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/LQnxWqSrmzNsrRzHh3KJYbQ/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 16 maio 2022.