

Ensino por investigação: Alfabetização científica e argumentação na formação do pensamento crítico

Teaching by investigation: Scientific literacy and argumentation in the formation of critical thinking

José Ricardo Lopes da Silva

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

josericardolopes@prof.educacao.sp.gov.br

Zilene Moreira Pereira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

zilenemoreira@ufrj.br

Resumo

Para atender às demandas da sociedade, o ensino de ciências vem passando por uma série de reformulações. O presente trabalho busca apresentar o ensino por investigação, como uma abordagem pedagógica capaz de responder aos desafios da promoção de uma alfabetização científica, alicerçada na formação do pensamento crítico, dialogando com os saberes dos estudantes frente aos problemas da sociedade. Este trabalho se desenha a partir de uma revisão bibliográfica nas bases digitais Google Acadêmico, Scielo e Periódicos CAPES, considerando autores de referência na área. O Ensino por Investigação almeja a liberdade intelectual dos estudantes, na capacidade de apropriação do conhecimento e desenvolvimento da alfabetização científica. Anseia-se por novas abordagens pedagógicas que contextualizem o ensino, se voltem contra as injustiças sociais e possibilitem o desenvolvimento de atitudes e pensamentos críticos, aproximando a cultura escolar da cultura científica. Espera-se que esse ensaio possa contribuir para reflexão sobre o ensino de ciências e subsidie novas práticas pedagógicas.

Palavras chave: Alfabetização científica; Ensino por investigação; Liberdade intelectual; Ensino de ciências.

Abstract

To meet society's demands, science teaching has been undergoing a series of reformulations. The present work seeks to present teaching by investigation, as a pedagogical approach capable of responding to the challenges of promoting scientific literacy, based on the formation of critical thinking, dialoguing with the students' knowledge in the face of society's problems. This work was developed from a bibliographic review in the digital databases Google Academic, Scielo and Periódicos CAPES. Teaching by

Investigation aims at students' intellectual freedom, in their ability to appropriate knowledge and develop scientific literacy. We yearn for new pedagogical approaches that contextualize teaching, turn against social injustices and enable the development of critical attitudes and thoughts, bringing school culture closer to scientific culture. It is hoped that this essay can contribute to reflection on science teaching and support new pedagogical practices.

Key words: Teaching by Investigation; Scientific Literacy; Intellectual Freedom

Introdução

Para atender às demandas de uma sociedade em constante mudança, o ensino de ciências vem passando por uma série de reformulações. Krasilchik (2000) reforça a compreensão desse aspecto quando faz referência ao fato de que mudanças no cenário político, econômico, social e cultural acabam também se desdobrando nas escolas e nos processos de ensino. Da mesma forma, a pesquisa na área de ensino tem se consolidado nas últimas décadas, a partir do diálogo entre Universidade e Escola. Entretanto, nem sempre, os resultados das pesquisas no ensino de ciências alcançam as salas de aula, o que reflete a complexidade das propostas e tendências, e a dificuldade de ultrapassar os muros das universidades e centros de pesquisa (CATARINO; REIS, 2021). O cenário pandêmico, a divulgação de Fake News e o movimento anticiência são exemplos de fragilidades nas quais estamos imersos e que demandam do ensino de ciências a necessidade de mudanças e diálogo entre pesquisa e ensino. O movimento de problematizar o ensino de ciências não é novo e requer a inclusão de questões sociais no debate (KRASILCHIK, 2000). O racismo, feminicídio, xenofobia, homofobia, a crise ambiental são fatores que extrapolam o conhecimento científico, mas que estão ligadas a ele e requerem enfrentamentos em sala de aula (CATARINO; REIS, 2021).

Considerando a importância social do ensino de ciências e a necessidade de práticas educativas mais democráticas que gerem novas formas de colocar-se no mundo, o presente trabalho objetiva apresentar o ensino por investigação como uma abordagem pedagógica capaz de responder aos desafios da promoção de uma alfabetização científica, alicerçada na formação do pensamento crítico, dialogando com os saberes dos estudantes frente aos problemas da sociedade.

Metodologia

Este trabalho se desenha a partir de uma revisão bibliográfica acerca do tema estudado em diferentes bases digitais como: Google Acadêmico, Scielo e Periódicos CAPES. O trabalho faz um recorte das principais ideias e contribuições que envolvem as discussões acerca da alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação no ensino de ciências, considerando autores que são representativos na pesquisa sobre o tema. Almeja-se a formatação de um compilado de elementos capazes de subsidiar a implementação do ensino investigativo, que tenha como foco a problematização, a promoção da liberdade intelectual e alfabetização científica entre estudantes.

A busca foi realizada pelas palavras-chave: “alfabetização científica”, “ensino por investigação”, “argumentação”, articuladas ao “ensino de ciências”. Foram selecionados artigos, livros e dissertações, cuja leitura na íntegra e seu posterior fichamento possibilitaram responder ao objetivo de pesquisa. Não houve uma preocupação em realizar uma revisão sistemática sobre o tema, mas sim, um compilado que pudesse fundamentar práticas visando a alfabetização científica por meio do ensino investigativo. Os trabalhos e autores selecionados são referência no que tange a pesquisa sobre o ensino por investigação.

No que se refere a aspectos relacionados ao recorte temporal, inclusão ou exclusão de trabalhos, proposta elegíveis ou não, destaca-se que tais itens não foram considerados para essa proposta, uma vez que a articulação se desenhou por meio da seleção de textos que respondessem ao objetivo de pesquisa.

A alfabetização científica

Considerando a ideia de alfabetização concebida por Paulo Freire, Sasseron e Carvalho (2008), entendem como alfabetizado cientificamente, um sujeito capaz de realizar a compreensão de mundo para além do domínio das habilidades escritas e leitoras, considerando os fenômenos que o cerca e sendo capaz de se posicionar diante de diferentes fatos apresentados no cotidiano. As autoras explicitam os três eixos estruturantes que caracterizam um sujeito alfabetizado cientificamente, sistematizados da seguinte forma: Compreensão de conhecimentos científicos; Compreensão da natureza da ciência, de fatores éticos e políticos envolvidos no fazer científico; Compreensão das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio-Ambiente.

Marques e Marandino (2018) compreendem a Alfabetização Científica (AC) como processo que ocorre dentro e fora da escola, cujos 3 eixos citados acima estariam dentro da categoria de “Apropriação de saberes”. Além desses, as autoras inferem que a AC ocorre na aproximação entre a cultura experiencial e científica e na promoção das condições necessárias a uma leitura crítica da sociedade e a tomada de decisão com relação às questões de importância social.

As expectativas para uma pessoa alfabetizada cientificamente mostram-se mais claras a partir das contribuições do trabalho de Sasseron, e Carvalho (2011, p. 67-70) que sistematizam as habilidades requeridas pelos sujeitos:

- Compreensão dos conceitos científicos para além da definição;
- Compreensão de que toda produção emana dos processos científicos, que respondem às necessidades de uma sociedade;
- Identificação do grau de nocividade que uma dada tecnologia pode representar para a sociedade;
- Fruição de um rico repertório científico e que a partir dele compreenda e relacione as implicações de uma determinada teoria;
- Percepção da ciência como plural, possibilitando a reflexão, raciocínio e a organização do pensamento;
- Compreensão de que a produção científica deriva de uma ação processual e metodológica, não se limitando a impressões pessoais;
- Obtenção de respostas para as mais variadas situações, formulando conclusões conscientes e amparadas em dados cientificamente válidos;
- Concepção da ciência como conhecimento em transição e sempre sujeita a reavaliação e aprimoramento de suas teorias;
- Apreciação do valor cultural peculiar ao conhecimento científico, relacionando riscos e benefícios para a sociedade;
- Utilização do conhecimento científico para ampliar a percepção sobre o mundo, convergindo interesses para a garantia de qualidade de vida, respeito à diversidade e ambiente sustentável;
- Mobilização de diferentes mecanismos de acesso à informação, oportunizando uma comunicação saudável, confiável e pacífica;

- Conhecimento da história da ciência e suas implicações na formatação da sociedade.

Na impossibilidade de se contemplar simultaneamente os três eixos estruturantes em todas as aulas propostas pelo professor em uma dada sequência, Sasseron (2015b) orienta que estes sejam considerados e desenvolvidos ao longo do trabalho planejado, levando o estudante à compreensão da importância do debate e entendimento dos conceitos científicos fundamentais, sua relação com história, espaço e poder. Nesse cenário, ensinar ciências ganha importância com vistas a lançar-se para além de uma postura passiva, de receptor de informação, posicionando o estudante na condição de perceber o problema e articular soluções para solucioná-lo (CARVALHO, 2011), transpondo a fronteira de um conhecimento que por vezes se limita a conferir ao aluno a consciência quanto sua representação social. Dessa forma, tem-se na AC um instrumento capaz de aproximar saberes que respondem à construção de um conhecimento científico produzido nos diferentes espaços e tempos da história e da cultura (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017)

O ensino por investigação

O Ensino por Investigação (EI) caracteriza-se como uma abordagem pedagógica que aponta as limitações de um ensino por simples técnicas de manipulação de equipamentos laboratoriais, a favor de uma prática de ensino cuja “participação dos estudantes não se restrinja a ouvir e copiar o que o professor propõe” (SASSERON, 2015a, p. 121). Ou seja, uma abordagem que busca superar propostas nas quais o conhecimento centraliza-se no professor, cujo estudante comportar-se como coadjuvante, restrito a missão de copiar conteúdos, decorar e corresponder satisfatoriamente a um modelo de avaliação de perguntas e respostas inflexíveis e que pouco colaboram para a ampliação da discussão e debate e construção do conhecimento (SASSERON, 2015a).

Carvalho (2018) entende EI como o desenvolvimento do conteúdo programático a partir de uma atmosfera que proporcione ao estudante condições de pensar, falar, ler e escrever, amparado por uma liberdade intelectual, com autonomia e criticidade sobre a construção e estrutura do conhecimento científico. Scarpa, Sasseron e Silva (2017) complementam essa visão, ao especificar o EI como um instrumento capaz de auxiliar no exercício da argumentação científica, entendendo a argumentação como a capacidade do sujeito apresentar fatos, dados, hipóteses, evidências e justificativas que permitam organizar sua própria opinião a respeito de um dado fenômeno ou situação.

Nesse aspecto, as pesquisas propõem um ensino mediado por estratégias que estejam vinculadas ao contexto do estudante, colocando-o em situações desafiadoras, que demandem o uso da investigação como uma das principais ferramentas para a solução de problemas. Reivindica-se um ensino que ultrapasse a condição estática das aulas expositivas, incorporando os estudantes em situações dinâmicas e inovadoras. Essa perspectiva compreende o EI não como uma metodologia, mas sim como uma abordagem pedagógica, uma vez que no desenvolvimento das sequências de ensino investigativo, o docente pode empregar técnicas que transitam desde o tradicional ao inovador sem perder a intencionalidade de posicionar o estudante como o protagonista no processo de aprendizagem.

Scarpa, Sasseron e Silva (2017) pesquisando o universo de estudantes da etapa do ensino médio, especificamente em uma atividade desenvolvida em uma aula de Biologia, propõem o questionamento quanto a uma série de informações que circunda o universo do aluno, abrindo portas para infinitas reflexões sobre ao papel do docente. As autoras questionam também como alinhar estratégias para dar conta desse mundo de oportunidades, sem ignorar o conhecimento prévio dos alunos. As pesquisadoras sugerem a organização do ensino, mediado por ações que estejam vinculadas ao contexto do estudante, colocando-os em situações desafiadoras e que demandem o uso da investigação como uma das principais

ferramentas para a soluções de problemas, retirando-os da condição estática das aulas expositivas e incorporando-os a situações dinâmicas e inovadoras (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017).

Nesse contexto, é oportuno realçar que Scarpa, Sasseron e Silva (2017), ao assinalarem o surgimento de um problema como qualidade propulsora do processo investigativo, aconselham que este deve estar atrelado a fatores possíveis de serem desvendados. Ainda que não por meios evidentes, espera-se que a solução possa ser alcançada a partir do conhecimento que o estudante já detém. As pesquisadoras observaram que para o quesito “pergunta”, a ação se reúne em evitar questionamentos cujas respostas são inacessíveis por meio de investigação direta, e sugere considerar perguntas do tipo comparativas (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017).

Ensino por investigação: A liberdade intelectual como propulsora da argumentação em sala de aula

Em meio a um contexto de mudanças e transformações ocorridas na esfera social, Carvalho (2013) destaca que a intencionalidade das aulas deve ultrapassar a tradicional visão “do que” ensinar (conteúdo) para “pra quem” e “como” ensinar, de maneira que se priorize a qualidade e não a quantidade do que se é ensinado. Nesse movimento, quebra-se o paradigma de um olhar repressor sobre o que se ensina e se expande a oportunidade de valorizar as construções e contribuições dos próprios discentes amparados por uma liberdade intelectual. O termo “liberdade intelectual” é entendido aqui como a capacidade do estudante se apropriar do conhecimento para além da simples memorização do conteúdo, expondo sua opinião, ideias e conceitos, sem medo de errar (CARVALHO, 2013).

Ampliando essa percepção sobre a sala de aula, Carvalho (2018) procura evidenciar os possíveis fatores que influenciam em um maior ou menor grau de promoção da liberdade intelectual entre os estudantes. Percebe-se que para a etapa ensino médio, a monopolização da fala e argumento por parte do docente, o pouco tempo de aula e de contato com a turma, até a quantidade de alunos em sala, são fatores que desencadeiam um baixo desenvolvimento da liberdade intelectual entre os discentes. Além disso, a complexidade dos problemas nesse grau de ensino demanda a aprendizagem de linguagens variadas, o conhecimento dos obstáculos epistemológicos à construção do conhecimento científico e da história da ciência. Já para o ensino fundamental, a simplicidade na proposição de problemas do ponto de vista científico permite ao docente uma atuação mais confiante em sala de aula. Somado a isso, o trabalho com a mesma classe diariamente, a convivência por um período mais prolongado com os discentes e consequentemente maior interação entre aluno e professor, possibilitam maior liberdade intelectual nesse grau de ensino (CARVALHO, 2018).

Sasseron (2015b) identifica como a AC, o EI e a argumentação podem contribuir para o aprendizado de ciências em sala de aula. A autora compreende a escola como espaço de encontro entre diferentes culturas, sejam elas a cultura dos estudantes, a cultura científica ou a cultura escolar. Para Sasseron (2015b), a escola deve ser um híbrido entre cultura científica e cultura escolar, imersa no contexto social dos discentes, configurando uma cultura científica escolar. Nesse aspecto, o EI pode romper com práticas didáticas descontextualizadas, que estão apenas ligadas a aspectos da cultura escolar. Busca-se uma aproximação com a cultura científica, compreendendo a ciência como uma construção humana, pautada em crises e desafios.

No EI, a partir da proposição de soluções-problemas os estudantes podem desenvolver autonomia e liberdade intelectual, num processo que além de conteúdos curriculares, abrange questões éticas e morais. Nessa sequência desenvolve-se a argumentação, permitindo o debate e o confronto de ideias, indo ao encontro da alfabetização científica, desenvolvendo atitudes críticas, embasadas em perspectivas sociais e racionais. Trata-se de uma forma de abordar os conceitos das ciências da natureza, ligando a características que marcam o fazer científico, reunindo aspectos da cultura escolar e da cultura

científica, permitindo um enfoque mais amplo, considerando perspectivas culturais da escola e da ciência, em ações que conciliam e respeitam ambas as culturas. Trata-se do desenvolvimento de uma cultura híbrida não para formar cientistas e nem com perspectivas utilitaristas, mas sim a formação para atuação e pertencimento à sociedade (SASSERON, 2015b).

Entendendo a argumentação como a condição pela qual o estudante expressa sua opinião e organiza suas ideias, Sasseron e Carvalho (2008) sugerem o uso de indicadores de alfabetização científica como instrumento de análise dos aspectos argumentativos e a percepção quanto à manifestação do desenvolvimento da alfabetização científica. Scarpa, Sasseron e Silva (2017) ao traduzirem a definição de argumentação como o mecanismo capaz de permitir a expressão dos mais variados mecanismos mentais, compreendem que é por meio da argumentação científica que se torna possível apresentar as evidências de como os estudantes conectam suas ideias a respeito da relação das ciências com o mundo.

Os indicadores de alfabetização científica

Pensar AC e perceber seu desenvolvimento e domínio requer o uso de diferentes instrumentos, como é o caso da observação e análise da argumentação e a presença dos eixos estruturantes nas propostas a serem desenvolvidas em sala de aula. Nessa mesma direção, inclui-se os indicadores de AC como mais um instrumento capaz de subsidiar dados que orientem o docente na interpretação do desenvolvimento da AC entre estudantes em sala de aula.

Articulado na intenção de observar a ação que determinará o comportamento e estratégia que o estudante irá empregar quando desafiado a solucionar um determinado problema, Sasseron e Carvalho (2008) distribuem os indicadores em três distintos grupos:

- O primeiro grupo orienta-se na investigação e análise das informações obtidas durante a coleta de dados. São características dessa etapa ações como organização de listas, relação de dados com o que se trabalha ou pretende trabalhar, explicações quanto ao modo de como se pretende organizar os dados que serão coletados, e o estabelecimento da hierarquia ou ordenação sobre as informações obtidas. A esse grupo remete-se aos indicadores: Seriação da informação; Organização da informação e Classificação da informação.
- O segundo grupo concentra-se na estrutura do pensamento. Nesse processo, procura-se perceber como se organiza o raciocínio do estudante, podendo trilhar na intencionalidade de expor como um fenômeno, fato ou pensamento é explicado, bem como o estabelecimento de relação entre diferentes variáveis. Como indicadores de AC para esse grupo, são apreciadas as contribuições a respeito de fatores que indiquem aspectos vinculados a uma racionalidade lógica e proporcional.
- O terceiro grupo encontra-se na dimensão do entendimento das informações obtidas no transcorrer do processo investigativo. Essa condição deriva-se na busca de elementos para a investigação de um determinado problema, lançando mão de suposições acerca de algo, demandando uma série de procedimentos metodológicos com vistas a permitir que se encontre uma resposta para o problema posto. Configura como indicadores desse grupo: o levantamento e teste de hipóteses, justificativa, previsão e explicação.

Considerações finais

O presente trabalho vai de encontro a modelos de ensino que excluem os estudantes de uma participação ativa no processo de aprendizagem, que centralizam o raciocínio em uma prática expositiva e monopolizada de regime depositário de conteúdo. Considerando os referenciais teóricos que fundamentam a construção e reflexão desse estudo, vislumbra-se no Ensino por Investigação a

possibilidade de uma mudança de perspectiva dessa dinâmica, na qual o discente sai do papel de coadjuvante para o de ator protagonista, em que a estagnação e desmotivação sejam substituídas pela interação, dinamismo e desafio.

Considera-se o EI não como metodologia, mas como abordagem pedagógica, uma vez que podem ser utilizadas técnicas variadas, sem perda da intencionalidade. No EI almeja-se a liberdade intelectual dos estudantes, na capacidade de apropriação do conhecimento, exposição de ideias e conceitos sem o anseio de errar. O desenvolvimento da argumentação, requerido no EI, permite a sistematização de ideias relacionando a ciência e o mundo.

AAC, considerada um dos principais objetivos do ensino de ciências, se materializa nos chamados eixos estruturantes, verificados na compreensão, pelos estudantes, dos conhecimentos científicos, da natureza da ciência e das relações entre Ciência-Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente. Uma pessoa cientificamente alfabetizada, deve, dentre outros aspectos, compreender os conceitos científicos para além da definição, que a produção científica responde a determinados interesses da sociedade, que a ciência deriva de processos e métodos científicos, e que a ciência é um conhecimento provisório, sujeito a reavaliação constante.

Em uma sociedade dinâmica, com transformações aceleradas, não há mais espaço para uma formação centrada na transmissão de conteúdo. São necessárias novas abordagens pedagógicas que contextualizem o ensino, se voltem contra as injustiças sociais e possibilitem o desenvolvimento de atitudes e pensamentos críticos, aproximando a cultura escolar da cultura científica. Espera-se que esse ensaio possa contribuir para reflexão sobre o ensino de ciências e subsidie novas práticas pedagógicas.

Referências

- CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas-(SEI). In: LONGHINI, M. D. (Ed.). **O uno e o diverso na educação**. Uberlândia: EDUFU, 2011. p. 253–266.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: (ORG.), A. M. P. DE C. et al. (Eds.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1–20.
- CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.
- CATARINO, G. F. C.; REIS, J. C. O. A pesquisa em ensino de ciências e a educação científica em tempos de pandemia : reflexões sobre natureza da ciência e interdisciplinaridade. **Ciência & Educação**, v. 27, p. 1–16, 2021.
- KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85–93, 2000.
- MARQUES, A. C. T. L.; MARANDINO, M. Alfabetização científica, criança e espaços de educação não formal: Diálogos possíveis. **Educacao e Pesquisa**, v. 44, n. 1, p. 1–19, 2018.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. DE. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: A proposição e a procura de indicadores no processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333–352, 2008.
- 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



XIV ENPEC

Caldas Novas - Goiás

SASSERON, L. H. **Ensino por investigação: pressupostos e práticas**. São Paulo, 2015. Disponível em: https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_12.pdf. Acesso em: 1 set. 2021a.

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. spe, p. 49–67, 2015b

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. E. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, v. 23, n. 1, p. 7–27, 2017.

