

UMA PROPOSTA DIDÁTICA UTILIZANDO O MÉTODO POE PARA O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO EM NÍVEL MÉDIO

Verônica Andrade Machado Silva ¹
Vantelfo Nunes Garcia ²

RESUMO

Ao longo dos anos, o ensino de Física tem se mantido fiel às tradições e frequentemente enfrenta desafios causados pela ausência de recursos interativos e práticos, o que pode dificultar a compreensão dos princípios fundamentais. O presente trabalho propõe uma abordagem didática baseada no método POE (Prever - Observar - Explicar) que visa estimular os discentes a expressarem suas ideias prévias, promovendo a interação entre os alunos por meio do uso de simuladores e experimentos, fazendo com que estes sejam participantes ativos no processo de aprendizagem. A sequência didática tem como base a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, e será estruturada em nove encontros, nos quais serão abordados conceitos de eletromagnetismo com uma turma do 3º ano do ensino médio de uma escola particular na cidade de Macaé, RJ. Além do uso de experimentos e simuladores, pretende-se utilizar na sequência didática vídeos, mapas conceituais e jogos, como o Kahoot. A presente pesquisa possui caráter qualitativo do tipo estudo de caso e tem como objetivo realizar reflexões sobre o ensino, diante de uma intervenção didática diferenciada envolvendo o tema eletromagnetismo. Espera-se que essa proposta torne as aulas de Física mais atrativas e estimule a interação entre os alunos, promovendo uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Simuladores, Experimentos, Aprendizagem significativa, Eletromagnetismo, Método POE.

INTRODUÇÃO

A crise no Ensino de Ciências é amplamente reconhecida pelos pesquisadores da área (CHASSOT, 2014), sendo influenciada por diversos fatores, como a forma tradicional de abordagem dos conteúdos, a formação docente, a pouca integração com as tecnologias e o desinteresse dos alunos (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2009). No século XXI, esse cenário é agravado pela disseminação de desinformação e pelo ceticismo em relação à ciência (JUNGES; ESPINOSA, 2020), exigindo novas práticas pedagógicas que aproximem os estudantes do conhecimento científico.

¹ Mestranda do Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo 34: IFF – RJ, veronica.machado@gsuite.iff.edu.br;

² Professor Orientador: Doutor em Física – IFF –RJ, vantelfo.garcia@iff.edu.br

Nesse contexto, a integração entre atividades experimentais e computacionais tem se mostrado uma estratégia promissora para tornar o ensino de Física mais significativo e dinâmico (MORO; NEIDE; VETTORI, 2015). Tais práticas favorecem a aprendizagem ativa e o engajamento dos alunos, permitindo-lhes explorar conceitos de forma interativa e contextualizada (PEREIRA; MOREIRA, 2017; DORNELES, 2010). O uso de simuladores, em especial, estimula a autonomia e a curiosidade, promovendo a construção de significados e o desenvolvimento de habilidades investigativas (CAMPOS, 2017).

A presente pesquisa propõe a elaboração e aplicação de uma sequência didática baseada no método investigativo POE (Predizer – Observar – Explicar), articulando experimentos práticos e simuladores computacionais para o ensino de Eletromagnetismo no Ensino Médio. Essa abordagem busca reduzir a abstração dos conceitos, aproximando-os das aplicações tecnológicas do cotidiano, como motores, geradores, sistemas de comunicação e dispositivos eletrônicos (HALLIDAY et al., 2011; RODRIGUES, 2016).

O método POE, desenvolvido por White e Gunstone (1992), estimula a formulação de hipóteses, a observação e a explicação fundamentada, favorecendo o pensamento crítico e a superação de concepções alternativas (BENEDETTI; FIGUEIRÔA, 2021; FERREIRA; COUTINHO, 2020). Quando associado à Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), que defende a relação entre novos conhecimentos e estruturas cognitivas pré-existentes, o POE potencializa a aprendizagem profunda e contextualizada (MOREIRA, 2011).

A pesquisa, de natureza qualitativa e estruturada como um estudo de caso (BOGDAN; BIKLEN, 1994), utilizará instrumentos como formulários, mapas conceituais, listas de exercícios e questionários digitais. A análise dos dados será realizada segundo a Análise de Conteúdo de Bardin (2016), permitindo uma interpretação aprofundada das informações obtidas. Espera-se que a proposta contribua para o engajamento dos alunos, a compreensão dos fenômenos eletromagnéticos e o fortalecimento da relação entre teoria e prática no ensino de Física. Os resultados completos deste estudo de caso, a ser aplicado em 2026, têm previsão de serem apresentados no final do referido ano, ou no início de 2027.

METODOLOGIA

O presente estudo propõe uma pesquisa de abordagem qualitativa, a ser realizada no ano de 2026, com o objetivo de analisar e interpretar as percepções e interações dos estudantes em

um contexto educacional específico. Será adotado o Estudo de Caso como método de pesquisa, por permitir uma investigação aprofundada de um fenômeno em seu ambiente natural e possibilitar a compreensão da complexidade envolvida na integração de práticas pedagógicas interativas no ensino de Física (Gil, 2010; Yin, 2015).

A pesquisa será desenvolvida em uma escola particular localizada no município de Macaé – RJ, envolvendo uma turma do 3º ano do Ensino Médio, composta por aproximadamente 30 estudantes, com idades entre 16 e 17 anos. A escolha deste grupo busca possibilitar uma análise detalhada dos fatores que influenciam a aprendizagem de conceitos de Eletromagnetismo, considerando as particularidades desse nível de ensino (Stake, 1995).

O procedimento central da investigação consistirá na aplicação de uma Sequência Didática (SD) composta por nove encontros, voltada para o ensino de Eletromagnetismo. A SD será estruturada com base na metodologia ativa Predizer, Observar e Explicar (POE), que estimula o raciocínio lógico, o pensamento crítico e a aprendizagem ativa, conforme os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2003; Pereira e Moreira, 2017). Em cada atividade, os alunos serão convidados a predizer fenômenos e levantar hipóteses; em seguida, observarão os resultados por meio de experimentos práticos (como o de Oersted) e simuladores computacionais (Vascak e PhET); por fim, na etapa de explicação, discutirão suas observações e comparações com as previsões iniciais, consolidando o aprendizado de forma colaborativa.

Com base nesses pressupostos teóricos, foi elaborada a SD apresentada na Tabela 1, estruturada segundo o método POE, com o objetivo de promover a aprendizagem significativa dos conceitos de Eletromagnetismo por meio da integração entre teoria, experimentação e uso de simuladores virtuais.

Tabela 1: Sequência Didática do Método POE para o Ensino do Eletromagnetismo.

Encontro (Aula)	Conteúdo(s) a ser(em) trabalhados(s)	Estratégias de Ensino
1º 2 aulas de 50 min./aula	Conceitos e propriedades que envolvam a Eletrostática, Eletrodinâmica e o Eletromagnetismo.	Apresentação do trabalho que será desenvolvido e da sequência didática abordada. Apresentação de um vídeo para contextualizar a história do eletromagnetismo:

	<p>Como surgiu o Eletromagnetismo? (Um pouco da história.)</p>	<p>Vídeo: https://www.youtube.com/watch?v=EOrQnkL9IxY</p> <p>Construção de um Mapa Conceitual.</p>
<p>2º 2 aulas de 50 min./aula</p>	<p>Experimento de Oersted.</p> <p>Relembrar um pouco sobre Magnetismo e Campo Magnético.</p>	<p>Separar a turma em pequenos grupos;</p> <p><input type="checkbox"/> Predizer: Levantar hipóteses sobre o comportamento do campo magnético ao redor de um fio condutor com corrente elétrica. Um breve questionário físico sobre as hipóteses levantadas.</p> <p><input type="checkbox"/> Observar: Realizar o experimento de Oersted em pequenos grupos.</p> <p><input type="checkbox"/> Explicar: Discussão e explicação dos resultados, mediada pelo(a) professor(a), e será apresentada aos alunos a regra da mão direita e a relação entre corrente elétrica e campo magnético. Em seguida, será apresentado o simulador, que permitirá demonstrar de forma prática essa relação, tornando o conceito mais visual e compreensível para os alunos.</p> <p>Simulador: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mag_vodic&l=pt</p>
<p>3º 2 aulas de 50 min./aula</p>	<p>Intensidade do Campo Magnético;</p> <p>Relação do campo magnético com a corrente elétrica e a distância;</p> <p>Campo Magnético de uma espira circular e sua intensidade;</p> <p>Campo Magnético em uma</p>	<p><input type="checkbox"/> Predizer: Discussão inicial em grupos sobre como diferentes geometrias influenciam o campo magnético. Aplicação de um breve questionário interativo no Kahoot sobre o assunto abordado.</p> <p><input type="checkbox"/> Observar: Realizar experimentos práticos e simulação para explorar campos magnéticos em espiras e solenoides.</p> <p>Simulador: https://phet.colorado.edu/sims/html/magnets-and-electromagnets/latest/magnets-and-electromagnets_all.html?locale=pt_BR</p>

	Solenoide e sua intensidade.	
4º 2 aulas de 50 min./aula	<p>Intensidade do Campo Magnético;</p> <p>Relação do campo magnético com a corrente elétrica e a distância;</p> <p>Campo Magnético de uma espira circular e sua intensidade;</p> <p>Campo Magnético em uma Solenoide e sua intensidade.</p>	<p>□ Explicar:</p> <p>✓ Vídeo Explicativo: https://www.youtube.com/watch?v=qP6e5Pj_Aoo</p> <p>✓ Resolução colaborativa de problemas, em uma Lista de Exercícios.</p>
5º 2 aulas de 50 min./ aula	<p>Lei de Ampère.</p> <p>Aplicações da Lei de Ampère.</p>	<p>Separar a turma em pequenos grupos;</p> <p>□ Predizer: Levantamento de hipóteses, por meio de discussão e questionário sobre como a corrente influencia a intensidade e direção do campo magnético.</p> <p>□ Observar: Experimentos práticos e simulações para validar a aplicação da Lei de Ampère. Simulador: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=ele_amper&l=pt</p>
6º 2 aulas de 50 min./ aula	<p>Lei de Ampère.</p> <p>Aplicações da Lei de Ampère.</p>	<p>□ Explicar:</p> <p>✓ Discussão coletiva das previsões e observações.</p> <p>✓ Aula expositiva e explicativa.</p>
7º 2 aulas de 50 min./ aula	<p>Lei de Faraday;</p> <p>Lei de Lenz;</p> <p>Indução Eletromagnética.</p>	<p>□ Predizer: Discussão inicial sobre como o movimento de ímãs ou condutores influencia a geração de corrente. Um breve questionário físico inicial sobre a discussão levantada.</p> <p>Separar a turma em pequenos grupos;</p> <p>□ Observar: Realização de experimentos para demonstrar indução eletromagnética.</p>

8º 2 aulas de 50 min./ aula	Lei de Faraday; Lei de Lenz; Indução Eletromagnética.	Continuação da etapa Observar . <input type="checkbox"/> Observar: Realização de Simulações para demonstrar indução eletromagnética <input type="checkbox"/> Explicar: ✓ Aula Explicativa e Expositiva; ✓ Resolução de problemas em grupo, com análise detalhada dos fenômenos observados (Lista de Exercícios).
9º 2 aulas de 50 min./ aula	Avaliação do conhecimento adquirido.	Reflexão inicial sobre o aprendizado adquirido. Realizar um questionário avaliativo individual. Discussão coletiva sobre as respostas e análise dos resultados. Realização de um mapa Conceitual, sobre todos os conteúdos abordados.

A coleta de dados será realizada por meio de diferentes instrumentos:

- **Observação direta**, com registro das interações e da participação dos estudantes ao longo dos encontros;
- **Questionários**, aplicados ao final de cada etapa, com perguntas abertas e fechadas, para avaliar a compreensão conceitual, a motivação e a percepção sobre a metodologia;
- **Registros escritos**, compostos por anotações e resoluções entregues pelos alunos;
- **Mapas mentais e conceituais**, utilizados como instrumentos de avaliação da aprendizagem significativa, mediante comparação entre o mapa inicial e o final (Ausubel, 2003);
- **Jogos educativos interativos**, cujo desempenho será analisado para identificar dificuldades e verificar a consolidação dos conteúdos.

A análise dos dados seguirá os procedimentos da Análise de Conteúdo proposto por Bardin (2011), estruturando-se em três etapas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Em relação aos aspectos éticos e legais, o estudo será conduzido em conformidade com a Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, que trata das diretrizes éticas para

pesquisas com seres humanos. O projeto será submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) antes do início da intervenção, assegurando que todas as etapas cumpram os padrões de segurança, confidencialidade e integridade científica.

A participação dos estudantes será voluntária e formalizada mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos responsáveis legais e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) pelos alunos. Tais documentos garantirão o direito de uso das informações e imagens, quando necessário, mediante autorização formal prévia; assegurarão a confidencialidade e o anonimato dos participantes, com os dados tratados de forma coletiva e armazenados em arquivos digitais protegidos por senha; e preservarão o direito de desistência da pesquisa em qualquer momento, sem prejuízo aos envolvidos.

REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial desta pesquisa apoia-se na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel, que ressalta a importância de conectar novos conceitos ao conhecimento prévio relevante do aluno, denominado subsunçor, garantindo uma aprendizagem mais duradoura e profunda (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980; Moreira, 2011). Os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora possibilitam organizar e reestruturar o conhecimento de forma hierárquica e contextualizada.

Os mapas conceituais funcionam como ferramentas para representar graficamente relações entre conceitos, promovendo a organização e a integração do conhecimento prévio com novas informações, podendo ser enriquecidos com recursos tecnológicos multimídia (Novak, 2003; Moreira, 2011).

O uso de experimentos e simuladores potencializa a aprendizagem, permitindo que os alunos predigam, observem e expliquem fenômenos físicos de maneira interativa. Experimentos práticos aproximam a teoria da realidade, enquanto simuladores virtuais possibilitam testes rápidos de hipóteses e exploração de diferentes cenários, estimulando autonomia, pensamento crítico e engajamento (Séré, Coelho & Nunes, 2003; Silva & Lopes, 2023).

O método POE, proposto inicialmente por White e Gunstone (1992), é uma estratégia investigativa que tem se mostrado eficaz no ensino de Ciências, especialmente na aprendizagem

de conceitos de Física. Essa metodologia propicia ao estudante uma participação ativa no processo de construção do conhecimento, estimulando a reflexão, o questionamento e a mudança conceitual.

Segundo White e Gunstone (1992), o método POE é composto por três etapas complementares. Na primeira, os estudantes formulam previsões sobre o resultado de uma situação experimental com base em seus conhecimentos prévios; em seguida, observam o fenômeno por meio de experimentos reais ou simulados; e, por fim, analisam e explicam as discrepâncias entre o previsto e o observado, fundamentando suas conclusões em conceitos científicos. Conforme Zômpero e Laburú (2011), o método POE favorece a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003) ao promover a interação entre conhecimentos prévios e novos, estimulando o pensamento crítico e investigativo dos estudantes (CHEN; TINKER, 2001). Estudos recentes apontam sua eficácia no ensino de Física, sobretudo quando associado a recursos tecnológicos, como simuladores e laboratórios virtuais, que ampliam o engajamento e a compreensão conceitual (OLIVEIRA; LIMA; SILVA, 2020). Assim, o método POE configura-se como uma ferramenta metodológica potente, integrando experimentação, reflexão e reconstrução conceitual.

A integração entre ferramentas como TAS, mapas conceituais, experimentos, simuladores e o método POE tem potencial para constituir uma estratégia pedagógica eficaz no ensino de eletromagnetismo, por possibilitar a construção significativa do conhecimento e a articulação entre teoria e prática. Essa perspectiva dialoga com as ideias de Moreira (2011), ao enfatizar a importância de promover a aprendizagem significativa, e de Santos e Sasaki (2015), que destacam o papel de recursos interativos na mediação do ensino de Física.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Espera-se que a aplicação do método POE, associada a experimentos e simuladores, promova uma aprendizagem significativa e aprofundada do eletromagnetismo. A metodologia deve incentivar a formulação de previsões, o confronto com observações experimentais e a revisão de concepções prévias, desenvolvendo pensamento crítico, habilidades analíticas e autonomia dos alunos. Além disso, a integração entre teoria e prática tende a facilitar a compreensão dos conceitos, aumentar o interesse pela disciplina e favorecer a retenção do conhecimento, contribuindo para uma formação acadêmica mais sólida e preparada para desafios futuros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sequência didática proposta neste estudo demonstra o potencial de metodologias ativas, como o método POE, aliadas ao uso de experimentos e simuladores, para tornar o ensino de eletromagnetismo mais significativo, interativo e contextualizado. Observa-se que a articulação entre conhecimentos prévios dos alunos, atividades práticas e recursos tecnológicos promove o engajamento, a reflexão crítica e a autonomia na construção do conhecimento.

Espera-se que essa abordagem favoreça a compreensão conceitual dos conteúdos, a retenção do aprendizado e o desenvolvimento da capacidade de aplicar os conceitos em diferentes contextos, contribuindo para superar as limitações do ensino tradicional centrado apenas em cálculos e fórmulas. Além disso, a integração de vídeos, simuladores e atividades experimentais tende a promover uma aprendizagem mais dinâmica e próxima da realidade cotidiana dos estudantes.

Dessa forma, o uso do método POE, articulado a recursos digitais e experimentais, configura uma estratégia pedagógica promissora para o ensino de Física, com potencial para estimular o pensamento científico e favorecer o desenvolvimento da autonomia e da postura crítica dos estudantes. Pesquisas futuras poderão aprofundar a análise do impacto dessa metodologia em diferentes turmas, conteúdos e contextos escolares, contribuindo para ampliar a compreensão sobre a eficácia do POE no ensino de Ciências.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva. 1. ed. LDA. Lisboa: Paralelo Editora, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. 2. ed. México: Trillas, 1980.

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Edição revista e ampliada. São Paulo: Edições 70 Brasil, 2016.

BENEDETTI, M. A.; FIGUEIRÔA, A. C. A metodologia POE no ensino de ciências: contribuições para a aprendizagem investigativa. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 14, n. 2, p. 156-171, 2021.

BILEN, K.; ÖZEL, M.; KÖSE, S. Using action research based on the predict-observe-explain strategy for teaching enzymes. *Turkish Journal of Education*, vol. 5, no. 2, p. 72, 2016.

BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S.K. Dados Qualitativos. In: BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S.K. *Investigação qualitativa em educação - uma introdução à teorias e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994. p. 147-202.

BRASIL. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Dispõe sobre as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 13 jun. 2013.

CAMPOS, A. M. O uso das tecnologias digitais e simulações computacionais no ensino de ciências. *Educação em Foco*, v. 23, n. 1, p. 112-126, 2017.

CHEN, Z.; TINKER, R. **Exploring science with interactive simulations**. *Journal of Science Education and Technology*, v. 10, n. 1, p. 77–86, 2001.

CHASSOT, Attico. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 6. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2014.

DORNELES, P. F. T. Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral. 367f. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, 2010.

FERREIRA, R. P.; COUTINHO, L. S. O método POE e a promoção da autonomia intelectual em contextos escolares. *Revista de Pesquisa em Educação*, v. 25, n. 3, p. 210-224, 2020.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física – Volume 3 – Eletromagnetismo*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. (Considerando que 9. ed. e 10. ed. são citadas no seu texto original, optei pela mais recente, mas é importante verificar a edição exata citada como HALLIDAY et al., 2011, que não estava em sua lista. Mantive a mais próxima e recente que estava em sua lista).

JUNGES, A. L.; ESPINOSA, T. Ensino de ciências e os desafios do século XXI: entre a crítica e a confiança na ciência. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 37, n. 3, p. 1577-1597, 2020.

MOREIRA, Marco Antônio. *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MORO, F. T.; NEIDE, I. G.; VETTORI, M. Atividades experimentais e simulações computacionais: alicerces dos processos de ensino e de aprendizagem da física no ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 21., 2015. Atas... São Paulo: SNEF, 2015.

NOVAK, J. D. *A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los*. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa, v.5, n.1, p.9-29, 2010. (Este item substitui o "Novak, 2003" citado no Referencial Teórico, pois é a obra mais relacionada em sua lista).

OLIVEIRA, R. C.; LIMA, E. P.; SILVA, J. F. **O uso de simulações computacionais no ensino de Física mediado pelo método POE.** *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 13, n. 4, p. 112–129, 2020.

PEREIRA, F. M.; MOREIRA, R. A. A prática experimental no ensino de física: uma estratégia para a aprendizagem significativa. *Revista Educação e Pesquisa*, v. 43, n. 2, p. 327-339, 2017.

POZO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A. Dificuldades e desafios no ensino de ciências. *Revista de Estudos em Educação*, v. 15, p. 12-20, 2009.

RODRIGUES, J. J. V. O ensino de eletromagnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais: contribuições para o entendimento da indução eletromagnética. 173 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Centro Universitário Univates, Lajeado, 2016.

SANTOS, R. F. da; SASSAKI, E. N. Utilização de simulações computacionais no ensino de física, na área da termologia. *Dissertação (Mestrado em Ensino de Física)*, Universidade Federal de Alfenas, 2015. (Considerado como a melhor referência para a citação genérica no Referencial Teórico).

SÉRÉ, M. G.; COELHO, R. O.; NUNES, D. A. O Papel da Experimentação no Ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.

SILVA, A. G.; LOPES, J. S. B. Teaching Physics using virtual simulators: potential for use in the classroom. *Holos*, p. 1-12, 2023.

STAKE, R. E. *The art of case study research*. Thousand Oaks: Sage Publications, 1995.

WHITE, R.; GUNSTONE, R. *Probing Understanding*. The Falmer Press, 1992.

YIN, R. K. *Case study research: design and methods*. 5. ed. Los Angeles: SAGE Publications, 2015.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **A abordagem investigativa no ensino de ciências: fundamentos e práticas.** *Ciência & Educação*, v. 17, n. 3, p. 631–646, 2011.