

REFLEXÕES DE LICENCIANDOS DE FÍSICA SOBRE O PAPEL DO EXPERIMENTO: UM OLHAR NA PERSPECTIVA KUHNIANA

Giovane Lopes Lima¹
Matheus Rodrigues Soares²
Thiago Queiroz Costa³

RESUMO

Esse trabalho foi realizado com o objetivo de ponderar acerca dos principais aspectos que relacionam o ensino por investigação com as funções do experimento no Ensino de Física, embasado na visão de Thomas Kuhn, destacando como essa abordagem contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e a compreensão dos conceitos científicos. Para a coleta de dados, utilizamos o procedimento do observador participante, os dados foram coletados de uma turma do curso técnico integrado ao ensino médio. A análise foi conduzida por meio de uma metodologia qualitativa, que permitiu uma perspectiva mais abrangente acerca dos dados obtidos. Nesta reflexão, consideramos as quatro funções principais do experimento segundo Kuhn — fenomenológica, heurística, probatória e pedagógica — para identificar qual delas se alinha melhor à proposta de ensino por investigação. Concluímos, por meio da análise, que o ensino por investigação abarca predominantemente a função fenomenológica, além de abordar a questão do ajuste de fatos com a teoria, reforçando seu potencial como estratégia pedagógica para o ensino de ciências.

Palavras-chave: Ensino por investigação, Educação científica, Metodologia qualitativa, Abordagem kuhniana, Experimento.

INTRODUÇÃO

O ensino de Física, especialmente na Educação Básica, tem sido objeto de amplas discussões quanto às abordagens pedagógicas, em especial, às estratégias de experimentação (Costa; Arruda; Passos, 2020; Laburú; Maprin; Salvadego, 2011; Ribeiro *et al.*, 2021). No contexto da educação científica, a experimentação tem sido amplamente discutida e aprofundada, como destacado por Laburú e Silva (2011), que apontam o crescente interesse na investigação sobre a relação entre teoria e experiência nas últimas décadas.

Neste trabalho, investigamos a relação entre o ensino por investigação e as funções do experimento no ensino de Física, tomando como referência a visão epistemológica de Thomas Kuhn. Kuhn (2011a) propõe que o desenvolvimento científico ocorre por meio de paradigmas, os quais são construídos e reformulados através da experimentação e do ajuste entre teoria e fatos observados. No âmbito da educação, Arruda, Silva e Laburú (2001)

1 Graduado pelo Curso de Física no Instituto Federal do Paraná - Campus Ivaiporã - IFPR, 20220019240@estudantes.ifpr.edu.br;

2 Graduando do Curso de Física no Instituto Federal do Paraná - Campus Ivaiporã - IFPR, matheussoares.ivp@gmail.com;

3 Doutor em Ensino de Ciências, professor do Instituto Federal do Paraná, - Campus Ivaiporã, thiago.costa@ifpr.edu.br;



propuseram a “concepção adaptativa do laboratório didático”, na qual o aprendizado científico é concebido como a aquisição de um vocabulário e a construção de um discurso teórico-experimental integrado. A partir dessa perspectiva, os experimentos didáticos cumprem quatro funções principais: fenomenologia, heurística, probatória e pedagógica (Arruda; Silva; Laburú, 2001).

O objetivo deste estudo foi analisar como o ensino por investigação se relaciona com essas funções experimentais no ensino de Física, verificando qual delas se alinha melhor à proposta investigativa. Para isso, desenvolvemos uma pesquisa qualitativa baseada no observador participante, aplicada em turmas do curso técnico integrado ao ensino médio no Instituto Federal do Paraná (IFPR). A metodologia empregada inclui o ensino de conceitos de ondas mecânicas e eletromagnéticas (Turma A) e das Leis da Termodinâmica (Turma B), estruturadas em quatro etapas interligadas inspiradas na Sequência Investigativa proposta por Carvalho (2013). Entre as atividades práticas realizadas, destacam-se experimentos com um tocador de vinil artesanal, telefone com fio de copos plásticos e um lançador termodinâmico de projéteis.

Os dados foram coletados a partir das reflexões críticas dos pesquisadores e registrados em anotações, sendo posteriormente analisados segundo as categorias propostas por Costa, Arruda e Passos (2020), que expandiram a concepção adaptativa do laboratório didático. A análise indicou que a função fenomenológica do experimento foi a mais evidenciada no ensino por investigação, enfatizando a importância da observação direta dos fenômenos como forma de construir compreensão científica.

REFERENCIAL TEÓRICO

No campo do ensino da Física, em especial na etapa da Educação Básica, há várias discussões que tratam, dentre outras coisas de abordagens pedagógicas consideradas adequadas, emprego de Tecnologias de Informação e Comunicação e, sobretudo, questões relativas à experimentação enquanto estratégia didática (Costa; Arruda; Passos, 2020; Laburú; Maprin; Salvadego, 2011; Ribeiro et. al., 2021).

No que tange a essa questão da experimentação, Laburú e Silva (2011, p.733) já destacavam que principalmente nas últimas três décadas, “se encontra na literatura de educação científica, uma crescente e sistemática produção, investigando o assunto nos seus mais diversos pontos de vista”.



Nesse cenário, esta investigação se insere numa abordagem teórica-metodológica inspirada nas contribuições epistemológicas de Thomas Kuhn⁴, especialmente no que se refere a relação entre teoria e experimento na Ciência e seus reflexos no ensino da Física, na proposta denominada de *concepção adaptativa do laboratório didático no ensino de Física* (Arruda; Silva; Laburú, 2001), explorada e aplicada em contexto formal da educação básica (Costa; Arruda; Passo, 2020).

Dentro dos trabalhos de Thomas Kuhn, sua obra considerada de maior relevância foi a *Estrutura das Revoluções Científicas*, na qual defende ideias sobre o desenvolvimento científico em que destaca-se como ponto-chave de suas proposições é a noção de *paradigma*, que pode ser compreendido como “uma teoria ou realizações científicas universalmente reconhecidas, praticadas e compartilhadas por um grupo específico de pessoas, denominado cientistas daquela área e que fundamentam as bases para a prática científica” (Kuhn, 2011a, p. 13). Outro ponto relevante das proposições kuhnianas e que está intimamente conectada à noção de paradigma referem-se a “divisão” do desenvolvimento científico em três estágios: pré-paradigmático (ciência imatura), seguida da ciência normal que é seguida por eventos que levariam ao estágio da ciência extraordinária ou ciência em crise (Kuhn, 2011a; Kuhn, 2011b).

O primeiro estágio é então caracterizado pela competição entre diversos candidatos de teorias, que podem compartilhar de um mesmo conjunto experimental, mas que discordam quanto às causas e consequências do fenômeno natural em estudo.

Um exemplo, é a área da Óptica, em que foi somente com os trabalhos de Newton que surgiu então o primeiro paradigma desse campo e isso ocorre no momento de encerramento das competições quando um indivíduo ou grupo consegue através das proposições teóricas e constatações atrair a maioria dos praticantes daquela área.

Esse estágio é então denominado de *ciência normal* que se caracteriza como “momento” no qual os ditos cientistas da área se debruçam sobre a resolução de um número cada vez maior de problemas relacionados ao paradigma e concretos. Assim que tal área do conhecimento esteja bem estabelecida, reconhecida, algumas de suas consequências e aplicações passam a ser compartilhadas não apenas pela comunidade científica mas pela comunidade como um todo.

Contudo, em alguns momentos, existem aqueles fatos e fenômenos que não conseguem ser explicados de forma correta pelos procedimentos da ciência normal e como

⁴ Dissertação que discute em mais detalhes essa proposta: [UM ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO DE UMA CONCEPÇÃO ADAPTATIVA DO LABORATÓRIO DIDÁTICO NO ENSINO DE FÍSICA COM ALUNOS MONITORES DO ENSINO MÉDIO | MNPEF](#)



uma primeira tentativa, a comunidade pode revisar seus procedimentos e encaixar tais fatos e fenômenos em desacordo às teorias vigentes. Porém, persistindo as incoerências, em alguns momentos singulares do desenvolvimento científico, há uma crise na qual é necessário rever as bases teóricas e epistemológicas daquele campo do saber, estágio da *ciência em crise* que, em tais situações, pode desencadear as *revoluções científicas*. (Kuhn, 2011a).

Dentro da Física, talvez o momento mais emblemático sejam os trabalhos de Einstein sobre a natureza da luz e na proposição da Teoria da Relatividade que causou uma profunda crise nas bases teóricas e epistemológicas da teoria clássica da Física.

Na sequência, em termos de implicações didáticas da visão kuhniana sobre a relação experimento/teoria, Arruda, Silva e Laburú (2001, p. 105) propuseram a denominada *concepção adaptativa do laboratório didático*, na qual consideram o aprendizado científico essencialmente, como a aquisição de um vocabulário ou de uma linguagem, por meio da exposição do estudante aos exemplares inclusive as situações experimentais e suas soluções.

Nesse sentido, tal concepção de laboratório entende que as atividades que serão desenvolvidas constituem um esforço em dar unidade ao discurso teórico experimental (Arruda; Silva; Laburú, 2001).

Então, em analogia às proposições de Kuhn sobre a função do experimento no desenvolvimento científico (Kuhn, 2011a; Kuhn, 2011b), Arruda, Silva e Laburú (2001, p. 105-106) apresentam quatro funções do experimento no âmbito da educação científica:

- (i) A exploração da parte **fenomenológica** do paradigma, o que poderia envolver a construção de equipamentos;
- (ii) A produção de **fatos que se ajustem** com precisão a determinadas consequências do paradigma;
- (iii) A **articulação da teoria** através da determinação de constantes Físicas características, a descoberta de leis empíricas e medições em geral.
- (iv) Resolução de uma **anomalia**, ou seja, de uma situação em que os conhecimentos prévios do estudante não estão funcionando, o que exigiria a construção de novos óculos teóricos para permitir enxergar o experimento de outra maneira. (Arruda; Silva; Laburú, 2001, p.106, grifos nossos).

Nesse sentido, ao proporem tal analogia, Arruda, Silva e Laburú (2001) propõem uma visão de experimentação didática na qual o que está em jogo é a aprendizagem de uma linguagem científica, com suas especificidades dentro de um ajuste teórico/experimental, em contraponto a uma visão comumente empregada das atividades experimentais como comprovação de fórmulas matemáticas, previamente, abordadas em aula (Costa, Arruda, Passos, 2020).

METODOLOGIA



É importante ressaltar as circunstâncias que nortearam a realização desta investigação, bem como o contexto em que os dados foram coletados de modo que a mesma foi desenvolvida como parte das atividades da disciplina de Metodologia e Prática de Ensino de Física II, de uma Licenciatura em Física. Foram ministradas aulas, por dois licenciandos que se embasaram na proposta do Ensino de Ciências por Investigação (ENCI).

Nesse sentido, essas ações pedagógicas foram implementadas em duas turmas (denominadas de turma A e turma B) de um curso técnico em Eletrotécnica integrado ao Ensino Médio, de uma unidade do Instituto Federal do Paraná (IFPR). Os dados analisados foram coletados pelos discentes e pelo professor responsável pela disciplina, por meio de anotações registradas durante as atividades.

Desse modo, essa pesquisa se enquadra enquanto metodologia qualitativa de cunho interpretativo, pois como destacam Bogdan e Biklen (1994), tal modalidade busca compreender os fenômenos a partir da perspectiva dos participantes, enfatizando a importância de estudar os contextos em seu ambiente natural. Segundo os autores, essa metodologia permite capturar a complexidade e a riqueza dos dados, valorizando a interpretação dos significados que os indivíduos atribuem às suas experiências.

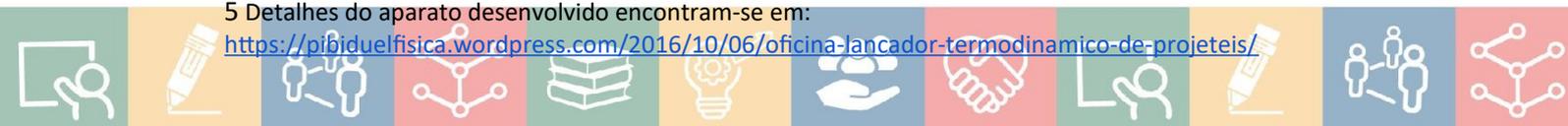
Ademais, fez-se interessante o uso da abordagem do observador participante. Bryman (2016) ressalta que essa técnica possibilita ao pesquisador vivenciar o contexto estudado, gerando dados detalhados e profundos. No entanto, o autor alerta para os desafios envolvidos, como a necessidade de equilibrar participação e observação, e enfatiza a importância da reflexividade para minimizar a influência da subjetividade do pesquisador nos resultados.

As atividades desenvolvidas, foram estruturadas em quatro etapas interligadas, visando promover, principalmente, a aprendizagem conceitual de estudantes sobre a natureza das ondas - mecânicas e eletromagnéticas - para a turma A e sobre os fenômenos envolvidos nas Leis Termodinâmicas, com a turma B. Assim, com inspiração nas etapas de uma Sequência Investigativa (SI), proposta por Carvalho (2013), a primeira delas trata das problematizações, que no contexto dessa investigação, contou com a realização de demonstrações experimentais investigativas.

Para isso, foram empregados materiais alternativos e/ou de baixo-custo, como um tocador de vinil artesanal, uma vareta com agulha para transmissão óssea do som, telefone com fio, com copos plásticos (Turma A) e uma espécie de Lançador Termodinâmico de Projéteis com a Turma B⁵, que era composto por um recipiente/pote de filme fotográfico

⁵ Detalhes do aparato desenvolvido encontram-se em:

<https://pibiduefísica.wordpress.com/2016/10/06/oficina-lancador-termodinamico-de-projeteis/>



como projétil e uma base fixa, como lançador. O seu funcionamento básico consiste em inserir uma pequena quantidade de combustível (álcool) dentro do pote e provocar a faísca em seu interior por meio de um faiscador piezoelétrico.

Ainda nessa atividade, foram usados, com orientação e apoio dos regentes, diferentes tipos de combustível a fim de observar as distâncias alcançadas com cada um deles, promovendo uma pequena competição entre os grupos de alunos, como forma de incentivo à participação.

Na segunda etapa (Resolução do Problema pelos Alunos), os estudantes, organizados em grupo, discutiram hipóteses para explicar os fenômenos observados, no caso da turma A e já para a turma B, essa etapa consistiu na realização das práticas, buscando variar algumas grandezas a fim de testarem suas hipóteses.

Na sequência, na busca pela sistematização do conhecimento (Carvalho, 2013), foram realizadas discussões coletivas em ambas as turmas, em que na primeira (turma A), foi dada ênfase no contraste entre ondas mecânicas (dependência de meio material, tipos de vibração) com as eletromagnéticas. Já na turma B, os alunos integraram novos parâmetros, como a temperatura ambiente, para explicar os resultados do experimento. Essa fase consolidou os conceitos científicos permitindo aos mesmos revisarem suas ideias iniciais e adotarem explicações mais consistentes com o discurso científico.

Considerando ainda a abordagem investigativa, foram realizadas intervenções que buscaram aplicar os conceitos em pauta em situações reais vivenciadas pelos alunos, como o uso de caixa de som (onda mecânica) e tecnologias Wi-Fi (ondas eletromagnéticas) ou o funcionamento de motores a combustão interna, por exemplo.

Na sequência, apresentamos considerações sobre a coleta e o referencial metodológico empregado para análise de tais dados de modo que no contexto dessa investigação de cunho qualitativo e com o aspecto do observador participante, os dados considerados para a análise foram coletados por meio das reflexões críticas dos autores logo após as aulas aplicadas com as turmas que foram anotadas em diários de campo.

Para análise desses dados, foi considerada as categorias exploradas por Costa, Arruda e Passos (2020) que expandiram um pouco mais a concepção adaptativa do laboratório didática proposta por Arruda, Silva e Laburú (2001) e a aplicaram junto a turmas de Física do ensino médio de modo que conseguiram detalhar um pouco mais as funções experimentais, às quais se tornaram categorias e subcategorias de análise diante da aplicação no contexto real de aulas de Física conforme exposto no quadro a seguir.



Quadro 1 - Funções do experimento como categorias de análise

Funções do experimento	Categorias e subcategorias de análise	
	Categorias	Subcategorias
A exploração da parte fenomenológica do paradigma, o que poderia envolver a construção de equipamentos.	C.1 Fenomenológica	C1.1 Conceitos
		C1.2 Aparatos
A produção de fatos que se ajustem com precisão a determinadas consequências do paradigma	C.2 Ajuste de Fatos	
A articulação da teoria através da determinação de constantes físicas características, a descoberta de leis empíricas e medições em geral	C3. Articulação da teoria	C3.1 Constantes Física
		C3.2 Leis empíricas
		C3.3 Medições
Resolução de uma anomalia, ou seja, de uma situação em que os conhecimentos prévios do estudante não estão funcionando, o que exigiria a construção de novos óculos teóricos para permitir enxergar o experimento de outra maneira	C4. Detecção e reconhecimento de anomalias	

Fonte: Costa, Arruda e Passos (2020, p. 98)

A categoria C1 – Fenomenológica – está relacionada com a discussão sobre os fenômenos e os conceitos físicos (codificada e denominada por (C1.1 Conceitos) envolvidos nas atividades experimentais e também especificamente a aspectos construtivos (C1.2 Aparatos) dos aparatos utilizados nas aulas de Física.

A categoria C2 – Ajuste de fatos – foi considerada nas análises todas as vezes em que se percebia uma tentativa do professor e, posteriormente, de alunos em ajustar os dados experimentais coletados de forma a apresentarem concordância com o que era previsto pela teoria relacionada.

A categoria C3 – Articulação da teoria – acomoda as discussões relativas à determinação e ao entendimento de características das Constantes físicas (C3.1); em momentos que envolvem discussões sobre algumas Leis empíricas (C3.2), principalmente com a observação de proporcionalidade entre grandezas físicas relacionadas e, também, há momentos em que as falas focam unicamente às Medições (C3.3), sobretudo a manipulação e o tratamento de dados coletados experimentalmente.

Por fim, a categoria C4 – Detecção e reconhecimento de anomalias – diz respeito a todas as vezes em que um fato experimental parecia contradizer, de alguma forma, os conhecimentos prévios dos alunos, gerando questionamentos relativos a essas crenças.



Assim, tais categorias foram consideradas *a priori* para analisar os dados e na sequência, são apresentados os principais resultados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na fase de planejamento das aulas, foram elaborados dois planos de aula inspirados no método de ensino por investigação, uma abordagem que, segundo Carvalho (2013), tem o potencial de promover a aprendizagem ativa ao incentivar os estudantes a formularem hipóteses, testarem ideias e construir conhecimento, por exemplo, por meio da experimentação.

Assim, de acordo com a abordagem kuhniana, apresentar um problema diante de uma proposta investigativa significa criar situações às quais, os conhecimentos prévios dos alunos não “dariam conta” de responder, exigindo deles, a “construção de novos óculos teóricos” para assim enxergar o experimento de outra maneira (Arruda; Silva; Laburú, 2001; Costa; Arruda; Passos, 2020).

Em termos das categorias de análise (Quadro 1), estamos tratando das anomalias (categoria C.4) no contexto educacional, ressaltando que não é possível afirmar que tais concepções prévias são substituídas pelos conceitos científicos (como se pretendia no modelo de mudança conceitual da década de oitenta), de forma permanente, apenas evidenciamos, assim como Costa, Arruda e Passos (2020) que tais situações promoveram algumas discussões frutíferas sobre conceitos/fenômenos motivadas pelas indagações dos monitores frente às aparentes inconsistências levantadas.

Tais constatações podem ser exemplificadas em dois momentos ao longo da aplicação das aulas nas turmas, como na turma A ao surgir a seguinte “anomalia” (C.4) por meio de um questionamento interessante, "se o som precisa de meio, como funcionam os fones sem fio?", que direcionou a aula para a necessidade de um novo referencial teórico permeado pelas discussões fenomenológicas (C.1) que abarcou tanto os aparatos (C.1.2) quanto os conceitos associados (C1.1).

Na turma B, durante a Resolução do Problema pelos Alunos, os estudantes realizaram um experimento e identificaram uma anomalia (C4): o questionamento "O tempo frio interfere na combustão do combustível?" desafiou suas concepções iniciais, levando-os a formular novas hipóteses. Essa etapa promoveu o pensamento crítico e a investigação científica, características centrais do ensino por investigação.



Por exemplo, eles aqueceram o frasco de combustível com as mãos e adicionaram mais combustível para garantir o funcionamento adequado. Essa capacidade de adaptação, conforme destacam Sasseron e Carvalho (2011), é fundamental em atividades práticas, pois permite aos estudantes lidar com imprevistos e reforçar sua autonomia e compreensão dos fenômenos investigados.

No que tange às categorias, tal anomalia inicia, motivou ajustes (C.2) e articulações entre a teoria e experimento (C.3 - articulação), em especial relacionado às medições (C.3.1 - medições).

Outro ponto a se destacar foi o emprego de materiais alternativo e de baixo-custo na confecção dos aparatos experimentais levados às salas de aula, como utilização de um tocador de vinil feito com materiais de baixo custo, uma vareta com uma agulha na ponta que permitia ouvir a música pela vibração transmitida ao crânio e a clássica brincadeira do telefone de copos. Esses experimentos possibilitaram aos alunos perceberem, de forma concreta, a necessidade de um meio material para a propagação das ondas mecânicas.

Considerado como um tema clássico na experimentação em ensino de Física (Laburú; Maprin; Salvadego, 2011; Ribeiro *et. al.*, 2021), no contexto da abordagem kuhniana, isso demonstra uma preocupação dos professores na busca de se levar aparatos (C1.2 - Aparatos) que permitam tais discussões frutíferas sobre os fenômenos/conceitos (C1.1 - Conceitos).

Conforme destacado por SASSERON e CARVALHO (2011), atividades práticas promovem a aprendizagem significativa ao incentivar os alunos a construir conhecimento por meio da experimentação e da interação com fenômenos científicos, o que nos leva a evidenciar a categoria C.2 (ajuste de fatos), na busca constante de se ajustar os fatos com os paradigmas de cada área da Física tratada no Ensino Médio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa buscou compreender como a abordagem do ensino por investigação, fundamentada na teoria kuhniana das quatro funções do experimento e nas concepções adaptativas do laboratório didático, pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem da Física. Os resultados obtidos demonstraram que, ao colocar o aluno como protagonista na construção do conhecimento, todas as funções do experimento se fazem presentes, consolidando a experimentação como um elemento essencial para a formação conceitual dos estudantes.



Dentre as categorias analisadas, a função de anomalia (C.4) mostrou-se particularmente relevante, uma vez que expôs os alunos à necessidade de revisar seus conhecimentos prévios ao confrontá-los com os resultados experimentais. Esse processo se alinha à concepção kuhniana de revolução científica, na qual a inconsistência entre teoria e experimento impulsiona a reorganização do conhecimento.

Além disso, a função fenomenológica (C.1) teve papel central na investigação, especialmente em suas subcategorias C.1.1 (Conceitos) e C.1.2 (Aparatos). A primeira permitiu que os estudantes refletissem criticamente sobre os conceitos físicos envolvidos, enquanto a segunda demonstrou que o uso de materiais alternativos e de baixo custo pode ser uma estratégia viável para tornar o ensino experimental mais acessível e eficaz. O manuseio e a modificação dos aparatos reforçaram a autonomia dos alunos, fortalecendo o caráter ativo da metodologia investigativa.

Por fim, a função de ajuste de fatos (C.2) foi essencial para a validação dos dados experimentais em relação às teorias estabelecidas. Quando houve incompatibilidades, os alunos foram desafiados a interpretar e compreender as anomalias (C.4), promovendo um aprendizado mais dinâmico e reflexivo.

Dessa forma, os achados deste estudo evidenciam que a experimentação no ensino de Física, quando inserida em uma metodologia ativa e investigativa, pode potencializar a construção do conhecimento e favorecer a compreensão crítica dos fenômenos científicos. Recomenda-se que futuras pesquisas explorem a aplicação dessa abordagem em diferentes contextos educacionais, ampliando sua análise para outras áreas das ciências naturais e investigando seu impacto no desenvolvimento do pensamento científico dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, S. M.; SILVA, M. C.; LABURÚ, C. E. Laboratório didático de Física a partir de uma perspectiva kuhniana. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 97-106, 2001. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/588/381>. Acesso em: 30 jan. 2025.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.



BRYMAN, A. *Social research methods*. 5. ed. Oxford: Oxford University Press, 2016.

CARVALHO, A. M. P. de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. de (Org.). *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

COSTA, T. Q.; ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M. Uma aplicação da concepção adaptativa do laboratório didático no ensino de física. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, v. 15, n. 2, p. 89-105, 2020. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID716/v15_n2_a2020.pdf. Acesso em: 17 ago. 2020.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. 11. ed. São Paulo: Perspectiva, 2011a.

KUHN, T. S. *A tensão essencial*. São Paulo: Editora UNESP, 2011b.

LABURÚ, C. E.; MAMPRIN, M. I. L. L.; SALVADEGO, W. N. C. Professor das ciências naturais e a prática de atividades experimentais no Ensino Médio: uma análise segundo Charlot. Londrina: Eduel, 2011.

LABURÚ, C. E.; MAPRIN, R.; SALVADEGO, L. M. A experimentação no ensino de ciências: abordagens teóricas e implicações pedagógicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 33, n. 2, p. 1-14, 2011.

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. O laboratório didático a partir da perspectiva da multimodalidade representacional. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 3, p. 731-734, 2011.

RIBEIRO, T. V.; SILVANO, C. M.; SANTOS, A. T.; GENOVESE, L. G. R. O. Experimento como uma Rede Estabilizada: associações, negociações e algumas implicações na Educação em Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 38, n. 1, p. 108-138, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/65907>. Acesso em: 15 abr. 2021.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. *Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula*. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 4, n. 1, p. 97-114, 2011.

