



Metodologias

e Abordagens Diferenciadas
em Ensino de Ciências

Capítulo 10.
Ensino e a Aprendizagem de Ciências
Baseados na Investigação

Copyright © 2022 Geraldo W. R. Fernandes, Luciana Resende Allain e Isabella Rocha Dias

Editor: JOSÉ ROBERTO MARINHO

Editoreção Eletrônica: HORIZON SOLUÇÕES EDITORIAIS

Capa: HORIZON SOLUÇÕES EDITORIAIS

Revisão Textual: HORIZON SOLUÇÕES EDITORIAIS

Texto em conformidade com as novas regras ortográficas do Acordo da Língua Portuguesa.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Fernandes, Geraldo W. R.

Metodologias e abordagens diferenciadas em ensino de ciências / Geraldo W. R. Fernandes, Luciana Resende Allain, Isabella Rocha Dias. – São Paulo, SP: Livraria da Física, 2022.

Bibliografia.

ISBN 978-65-5563-186-9

1. Ciências - Estudo e ensino 2. Ciências - Metodologia 3. Educação científica
4. Prática de ensino 5. Prática pedagógica 6. Professores - Formação
I. Allain, Luciana Resende. II. Dias, Isabella Rocha. III. Título.

22-103051

CDD-507

Índices para catálogo sistemático:

1. Educação científica 507

Eliete Marques da Silva – Bibliotecária – CRB—8/9380

ISBN: 978-65-5563-186-9

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida sejam quais forem os meios empregados sem a permissão da Editora. Aos infratores aplicam-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107 da Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

Impresso no Brasil • *Printed in Brazil*



Editora Livraria da Física

Fone/Fax: +55 (11) 3459-4327 / 3936-3413

www.livrariadafisica.com.br



**PARTE IV. PRÁTICAS EDUCATIVAS NA
PERSPECTIVA DE EDUCAR POR PES-
QUISAS E PROJETOS**

CAPÍTULO 10. O Ensino e a Aprendizagem de Ciências Baseados na Investigação



INTRODUÇÃO

A maneira de ensinar e aprender Ciências que vamos discutir neste capítulo está relacionada com o desenvolvimento de atividades investigativas (AI), por meio do Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) e é frequentemente considerada como catalisadora do processo de Alfabetização Científica (AC). Sua proposta é baseada em um referencial construtivista, segundo o qual o aluno é o “construtor” de sua aprendizagem, configurando-se assim, em um sujeito ativo na construção do conhecimento: pela capacidade de criar um raciocínio crítico frente a situações-problemas, de expandir seu conhecimento da sala de aula para o seu cotidiano e, em âmbito social, de estabelecer relações interpessoais entre colegas e professor. O ENCI, por meio do desenvolvimento de atividades investigativas, tem como objetivo introduzir, na prática escolar, uma cultura científica baseada na observação, coleta de dados, estabelecimento de hipóteses, argumentações e discussões (FERRAZ; SASSERON, 2017).

Este capítulo tem o objetivo de apresentar algumas reflexões e possibilidades para o ENCI, por meio do desenvolvimento de AI, dentro do contexto da Alfabetização Científica (AC).



O QUE É?

Em busca de um conceito, é perceptível certa confusão na literatura quanto aos termos “aprendizagem por investigação”, “ensino por investigação” e “atividades por investigação”. Inicialmente não vamos assumir que o ENCI e as “*atividades investigativas no ensino de Ciências*” são necessariamente a mesma coisa, no entanto estão relacionadas entre si. O ENCI é uma abordagem de ensino, uma forma de ensinar e aprender Ciências, já as atividades investigativas fazem parte deste ensino-aprendizagem e têm como objetivo o desenvolvimento de certas competências cognitivas, caracterizadas por etapas e procedimentos específicos (FERNANDES *et al.*, 2021).

Para Sasseron (2015), “o ensino [de Ciências] por investigação configura-se como uma *abordagem didática*, podendo, portanto, estar vinculado a qualquer recurso de ensino desde que o processo de investigação seja colocado em prática e realizado pelos estudantes a partir e por meio das orientações do professor” (p. 58, complementação nossa). Neste sentido, podemos dizer que “o professor, autoridade epistêmica e social, deve cuidar para que a participação ativa de seus estudantes seja instaurada” (FERRAZ; SASSERON, 2017, p. 4), configurando-se, assim, uma proposta ativa.

Tomado como uma abordagem didática, o ensino por investigação não deve ser pensado como uma estratégia metodológica de ensino específica, mas sim ao modo como o professor possibilita as interações entre alunos e entre estes, os materiais e os conhecimentos. Dessa forma, sua implementação pode ocorrer por meio de ações e estratégias diferenciadas de forma a configurar um ambiente em que professor e alunos possam interagir e colaborar entre si para que o entendimento sobre diferentes temas seja estruturado, ampliado e aprofundado. De modo objetivo, o ensino por investigação só será de fato investigativo se o professor promover condições para que ele ocorra (FERRAZ; SASSERON, 2017, p. 4).

Por sua vez, as atividades investigativas no ensino de Ciências devem proporcionar, aos estudantes, a manipulação de materiais e ferramentas para a realização de atividades práticas, a pesquisa de fontes e de informações (histórias ou não), a observação de dados e a utilização de linguagens para comunicar aos outros suas hipóteses e sínteses (SASSERON; CARVALHO, 2011). Neste sentido, para que ocorra o ENCI, são necessários o planejamento e a promoção de diferentes *atividades investigativas*. Essas atividades podem ser do tipo laboratório aberto/ atividade experimental, textos históricos, problemas e questões abertas, recursos tecnológicos, dentre outros. Cada atividade pode ser dividida por *níveis de execução*, como exemplo, em uma atividade experimental, os níveis de execução são exemplificados pela exposição ao problema, criação de hipóteses, definição de um plano de trabalho, obtenção de dados e conclusão. Já em atividades com textos históricos, os *níveis de execução* são distribuídos entre problematização, leitura do texto, análise do texto e conclusões (CARVALHO, 2018). Ou seja, para cada Atividade Investigativa existem níveis de execução da atividade para concretizar o aprendizado.

 **O QUE DIZEM?**

Atualmente, existem muitos trabalhos na literatura que discutem o ENCI e as AI. Neste tópico queremos resgatar alguns elementos que consideramos essenciais para o desenvolvimento do ensino investigativo. No tópico anterior, tentamos apresentar os conceitos de ENCI e AI, mas existem implicações inerentes ao processo investigativo, que podemos resumir por:

Alfabetização Científica

Refere-se ao ensino de Ciências cujo objetivo é a formação do indivíduo que o permita resolver problemas do seu dia a dia, levando em conta os saberes próprios das Ciências, sendo capaz de tomar decisões fundamentadas em situações que ocorrem ao seu redor e que influenciam, direta ou indiretamente, sua vida e seu futuro (SASSERON; MACHADO, 2017).

Sequência de Ensino Investigativo – SEI

É o encadeamento de atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação e as relações entre esse tema, conceitos, práticas e relações com outras esferas sociais e de conhecimento possam ser trabalhadas. Carvalho (2018) define a SEI como uma *proposta didática*, que tem por finalidade desenvolver conteúdos ou temas científicos. Estes temas são abordados com o uso de diferentes atividades investigativas (por exemplo: laboratório aberto, demonstração investigativa, textos históricos, problemas e questões abertas, recursos tecnológicos). Neste sentido, Carvalho (2013, p. 9) define uma SEI como:

[...] sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor, passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores.

Carvalho (2013) propõe que uma SEI possa ser organizada por três tipos de atividades:

- 1) *Atividade com proposição de um problema*: Pode ser teórico ou experimental. Pode ser com demonstrações investigativas, problemas não experimentais, leitura de texto etc. O objetivo é de introduzir os estudantes no tópico desejado e oferecer condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático.
- 2) *Atividade de sistematização do conhecimento do conteúdo*: Desenvolvida de preferência por meio da leitura de um texto escrito quando os estudantes podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com o relato no texto.
- 3) *Atividade que promova a contextualização do conhecimento no dia a dia dos estudantes*: Trata-se da aplicação social do conhecimento, organizada para o aprofundamento do conhecimento levando os estudantes a saber mais sobre o assunto.

Segundo Carvalho (2013), algumas SEIs demandam vários ciclos dessas três atividades ou mesmo outros ciclos delas com novas atividades que precisam ser planejadas pelo professor. Além do planejamento das atividades que compõe a SEI, o professor deve planejar uma *avaliação formativa* que seja instrumento para que estudantes e professor confirmem se estão ou não aprendendo (CARVALHO, 2013).

A diretriz principal de uma SEI e suas atividades é o cuidado do(a) professor(a) com o grau de liberdade intelectual dado ao aluno e com a elaboração do problema. Segundo Carvalho (2013), as seguintes etapas do raciocínio científico estão presentes nas diferentes atividades das SEI: Apresentação de um problema; Elaboração e testes de hipóteses, onde o conhecimento prévio é tomado como hipótese de pesquisa na resolução do problema; Argumentação; Solução do problema, produzindo uma explicação; e a Construção do raciocínio proporcional do tipo “*se, então, portanto*”, o que envolve a seleção e a relação de variáveis relevantes à solução do problema e à necessidade de uma nova palavra/ conceito.

Argumentação no ensino de Ciências

A necessidade de compreender a alfabetização científica conduziu a um aumento significativo no número de estudos baseados em argumentos e argumentação (FERNANDES *et al.*, 2018). Muitos destes estudos sugerem que o uso de argumentos científicos pelos estudantes é passível de desenvolver capacidades comunicacionais, consciência metacognitiva, pensamento crítico, compreensão da cultura e da prática da ciência e alfabetização científica (CAVAGNETTO, 2010 *apud* FERNANDES *et al.*, 2018). A argumentação configura-se como uma forma de comunicar conhecimentos e ideias, quando um aluno desenvolve AI baseadas no ENCI. A argumentação pode ser compreendida como uma ferramenta para a aprendizagem de Ciências, na medida em que se estabelece com os aprendizes uma relação social de troca de ideias; ou como uma ferramenta de compreensão do processo de aprendizagem de Ciências. Em segundo lugar, a argumentação refere-se ao processo discursivo (que pode ser oral ou escrito) apoiado por um argumento (que pode ter componentes e artefatos) que surge durante as “etapas ou passos das atividades investigativas”. São essas etapas: (1) apresentar um problema e refletir sobre ele; (2) elaborar hipóteses; (3) explicar o processo investigativo; (4) analisar e interpretar os dados; (5) concluir as atividades.

Etapas para o desenvolvimento do ENCI

As atividades investigativas são caracterizadas por etapas e procedimentos específicos. Estes procedimentos são compreendidos por três fases: a) planejamento (antes); b) desenvolvimento (durante); c) reflexão (depois).

a) *Planejamento das atividades investigativas*: ao planejar uma atividade investigativa, dentro do ENCI, o professor deve ter claro o conteúdo que será trabalhado, as habilidades cognitivas e manipulativas desenvolvidas pelos estudantes, e ainda as etapas e procedimentos da realização da atividade. Sasseron e Carvalho (2011) sugerem que os professores levem em consideração, ao planejarem atividades investigativas, três eixos para promover a alfabetização científica: 1) compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; 2) compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua

prática; 3) entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente. De acordo com Sasseron e Carvalho (2011), as propostas didáticas que surgirem respeitando esses três eixos devem ser capazes de promover o início da alfabetização científica, pois terão criado oportunidades para trabalhar problemas envolvendo a sociedade e o ambiente, discutindo, concomitantemente, os fenômenos do mundo natural associados a construção do entendimento sobre esses fenômenos e os empreendimentos gerados a partir de tal conhecimento.

As atividades investigativas, dentro do ENCI, podem ser de dois tipos: ENCI através de objetos (*object-on*) e ENCI através da mente (*mind-on*). As atividades do tipo “*object-on*” podem ser de duas maneiras: 1) manipulativas (*hands-on*), onde os estudantes irão manipular um objeto real, realizando um experimento para obter resposta de um dado problema de investigação; e/ou por 2) Tecnologias de Informação e Comunicação para o Ensino (*ICTE-on*), onde os estudantes interagem com uma tecnologia educativa para obter resultados de uma investigação. Por exemplo, dados disponíveis na internet; uso de simulações e de laboratórios virtuais, ou até mesmo o uso de um jogo virtual que diz respeito às questões sociocientíficas. As atividades do tipo “*mind-on*” são elaboradas para desenvolver o pensamento crítico dos estudantes (*mind-on*) e não apenas a parte física da aprendizagem (*hands-on*). O desenvolvimento de questões sociocientíficas (QSC) seria um exemplo de atividades *mind-on* (ver Capítulo 7).

b) *Desenvolvimento das atividades investigativas*: esta é a fase caracterizada pela realização das *etapas e procedimentos* do ENCI. Vários autores apresentam uma série de etapas para a realização de atividades científicas (CARVALHO, 2013; FERNANDES *et al.*, 2018). Os estudantes partem de uma questão, um problema (apresentado pelo professor ou criado por eles), levantam hipóteses, realizam ações (pesquisas) para responder o problema, coletam e sistematizam os dados e respondem as questões. O desenvolvimento das atividades através de etapas é muito mais que realizar um método científico, trata-se do desenvolvimento de competências mais complexas (*hands-on e mind-on*): “Ao se envolver no ensino investigativo, os estudantes descrevem objetos e eventos, fazem perguntas, constroem explicações, avaliam essas explicações e comunicam suas ideias” (FERNANDES *et al.*, 2018).

c) *Reflexão das atividades investigativas*: quando se finaliza a realização de uma atividade investigativa, o professor estimula os estudantes a

refletirem sobre as ações realizadas. Trata-se de uma competência *mind-on* em que os estudantes argumentam sobre o processo, socializam as dúvidas, as dificuldades e as soluções e apresentam as suas sistematizações. Podemos dizer que este é o momento em que o “ensino investigativo requer identificação de pressupostos, uso do pensamento crítico e lógico, e consideração de explicações alternativas” (FERNANDES *et al.*, 2018).

Graus de liberdade do professor (P) e aluno (A)

Carvalho (2018) discute que para se caracterizar um ensino por investigação, devem existir graus de liberdade do professor (P) e aluno (A), ou seja, o professor deve proporcionar ações (ou desenvolver atividades) para que o aluno se torne agente ativo do seu processo de construção de conhecimento (Quadro 1). Por exemplo, o professor propõe o problema e as hipóteses são discutidas com os estudantes, mas são estes que buscam como fazer o experimento, sob a supervisão do professor, que retomará a discussão com os estudantes quando da discussão das conclusões. Neste caso, é o aluno que está com a parte ativa do raciocínio intelectual. Um grupo pode errar, mas poderá ser o grupo que mais vai aprender, pois os estudantes deste grupo terão de refazer o raciocínio buscando onde cometeram o engano.

Quadro 1. Caracterização do grau de liberdade do professor e aluno para as AI

Carvalho (2018) organizou quadros com a finalidade de caracterizar o grau de liberdade intelectual que o professor proporciona para seus alunos em diferentes modelos metodológicos: atividades experimentais, problemas de lápis e papel e textos históricos. Trazemos aqui os ‘graus de liberdade’ do professor (P) e alunos (A) em “atividades experimentais” e suas características, propostos por Carvalho (2018) (Figura 1):

Figura 1. Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades Experimentais

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de Trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Coluna 1: representa o modelo de ensino diretivo, no qual, na aula de laboratório, o professor apresenta o problema e as hipóteses, quase sempre por meio do referencial teórico, e mostra todos os passos do plano de trabalho, restando aos alunos somente acatar o receituário proposto. Por esse motivo, essas aulas são popularmente chamadas de ‘receitas de cozinha’. Como os alunos têm que comprovar a teoria, as conclusões também já são conhecidas *a priori*. Tendo o conhecimento das conclusões e, portanto, de onde devem chegar a partir dos dados obtidos caso necessário, os alunos tendem a modificar seus dados originais para não errar frente ao professor. Essa coluna representa o grau 1 de liberdade intelectual e, infelizmente, caracteriza uma situação de ensino em que, além do conteúdo específico, os alunos podem aprender a não acreditar nos próprios dados.

Coluna 2: representa ainda um ensino diretivo, mas com um professor mais aberto e participativo. Nesta situação, apesar de as hipóteses e o plano de trabalho serem apresentados pelo professor, eles são discutidos com os alunos. Assim, é possível haver questões para que os alunos pensem por que fazer o que está sendo proposto, mas ainda é a resposta do professor que orienta o trabalho. Esse é o grau 2 de liberdade intelectual.

Coluna 3 e Coluna 4: representam um ensino por investigação. Na terceira coluna, grau 3 de liberdade intelectual, o professor propõe o problema e as hipóteses são discutidas com os alunos, mas são estes que buscam como fazer a experiência, sob a supervisão do professor, que retomará a discussão com os alunos quando da discussão das conclusões. Diferentemente dos graus 1 e 2, quando o aluno procurava entender o raciocínio do professor, nos graus 3 e 4 é o aluno que está com a parte ativa do raciocínio intelectual. A quarta coluna, grau 4 de liberdade, representa uma classe mais madura, já acostumada com o ensino por investigação, na qual os alunos estão acostumados a trabalhar em grupo e a tomar decisões para resolver os problemas. Entretanto, o papel do professor continua muito importante, uma vez que é ele quem propõe o problema a ser resolvido, discute algum aspecto com o grupo que solicitar e, no final, discute as conclusões. O problema deve estar relacionado ao contexto teórico estudado e as conclusões devem levar a uma visão mais profunda da teoria.

Coluna 5: representa o grau 5, no qual o problema é escolhido e proposto pelo aluno ou grupo de alunos. É muito raro nos cursos fundamentais e médios. Encontramos, muito raramente, esses casos em Feiras de Ciências.

Elaboração de um bom problema investigativo

Um problema é considerado “bom” quando dá condições para o aluno resolvê-lo ao levantar hipóteses, determinar variáveis, argumentar e discutir (CARVALHO, 2018). Além disso, possibilita ao aluno relacionar o que aprendeu com o mundo em que vive e a utilizar o conhecimento aprendido em outras disciplinas. O Quadro 2 apresenta uma síntese do que Carvalho (2018) considera de um bom problema para desenvolver o ENCI.

Quadro 2. Caracterização de um bom problema investigativo

Segundo Carvalho (2018, p. 771), um bom problema é aquele que:

- dá condições para os alunos resolverem e explicarem o fenômeno envolvido no mesmo;
- dá condições para que as hipóteses levantadas pelos alunos levem a determinar as variáveis do mesmo;
- dá condições para os alunos relacionarem o que aprenderam com o mundo em que vivem;
- dá condições para que os conhecimentos aprendidos sejam utilizados em outras disciplinas do conteúdo escolar;
- quando o conteúdo do problema está relacionado com os conceitos espontâneos dos alunos, esses devem aparecer como hipóteses dos mesmos.

Por outro lado, nas aulas experimentais, um bom problema é aquele que dá condições para que os alunos:

- passem das ações manipulativas às ações intelectuais (elaboração e teste de hipóteses, raciocínio proporcional, construção da linguagem científica);
- construam explicações causais e legais (os conceitos e as leis).

Fonte: Carvalho (2018, p. 771-772)

Para Carvalho (2018), a execução do ENCI depende de como o professor conduz a diretriz principal de uma atividade investigativa, que é a elaboração de um bom problema e a determinação do grau de liberdade dado ao aluno. Porém, para o seu desenvolvimento existem diversas possibilidades e desafios, que podem ser resumidas por:



POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

A Aprendizagem Baseada na Investigação ou ENCI possibilita o papel ativo do aluno para a construção de conhecimentos científicos. Caracteriza-se por ser uma forma de trabalho (abordagem) que o professor utiliza na intenção de fazer com que a turma se engaje em discussões para entender fenômenos naturais, busca resolver um problema, exercita práticas e raciocínios de comparação, desenvolve a argumentação, buscando respostas para problemas, hipóteses e evidências.



DESAFIOS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

Como limites ou desafios da abordagem investigativa, podemos citar três fatores: formação do professor para planejar e desenvolver o ENCI na educação básica, cuja prática pedagógica se baseia em ações tradicionais de ensino, a demanda de tempo para sua realização, a carência de materiais, mesmo que as AI possam ser realizadas por ações intelectuais (do tipo *mind-on*) e com materiais de baixo custo e pelo envolvimento dos estudantes, que em algumas vezes não entendem o objetivo da atividade.

Entendemos que o desenvolvimento de atividades investigativas baseadas apenas na compreensão de fenômenos ou leis naturais pode apresentar, em situações didáticas, algumas limitações que tornam-se evidentes. Isso acontece quando os estudantes focam apenas na descoberta e explicitação das relações entre as variáveis. Essa é a grande diferença de aprender Ciências aceitando a explicação de um fenômeno dado por alguém ou tentando observar, descrever, explicar o que é observado, compreendido, descoberto, e ir melhorando essa explicação a cada nova dimensão percebida.



COMO DESENVOLVER NA SALA DE AULA?

Definimos no tópico anterior a *Sequência de Ensino Investigativo* (SEI) proposto por Carvalho (2013), que consiste em uma proposta didática para desenvolver os conteúdos programáticos por meio das diferentes Atividades Investigativas. São diversas as Sequências de Ensino Investigativo (SEI) propostas na literatura, variando conforme os conteúdos a serem estudados. O

importante é deixar claro que não existe uma sequência engessada. Segundo Carvalho (2013; 2018), cada professor pode ser o autor da sua própria sequência, desde que siga dois elementos básicos de um ensino por investigação: *organização de problemas* e *liberdade intelectual para os estudantes*.

O Quadro 3 apresenta um conjunto de etapas de uma SEI, com as atividades propostas por Carvalho (2013) e outras, que proporciona ao professor a oportunidade de acompanhar a construção do conhecimento científico no aluno. Especificamente no ensino de Ciências, esta é uma boa alternativa para serem trabalhados conteúdos que muitas vezes são apenas apresentados de forma conceitual, distante da realidade de vida dos estudantes.

Quadro 3. Organização de uma SEI

Etapas	Caracterização
1) <i>Distribuição do material e proposição do problema pelo professor.</i>	O professor divide a classe em pequenos grupos, distribui o material, propõe o problema e confere se todos os grupos entenderam o problema a ser resolvido, tendo o cuidado de não dar a solução e nem mostrar como manipular o material para obtê-la.
2) <i>Resolução do problema pelos alunos em pequenos grupos, a partir de suas concepções.</i>	O professor verifica se os grupos entenderam o problema proposto e deixa os alunos desenvolverem a atividade investigativa. Nesta etapa os alunos desenvolvem ações manipulativas, levantam hipóteses e testam essas hipóteses (põem as ideias em prática).
3) <i>Sistematização coletiva dos conhecimentos elaborados nos grupos.</i> Pode ser dividida em duas etapas com perguntas ou ações do tipo: (1) “como” ou levantamento dos dados para resolução do problema e (2) “porque” ou construção de uma justificativa para o fenômeno e argumentação científica, proporcionando uma explicação causal e a passagem da linguagem cotidiana para a científica.	O professor inicia um debate com os alunos, por meio de perguntas do tipo: “Como vocês conseguiriam resolver o problema?”. O professor busca fazer com que os alunos tomem consciência de suas ações, verifiquem as hipóteses que deram certo e as que não. Pode fazer perguntas do tipo: “Por que vocês acham que deu certo?. Como vocês explicam o porquê de ter dado certo?” etc.
4) <i>Escrever e desenhar, realçando a construção pessoal do conhecimento.</i>	Etapa individual da sistematização do conhecimento. O professor solicita aos alunos que eles escrevam e desenhem o que aprenderam na aula.
5) <i>Aplicação de uma atividade de contextualização e aprofundamento do conteúdo</i>	Aplicação do conteúdo em um contexto social a partir de novas atividades.

6) <i>Aplicação de uma atividade de sistematização</i>	Garante que todos aprendam o conteúdo, por meio de diferentes atividades e estratégias, nas quais se pode discutir e retomar as etapas desenvolvidas e o modelo explicativo construído à luz dos novos conceitos.
--	---

Fonte: Adaptado de Carvalho (2018)

Segundo Carvalho (2018), uma SEI pode ser formada por um ciclo, ou por vários ciclos de atividades, mas no final de cada ciclo é importante que se tenha: uma *atividade de contextualização* e uma *avaliação formativa* (Quadro 3).

Uma segunda possibilidade para desenvolver atividades investigativas é proposta por Fernandes *et al.* (2018), na qual o ENCI pode ser organizado em diferentes níveis de execução, denominados de *Elementos de Atividades Investigativas*, que estão organizados em *Etapas de Investigação*, como apresentado no Quadro 4 a seguir:

Quadro 4. Principais elementos e etapas das atividades investigativas

Nº	Elementos das AIEC	Etapas de Investigação
1	Problema	Explorar o mundo Apresentar um problema Refletir sobre o problema
2	Hipótese	Gerar hipóteses Avaliar as hipóteses
3	Processo investigativo	Planejar a investigação Investigar
4	Interpretação	Analisar os dados obtidos Interpretar as novas informações
5	Conclusão	Sistematizar e registrar Comunicar as informações Aplicar o conhecimento a novas situações

Fonte: Fernandes *et al.* (2018)

Para Fernandes *et al.* (2018), conforme Quadro 5, uma Atividade de Investigação (AI) tem que apresentar uma situação-problema que leve ao levantamento de hipóteses pelos estudantes. A seguir, eles desenvolvem um processo investigativo para analisar, interpretar as hipóteses levantadas, por

fim, concluir esse processo por meio de uma sistematização, da comunicação das informações e da aplicação do conhecimento à novas situações relacionadas à problematização inicial da atividade investigativa (FERNANDES *et al.*, 2018).

Quadro 5. Caracterização dos principais elementos e etapas das atividades Investigativas

Nº	ELEMEN- TOS DAS AIEC	ETAPAS DE INVESTIGAÇÃO
1	Problema	1) O problema da atividade investigativa: descrever o principal problema da atividade investigativa. O professor poderá apresentar uma reportagem, um vídeo, um texto para introduzir o problema investigativo. 2) As principais reflexões sobre o problema: justificar o problema e relacioná-lo com o tema e conceitos básicos da aula. Apontar os principais temas que os estudantes devem refletir. 3) Exemplos relacionados ao problema: apresentar exemplos e relacioná-los com o problema da atividade investigativa.
2	Hipótese	1) Registro e avaliação das hipóteses: Indicar como serão registradas e avaliadas as hipóteses dos estudantes.
3	Processo de investigação	1) Descrição dos materiais utilizados na investigação: descrever os principais materiais que serão utilizados no processo investigativo. 2) Descrição do processo investigativo pelos estudantes: descrever como ocorrerá o processo investigativo.
4	Interpretação	1) Análise e interpretação dos dados obtidos: descrever como os estudantes deverão analisar e interpretar os dados obtidos.
5	Conclusão	1) Sistematização e registro dos dados: descrever como os estudantes deverão sistematizar e registrar os dados. 2) Comunicação das informações: descrever como os estudantes comunicarão as informações. 3) Aplicação do conhecimento construído na atividade em outras situações: descrever outras situações para que os estudantes apliquem o conhecimento desenvolvido na atividade.
6	Organização do conhecimento	1) Descrição das definições, conceitos, relações e leis: Descrever o aprofundamento das definições, conceitos, relações e leis (O professor pode empregar diversos recursos, modelos didáticos, materiais, estratégias e atividades para organizar a aprendizagem de seus estudantes).

Fonte: elaborados pelos autores

As etapas gerais do Quadro 4 e Quadro 5 não devem ser consideradas exemplos “rígidos” para o desenvolvimento do ENCI. É importante que cada atividade seja organizada em diferentes *níveis de execução* (por exemplo, **atividade experimental**: exposição do problema, criação de hipóteses, definição de um plano de trabalho, obtenção de dados e conclusão; **atividades com textos históricos**: problematização, leitura do texto, análise do texto e conclusões etc.). Ou seja, para cada Atividade Investigativa existem níveis de execução da atividade para concretizar o aprendizado.



ALGUNS EXEMPLOS E RESULTADOS

O primeiro exemplo trata-se de uma proposta pedagógica, desenvolvida no sexto ano do ensino fundamental de uma escola pública pelo PIBID Ciências e Biologia, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, em 2019. As atividades desenvolvidas se basearam no processo metodológico do ENCI, cujos elementos das atividades investigativas (níveis de execução) e as etapas de investigação estão fundamentadas em Fernandes *et al.* (2018) e descritas em Rodrigues, Pereira e Fernandes (2020) a partir do Quadro 6:

Quadro 6. Uma proposta para as etapas do Ensino de Ciências por Investigação

Nº	ELEMENTOS DASAIEC	ETAPAS DE INVESTIGAÇÃO
1	Problema	<p>1) O problema da atividade investigativa: <i>Você considera o Rio Grande poluído? O que você acha que pode ter causado esse problema?</i></p> <p>2) As principais reflexões sobre o problema: <i>fazer com que os alunos reflitam sobre:</i></p> <p>2.1 <i>Os problemas que as atividades antrópicas acarretam nos recursos hídricos.</i></p> <p>2.2 <i>A importância de preservar os rios.</i></p> <p>2.3 <i>Se a água do Rio Grande é apropriada para consumo, e se não, por quê?</i></p> <p>2.4 <i>Em quais condições podemos considerar uma água potável? Vocês acham que a água do bebedouro da escola é apropriada para consumo?</i></p> <p>3) Exemplos relacionados ao problema: <i>desgaste dos recursos existentes no planeta por meio de atividades desenvolvidas pelo ser humano:</i></p>

		<i>degradação do solo, desmatamento, aquecimento global e toda e qualquer atividade que esgote ou mude a constituição dos recursos disponíveis na natureza.</i>
2	Hipótese	1) Registro e avaliação das hipóteses: <i>levantar as hipóteses oralmente registrando-as pelo gravador do celular e discutir em uma roda de conversa posteriormente.</i>
3	Processo de investigação	<p>1) Descrição dos materiais utilizados na investigação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Atividade investigativa com as amostras coletadas no Rio Grande e no bebedouro da escola: microscópio, lâmina, lamínula, Pipeta de Pasteur, placa de Petri, lápis, folha A4, borracha.</i> <p>2) Descrição do processo investigativo pelos estudantes (Roteiro em Anexo):</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Inicialmente os estudantes deverão observar o processo de produção da lâmina que será realizada pelo professor e estagiários, bem como o funcionamento do microscópio, para que possam ajustar, se preciso, quando forem utilizar.</i> • <i>Uma lâmina conterá uma gota de água potável e a outra uma gota de água contaminada.</i> • <i>Em um segundo momento faz-se necessário que eles se dividam em grupos para que organizadamente possam ver as lâminas no microscópio.</i> • <i>Após a visualização, cada aluno deverá se dirigir ao seu lugar, onde receberão uma folha A4 para desenhar e descrever o que observaram nas lâminas no microscópio eletrônico.</i>
4	Interpretação	1) Análise e interpretação dos dados obtidos: <i>Os estudantes deverão analisar a diferença entre uma lâmina e outra, distinguindo a que é poluída da outra e, assim, poderão verificar se as hipóteses levantadas anteriormente estão corretas ou não, para justificar a ausência ou a presença de determinado conteúdo nas lâminas. Por meio das observações, os estudantes deverão confirmar as hipóteses levantadas na problematização, bem como criar discussões em torno das políticas públicas referentes às questões ambientais.</i>
5	Conclusão	<p>1) Sistematização e registro dos dados: <i>Após análise no microscópio, os estudantes deverão descrever e desenhar o que observaram sobre a qualidade da água nas duas situações expostas.</i></p> <p>2) Comunicação das informações: <i>Os estudantes descreverão o que viram no microscópio e discutirão as políticas públicas de preservação dos recursos hídricos.</i></p> <p>3) Aplicação do conhecimento construído na atividade em outras situações: <i>Os estudantes deverão refletir, observar e discutir para onde vai o esgoto da sua casa, bem como se é possível evitar desperdícios de água e não jogar lixo ou qualquer outra substância nos rios. Debater</i></p>

		<i>sobre o motivo dos rios serem poluídos e criticar as leis de preservação que não protegem esses ambientes.</i>
6	Organização do conhecimento	1) Descrição das definições, conceitos, relações e leis: Após o desenvolvimento do ENCI, serão trabalhados com os estudantes os conceitos de recursos hídricos, poluição, leis de preservação ambiental, saneamento básico, políticas públicas. Apresentação de slides expondo a realidade dos rios mundiais, frisando os rios brasileiros, bem como a importância da preservação dos recursos hídricos.

Fonte: Rodrigues, Pereira e Fernandes (2020)

Quadro 7: Desenvolvimento das Atividades Investigativas

(a) **Problema:** Rio Grande em Diamantina (MG).



(b) **Processo de investigação:** Grupo preparando as lâminas para identificação da água poluída e água potável.



(c) **Interpretação:** Análise e interpretação dos dados obtidos da atividade investigativa realizada pelos grupos.



Fonte: Rodrigues, Pereira e Fernandes (2020)

A partir do ENCI, resultados significativos foram alcançados, ou seja, foi verificado que os estudantes compreenderam diversos conceitos relacionados ao tema, foram cooperativos e participaram de forma ativa durante o desenvolvimento da atividade. O desenvolvimento desta proposta de ensino

demonstrou ser produtiva no sentido de contribuir com ações pedagógicas que podem ser implementadas no contexto da sala de aula para integrar conhecimentos dos diferentes componentes curriculares, colocar em prática os objetos de aprendizagem da BNCC e colaborar com o processo de alfabetização e letramento científico para estudantes do ensino fundamental.



SÍNTESE

O que é?

O ENCI é uma abordagem de ensino, já as atividades investigativas são estratégias que fazem parte do processo de ensino-aprendizagem e que tem como objetivo o desenvolvimento de certas competências cognitivas, caracterizadas por etapas (níveis de execução) e procedimentos específicos. O ENCI lança mão de ações e estratégias diferenciadas, de forma a configurar um ambiente em que professor e estudantes possam interagir e colaborar entre si, para que o entendimento sobre diferentes temas seja estruturado, ampliado e aprofundado.

O que diz?

Se a Atividade Investigativa for aplicada seguindo os seus conceitos básicos de formulação de um bom problema e grau de liberdade intelectual do aluno, estes desenvolverão a capacidade de ler, raciocinar, levantar hipóteses, argumentar, discutir e concluir sobre o conteúdo proposto. A literatura que aborda o ENCI e o desenvolvimento de AI traz discussões e estudos referentes à: Alfabetização Científica; Sequência de Ensino Investigativo – SEI; Argumentação Científica; Níveis de execução das atividades investigativas; Etapas para o desenvolvimento do ENCI; Graus de liberdade do professor (P) e aluno (A); Elaboração de um bom problema.

Como?

O desenvolvimento do ENCI dependerá do planejamento e da promoção de diferentes atividades investigativas. Essas atividades podem ser do tipo laboratório aberto/ atividade experimental, textos históricos, problemas e questões abertas, recursos tecnológicos, dentre outros. Cada atividade é dividida em *níveis de execução*. Como exemplo, em uma atividade experimental, os níveis de execução são exemplificados pela exposição do

problema, criação de hipóteses, definição de um plano de trabalho, obtenção de dados e conclusão. Já em atividades com textos históricos, os níveis são distribuídos entre problematização, leitura do texto, análise do texto e conclusões. Ou seja, para cada Atividade Investigativa existem níveis de execução da atividade para concretizar o aprendizado.

Na literatura disponível são diversas as propostas de *Sequências* ou *Etapas* para desenvolver o ENCI, variando conforme o conteúdo a ser aplicado. Não existe uma sequência engessada e cada professor pode ser o autor da sua própria sequência, desde que siga dois elementos básicos de um ensino por investigação: organização de problemas e liberdade intelectual para os estudantes.

Quais os limites e possibilidades?

Possibilidades: estimula o papel ativo do aluno para a construção de conhecimentos científicos. Caracteriza-se por ser uma forma de trabalho que o professor utiliza na intenção de fazer com que a turma se engaje em discussões para entender fenômenos naturais, busca resolver um problema, exercita práticas e raciocínios de comparação e argumentação, buscando respostas para problemas, hipóteses e evidências.

Limitações: como limites da abordagem investigativa podemos citar três fatores: formação do professor da educação básica para planejar e desenvolver o ENCI, cuja prática pedagógica se baseia em ações tradicionais de ensino; a demanda de tempo para sua realização e a carência de materiais - ainda que as AI possam ser realizadas por ações intelectuais (do tipo *mind-on*) e demandem por materiais de baixo custo. Por último, temos como limite o envolvimento dos estudantes, que em algumas vezes não entendem o objetivo da atividade.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**: v. 18, n. 3, set-dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 27 fev. 2019.

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

FERNANDES, G.; RODRIGUES, A. M.; FERREIRA, C. A. Os fundamentos essenciais da argumentação no ensino de Ciências: um estudo a partir das unidades, elementos taxonômicos e qualidade do argumento. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 3, p. 1020-1059, dez. 2018. ISSN 2175-7941. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n3p1020/38082>. Acesso em: 14 jan. 2021.

FERNANDES, G.; RODRIGUES, A. M.; FERREIRA, C. A. **Olhares para o ensino de ciências: tecnologias digitais, atividades investigativas, concepções e argumentação**. São Paulo: Livraria da Física, 2021.

FERRAZ, A. T; SASSERON, L. H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**: Belo Horizonte, v. 19, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3lcu0Tg>. Acesso em: 06 mar. 2019.

RODRIGUES, A. C. de O.; PEREIRA, A. N. A.; FERNANDES, G. W. R. A relação entre atividades antrópicas e recursos hídricos: uma experiência didática baseada no ensino de ciências por investigação com alunos do ensino fundamental II. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**. Cascavel, v. 4, n. 2, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3to9nmj>. Acesso em: 14 jan. 2021.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de Alfabetização Científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação**, v. 17, p. 97-114, 2011. Disponível em: <https://bit.ly/3saiAKg>. Acesso em: 14 fev. 2021.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relação entre ciência da natureza e escola. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, nº especial, p. 49-67, nov. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-os-00049.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2020.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. **Alfabetização Científica na Prática**: inovando a forma de ensinar Física. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.