# Práticas Investigativas e Formação Epistemológica no Ensino de Ciências: do Laboratório Tradicional ao Laboratório Reflexivo

*Investigative Practices and Epistemological Formation in Science Education: From Traditional Laboratory to Reflective Laboratory*

Inaldo Jerfson Sobreira da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco, inaldo.fisica@gmail.com
Valquíria do Nascimento Tavares – Universidade Federal de Pernambuco, valquiria_quimica@hotmail.com

## 1. Introdução

O ensino de Ciências, particularmente o de Física, tem sido historicamente marcado por práticas transmissivas e experimentos de demonstração cuja função principal é comprovar leis previamente estabelecidas, reforçando uma visão empirista e linear da ciência. Essa concepção, fortemente enraizada nos currículos escolares, ainda reduz a experiência científica a um conjunto de procedimentos padronizados e previsíveis, esvaziando o potencial investigativo e crítico do aprendizado.

Contudo, nas últimas décadas, o debate sobre ensino por investigação (Carvalho, 2021; Sasseron, 2022; Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2022) vem ganhando centralidade nas políticas e pesquisas em Educação em Ciências, buscando superar o paradigma da verificação e promover a aprendizagem como processo de construção de sentido e não de repetição de fórmulas.

A formação científica dos estudantes — e também dos professores — precisa estar vinculada à experiência da dúvida, da argumentação, da análise de evidências e da reconstrução conceitual. Nesse contexto, as práticas investigativas emergem não apenas como uma metodologia de ensino, mas como um eixo epistemológico que redefine o papel do laboratório escolar e o próprio significado de ensinar ciência.

Este capítulo discute como o Laboratório Didático Investigativo, fundamentado em pressupostos construtivistas e dialógicos, pode favorecer o desenvolvimento da alfabetização científica, da reflexividade docente e da consciência epistemológica dos

alunos, à luz de autores clássicos como Borges (2002), Gil-Pérez et al. (2001), Tamir (1991) e Pinho Alves (2002), e de contribuições contemporâneas (Carvalho, 2021; Cunha, 2022; Faria & Silva, 2023).

## 2. Marco Teórico / Resultados

### 2.1 O Ensino por Investigação e a Construção do Conhecimento Científico

Ensinar Ciências de forma investigativa significa romper com o ensino da resposta certa e investir no ensino da pergunta certa. Em lugar de uma sequência rígida de etapas experimentais, propõe-se um ambiente de problematização, no qual os alunos exploram fenômenos, formulam hipóteses e negociam interpretações coletivamente (Carvalho, 2021).

Segundo Cachapuz et al. (2005), a alfabetização científica só ocorre quando o estudante participa ativamente da construção do conhecimento, compreendendo os modos de pensar e agir da ciência. Essa concepção é reforçada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), para quem a aprendizagem científica envolve a articulação entre o saber cotidiano e o saber escolar, mediada por atividades problematizadoras e socialmente significativas.

Araújo e Abib (2003) destacam que as atividades experimentais variam desde a simples verificação de leis até práticas investigativas de natureza construtivista, nas quais o aluno é desafiado a interpretar o fenômeno e não apenas observá-lo. Esse deslocamento metodológico implica uma mudança epistemológica: o foco deixa de estar na comprovação e passa à exploração e à argumentação.

Gil-Pérez et al. (2001) afirmam que essa mudança é essencial para combater as "visões deformadas de ciência" ainda predominantes na escola, como a crença no método científico rígido e na neutralidade do cientista. Assim, o ensino por investigação não é apenas uma técnica pedagógica, mas uma pedagogia epistemológica que convida o estudante a pensar sobre o que é ciência, como ela é produzida e qual seu papel na sociedade contemporânea.

## 2.2. Laboratório Didático Investigativo: um Espaço de Construção e Mediação

O Laboratório Didático Investigativo surge como uma alternativa ao laboratório tradicional, substituindo o roteiro prescritivo pela construção coletiva do problema. Borges (2002) já alertava que, no modelo tradicional, o aluno é conduzido a manipular objetos sem compreender os fundamentos teóricos que orientam a atividade, o que leva à perda do caráter formativo do experimento.

Em contrapartida, no laboratório investigativo, a experiência se torna um espaço dialógico, no qual o fenômeno é interpretado e reconstruído pelos alunos sob orientação do professor. Segundo Pinho Alves (2002, p. 8), a participação ativa não deve se limitar à manipulação instrumental, mas incluir o processo de "negociação do saber".

Essa concepção dialoga com a ideia de epistemologia participativa (Cunha, 2022), na qual aprender ciência envolve compreender seus modos de validação, reconhecer seus limites e participar da produção simbólica do conhecimento. Assim, a prática experimental torna-se um ato interpretativo, e não apenas observacional.

Um aspecto essencial dessa abordagem é a valorização do erro e da incerteza como dimensões formativas. Ao contrário do laboratório tradicional, no qual o erro é visto como falha, no laboratório investigativo ele é fonte de aprendizagem. Essa mudança reflete o que Morin (2020) denomina "paradigma da complexidade": compreender que o conhecimento científico nasce do confronto com o inesperado, e não da sua negação.

Além disso, o professor assume um papel central como mediador epistemológico, responsável por criar condições para que os alunos formulem hipóteses, debatam suas ideias e construam explicações fundamentadas. Segundo Borragini et al. (2004, p. 3), o professor precisa estar "preparado para modificar os rumos de seu planejamento de acordo com as evidências cognitivas apresentadas pelos alunos" — ou seja, a prática pedagógica torna-se flexível, interpretativa e responsiva.

## 2.3. Visões Deformadas de Ciência e Desafios da Superação

Mesmo com avanços teóricos, o ensino de Ciências ainda é permeado por visões deformadas sobre o fazer científico. Gil-Pérez et al. (2001) identificam sete distorções que comprometem a compreensão da natureza da ciência:

1. Visão empírico-indutivista e ateórica — reduz a ciência à observação neutra.
2. Visão rígida — trata o método científico como um algoritmo universal.
3. Visão aproblemática e ahistórica — ignora o contexto histórico e os conflitos teóricos.
4. Visão analítica — fragmenta o conhecimento e despreza a interdisciplinaridade.
5. Visão acumulativa — apresenta a ciência como sequência linear de verdades.
6. Visão individualista — atribui descobertas a gênios isolados.
7. Visão socialmente neutra — desconsidera as dimensões éticas e políticas da ciência.

Pesquisas recentes (Sasseron & Carvalho, 2022; Faria & Silva, 2023) confirmam que essas concepções ainda se refletem em práticas laboratoriais escolares e universitárias, evidenciando que a transição para uma cultura investigativa requer um processo de reconstrução epistemológica profunda.

Para enfrentar tais distorções, é necessário que os professores se apropriem de referenciais críticos sobre a Natureza da Ciência (NOS) e compreendam que o ensino por investigação é também um ato político e cultural — um modo de democratizar o conhecimento e formar sujeitos capazes de pensar a ciência como produção humana, social e histórica (Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2022).

## 2.4. Níveis de Investigação: da Repetição à Autonomia Epistêmica

Tamir (1991) propôs uma categorização dos níveis de investigação com base no grau de abertura das atividades experimentais, posteriormente aprimorada por Borges (2002). A estrutura original de Tamir definia quatro níveis de investigação, apresentados a seguir:

Tabela 1 - níveis de investigação

| **Nível (Tamir, 1991)** | **Problema** | **Procedimento** | **Conclusão** | **Descrição** |
|---|---|---|---|---|
| **0 – Verificativo** | Fechado | Fechado | Fechado | O professor fornece todo o roteiro e o aluno apenas executa e confirma resultados. |
| **1 – Guiado** | Fechado | Fechado | Aberto | O professor fornece o problema e o procedimento, mas o aluno interpreta os resultados. |
| **2 – Semiguiado** | Fechado | Aberto | Aberto | O aluno decide como coletar dados e elaborar as conclusões. |
| **3 – Aberto** | Aberto | Aberto | Aberto | O aluno elabora o problema, define o método e tira conclusões independentes. |

Fonte: **(Tamir, 1991)**

Essa classificação, ainda vigente em muitos currículos, representava um avanço ao reconhecer diferentes graus de autonomia do aluno. Contudo, ela se mostrava limitada por tratar a investigação como um processo estritamente técnico, sem considerar a dimensão reflexiva e epistemológica envolvida na aprendizagem científica.

Tamir (1991) propôs uma classificação dos níveis de investigação com base no grau de abertura da atividade experimental, considerando três dimensões centrais:

1. O problema proposto — se é definido pelo professor ou elaborado pelo aluno;
2. O procedimento experimental — se o caminho para a solução é prescrito ou exploratório;
3. A conclusão — se é determinada previamente ou construída pelo estudante.

Essa estrutura permite compreender como a autonomia cognitiva do aluno se amplia à medida que o controle do processo de investigação passa do professor para o próprio estudante. A seguir, cada nível é detalhado em profundidade:

- Nível 0 – Verificativo (ou Tradicional)

Neste nível, o professor apresenta um problema pronto, define o passo a passo do experimento e indica qual resultado o aluno deve obter. O estudante atua apenas como executor, reproduzindo uma sequência prescrita sem questionar o processo ou os fundamentos teóricos.

Essa forma de atividade é predominante em laboratórios tradicionais. Ela reforça uma visão empirista e positivista da ciência — a ideia de que a observação neutra e a verificação bastam para produzir conhecimento.

- Exemplo prático:

O professor fornece um roteiro para comprovar a 2ª Lei de Newton. O aluno mede massa, força e aceleração, aplica F=maF = maF=ma e conclui que “a lei é válida”. Não há espaço para reflexão ou análise crítica dos dados.

- Nível 1 – Guiado (ou Dirigido)

O professor define o problema e o método experimental, mas deixa ao aluno a tarefa de interpretar os resultados e formular conclusões. O estudante já exerce algum papel reflexivo, mas sua investigação ainda está fortemente condicionada pelas instruções do professor. Há um pequeno avanço na autonomia, pois o aluno precisa comparar dados e extrair significados. Ainda assim, o raciocínio é orientado para confirmar um modelo teórico.

- Exemplo prático:

O professor propõe investigar o empuxo em líquidos, fornece o roteiro e instrumentos, mas pede que os alunos expliquem, com base nos dados, por que o objeto flutua ou afunda.

- Nível 2 – Semiguiado (ou Investigativo Orientado)

O problema é fornecido, mas o aluno tem liberdade para escolher o método, planejar os passos do experimento, coletar dados e tirar suas próprias conclusões. Esse nível exige do estudante planejamento, tomada de decisão e interpretação crítica — habilidades fundamentais da prática científica. Aqui o aluno começa a agir como um pequeno pesquisador, exercitando o pensamento hipotético-dedutivo e a capacidade de lidar com imprevistos.

- Exemplo prático:

O professor apresenta a questão: “Como a resistência do ar afeta a queda dos corpos?”

Os alunos decidem quais objetos utilizar, como medir o tempo de queda e que dados coletar. A análise final é construída a partir das evidências.

- Nível 3 – Aberto (ou Investigativo Autônomo)

O aluno elabora o problema, planeja todo o experimento, define os instrumentos e estratégias de coleta de dados e constrói as conclusões de modo independente. O papel

do professor é apenas de mediador e orientador epistemológico, intervindo para garantir a coerência científica e o aprofundamento conceitual. Este é o nível máximo de autonomia dentro do modelo original de Tamir. Ele representa o ideal de uma aprendizagem investigativa plena, mas é difícil de implementar na escola por exigir tempo, recursos e maturidade conceitual dos alunos.

- Exemplo prático:

Os alunos propõem investigar "como a temperatura influencia a elasticidade de um material". Eles formulam hipóteses, planejam os testes, organizam tabelas e discutem as causas das variações observadas.

Diante disso, o presente estudo propõe uma atualização para um Nível 4 – Reflexivo e Epistêmico, que amplia o escopo da investigação e inclui a metacognição e a compreensão crítica dos modos de construção do conhecimento científico. Esse novo nível não se restringe à manipulação experimental, mas inclui a análise crítica do próprio processo investigativo. A seguir, apresenta-se a tabela atualizada:

Tabela 2 – Atualização dos níveis de investigação

| **Nível Atualizado** | **Problema** | **Procedimento** | **Conclusão** | **Características Principais** |
|---|---|---|---|---|
| **0 – Tradicional** | Fechado | Fechado | Fechado | Atividade de demonstração; ausência de autonomia discente. |
| **1 – Semiguiado** | Fechado | Fechado | Aberto | Aluno interpreta resultados, mas segue instruções fixas. |
| **2 – Investigativo Orientado** | Fechado | Aberto | Aberto | Aluno planeja o experimento e analisa resultados com apoio docente. |
| **3 – Investigativo Aberto** | Aberto | Aberto | Aberto | Aluno constrói todo o processo investigativo, da hipótese à conclusão. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **4 – Reflexivo e Epistêmico** | Aberto | Aberto | Metacognitivo | O estudante reflete criticamente sobre o processo, compreendendo os fundamentos da ciência e sua natureza histórica e social. |

Fonte: Autor

A inclusão desse novo nível responde às demandas contemporâneas da formação científica reflexiva, ao reconhecer que aprender ciência não é apenas fazer ciência, mas compreender como e por que se faz ciência. Esse nível dialoga diretamente com a Teoria dos Construtos Pessoais (Kelly, 1963), em que a aprendizagem ocorre por reconstrução de significados. Aqui, o estudante assume o papel de cientista reflexivo, revisando seus próprios construtos à luz da experiência investigativa.

No Nível 4, o professor atua como facilitador metacognitivo, promovendo discussões sobre os aspectos epistemológicos das atividades, como a incerteza, o erro, a interpretação dos dados e as limitações do método. O foco deixa de ser apenas o resultado experimental para se concentrar nas condições de produção do conhecimento. Assim, a prática investigativa torna-se também um espaço de reflexão filosófica e crítica sobre o fazer científico.

Essa ampliação da abordagem permite superar a visão tecnicista ainda presente em parte das propostas de ensino por investigação. Ela conecta o aprendizado experimental às dimensões éticas e sociais da ciência, aproximando-se da perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e da epistemologia da complexidade proposta por Morin (2020). A metacognição, nesse contexto, funciona como o elo entre o saber fazer e o saber pensar, constituindo o cerne da formação científica contemporânea.

## 2.5. Implicações Formativas e Curriculares

O ensino por investigação, articulado a práticas reflexivas e epistemológicas, traz implicações diretas para a formação docente e para o currículo da Educação Básica.

Na formação inicial, permite ao licenciando compreender que ensinar Ciências não é reproduzir conteúdos, mas construir cenários de aprendizagem que favoreçam a dúvida, o erro e o diálogo (Tavares & Cunha, 2023). Essa mudança de perspectiva aproxima o professor da figura do "cientista pessoal" de Kelly (1955), que formula hipóteses pedagógicas, testa-as e revisa suas ações à luz dos resultados obtidos.

No currículo da Educação Básica, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) reconhece o ensino investigativo como princípio estruturante, defendendo que os alunos "compreendam a ciência como empreendimento humano" e desenvolvam "a capacidade de argumentar e justificar com base em evidências". Assim, o Laboratório Didático Investigativo não é apenas uma metodologia, mas uma estratégia de concretização curricular voltada à formação crítica e cidadã.

## 3. Considerações Finais

As práticas investigativas no ensino das Ciências representam uma ruptura paradigmática e epistemológica com o ensino tradicional. Elas não apenas transformam a relação entre professor, aluno e conhecimento, mas ressignificam o próprio sentido de aprender e ensinar ciência.

Ao integrar experimentação, reflexão e diálogo, o Laboratório Didático Investigativo se constitui como espaço de reconstrução conceitual e emancipação cognitiva, aproximando a escola da natureza real da atividade científica.

O desafio contemporâneo, contudo, é consolidar essas práticas de forma sistêmica, garantindo condições formativas, tempo didático e políticas de valorização docente que sustentem a inovação.

Como defendem Cunha (2022) e Faria & Silva (2023), a educação científica não pode ser reduzida a metodologia; ela deve ser compreendida como um projeto epistemológico e político de formação humana, capaz de articular ciência, ética, cultura e sociedade.

Referências

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 2, p. 191–201, 2003.

BORGES, R. Objetivos do Laboratório Didático de Ciências. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 2002.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. *A Necessária Renovação do Ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO, A. M. P. *Ensino por Investigação: Fundamentos e Práticas*. São Paulo: Cortez, 2021.

CUNHA, M. B. Reflexividade e Formação Docente em Ciências. *Educação & Sociedade*, v. 43, n. 157, 2022.

ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. *Argumentation in Science Education*. Springer, 2022.

FARIA, L.; SILVA, R. Abertura Investigativa e Epistemologia Escolar. *Ciência & Educação*, v. 29, n. 2, 2023.

GIL-PÉREZ, D. et al. *Para uma Imagem Não Deformada da Ciência*. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, 2001.

MORIN, E. *A Cabeça Bem-Feita: Repensar a Reforma, Reformar o Pensamento*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020.

PINHO ALVES, F. *Laboratório Didático de Física: Perspectivas e Desafios*. Porto Alegre: UFRGS, 2002.

SASSERON, L. H. *Práticas Investigativas e Aprendizagem Científica*. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 27, n. 2, 2022.

TAVARES, M.; CUNHA, A. *Reflexividade e Epistemologia Docente na Formação Inicial*. *Ciência & Educação*, v. 29, n. 1, 2023.

TAMIR, P. *Practical Work in School Science: An Analysis of Current Practice*. *Research in Science Education*, v. 21, 1991.

SCHÖN, D. A. *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Basic Books, 2000.