

# **O Processo Investigativo no Ensino de Ciências Naturais: uma sequência didático-pedagógica sobre o conceito de energia**

## **Investigative Process in Natural Science Teaching: a didactic-pedagogical sequence on energy concept**

**Danielle Grynszpan**

Pesquisadora Titular do Setor de Alfabetismo Científico/LBI/IOC/FIOCRUZ/RJ  
danielle@ioc.fiocruz.br

**Bruno Siqueira de Lemos Gonçalves Brito**

Colaborador do Setor de Alfabetismo Científico/LBI/IOC/FIOCRUZ/RJ, SEEDUC-RJ  
abnaciencia@ioc.fiocruz.br

**Toyoko Maria N. F. Angelo**

Colaboradora do Setor de Alfabetismo Científico/LBI/IOC/FIOCRUZ/RJ  
abnaciencia@ioc.fiocruz.br

### **Resumo**

O presente trabalho apresenta uma análise da implantação de um processo de ensino-aprendizagem desenvolvido em escolas públicas do Estado do Rio de Janeiro. Nosso objetivo era verificar se a abordagem investigativa foi apropriada pelos alunos de Ciências Naturais no cotidiano escolar. Os resultados estão vinculados à valorização do questionamento e à proposição de soluções criativas para questões-desafio, bem como à postura colaborativa durante o processo de construção compartilhada de conhecimento. Analisamos, especialmente, uma sequência didático-pedagógica que integrou tópicos curriculares em atividades que englobaram desde a Conservação de Energia até a temática Sociedade Sustentável. O viés etnográfico acentuou os dados qualitativos, permitindo que se evidenciasse a relação entre atividades investigativas e o desenvolvimento da percepção dos problemas, indicando sua centralidade no que tange ao incentivo da postura crítica e ao desenvolvimento da argumentação oral e escrita.

**Palavras chave:** processo ensino-aprendizagem, abordagem investigativa, sequência didático-pedagógica

### **Abstract**

This paper presents an analysis of the implementation of a teaching-learning process developed in public schools of the Rio de Janeiro State. Our goal was to verify if the investigative approach was appropriated by Natural Sciences students in the school daily life. The results are linked to the valorization of questioning and proposal of creative solutions to challenge-issues and the collaborative attitude during the process of collective construction of knowledge. We analyzed, especially, a didactic-pedagogical sequence which integrated

curriculum topics in activities that encompassed from the Energy Conservation to the theme Sustainable Society. The ethnographic approach stressed the qualitative data, allowing evidences to be shown about the relationship between investigative activities and the development of perception of the problems, indicating its centrality in relation to encouraging critical stance and the development of oral and writing argumentation.

**Key words:** teaching-learning process, investigative approach, didactic-pedagogical sequence

## Introdução

O presente trabalho trata de uma pesquisa sobre a implantação de um processo de ensino-aprendizagem investigativo ligado à melhoria do Ensino de Ciências Naturais e foi desenvolvido em escolas públicas do Estado do Rio de Janeiro. Nosso objetivo foi verificar se e como uma sequência didática foi desenvolvida no cotidiano escolar, em turmas do Ensino Fundamental II e Médio.

Em um modelo ainda considerado alternativo, como é o caso da abordagem investigativa, o ensino deve ser centrado no aluno, participante ativo do processo de ensino-aprendizagem e cujos conhecimentos prévios precisam ser valorizados. Pode ser considerado investigativo um processo no qual o aluno se envolve na resolução de um problema: observando, refletindo, elaborando hipóteses, experimentando, discutindo, procurando explicar e relatando suas experiências, aprendendo a colaborar em grupo de trabalho e a conviver com ideias divergentes (AZEVEDO, 2012; GRZYNSZPAN, 2008).

Dessa forma, desenvolvemos um estudo acerca de um trabalho no qual o papel do professor deveria ser o de mediador do processo de ensino-aprendizagem e as atividades investigativas, por sua vez, além de serem configuradas de acordo com as orientações educacionais contidas em documentos oficiais (BRASIL, 1999), deveriam estar também sequenciadas no sentido da exploração do conceito de energia, da percepção de suas formas bem como da compreensão de suas transformações.

Aulas expositivas, com raras ou nenhuma discussão conceitual e grande repetição de exercícios: estas são particularidades bem conhecidas da prática de ensino da disciplina de Física no Ensino Médio (ABIB, 2010; BRASIL, 1999; CARVALHO, 2010). Esta ótica conteudista, que ainda podemos atualmente encontrar nas escolas brasileiras, também se baseia na transmissão unidirecional de um saber “científico” difundido por um professor, cuja posição no campo (BOURDIEU, 2004) contribui para manter o aluno em estado de aceitação passiva. O caráter tradicional no qual ainda se apresenta o ensino de Física, no Ensino Médio, não é o que se encontra indicado nos documentos oficiais de educação, como modelo de ensino para a sociedade brasileira (BRASIL, 1999, 2002). Ao contrário, contrasta: como indicou Martins (2011), as diretrizes apontam para um perfil ainda conhecido como progressista ou alternativo, que se apresenta de acordo com propostas atuais de pesquisadores da área de educação, que vislumbram na escola a formação do aluno como cidadão contemporâneo, conhecedor de si, da sociedade e do mundo em que habita, crítico, autônomo e atuante.

Este trabalho é, em parte, derivado de uma pesquisa de dissertação de mestrado (BRITO, 2014), no qual se procurou investigar acerca de habilidades relacionadas ao trabalho científico na produção de relatórios pelos alunos da Educação Básica. Nesta perspectiva, procuramos propor uma sequência didático-investigativa sobre o conceito de Energia, buscando situações do “dia-a-dia”. Os desafios que interligam as atividades da referida sequência refletem o

intuito de observar e analisar se, e como, os alunos, individualmente, deixariam de lado o papel passivo de receptor para assumirem um perfil intelectualmente ativo que lhes permitisse, com base em ações orientadas por reflexão sobre cada problema, construir alternativas de solução. Por outro lado, também buscamos saber se o pequeno grupo de trabalho teria alguma influência no aumento da disposição para mudanças de comportamento, graças à interação entre os pares. Por fim, como advoga Azevedo (2012), procuramos saber se e como as discussões geradas pelos desafios propostos dariam origem a relatos e/ou relatórios que conferissem um caráter científico às atividades desenvolvidas através da interpretação dos fenômenos observados. Mais ainda, solicitamos que cada um dos alunos tivesse seu próprio caderno de atividades, a fim de que pudessem nos proporcionar um acompanhamento avaliativo do desenvolvimento do pensamento lógico-racional por meio da análise de esforços ligados à elaboração gráfica de esquemas que descrevessem as atividades realizadas e/ou a compreensão de seu significado, bem como a análise do desenvolvimento da argumentação escrita relacionada à interpretação dos resultados obtidos pelo aluno ou por sua equipe de trabalho (GRYNSZPAN, 2012).

## **Fundamentos teórico–metodológicos da pesquisa**

Trata-se de um estudo etnográfico, realizado por ocasião do desenvolvimento de uma sequência didático-pedagógica que privilegiou o enfoque investigativo na abordagem dos conteúdos curriculares ligados ao tema Energia no Ensino de Ciências Naturais. Assim, buscou-se proceder a uma análise deste processo, que envolveu duas escolas públicas do Estado do Rio de Janeiro, uma escola municipal (Ensino Fundamental II) e outra estadual (Ensino Médio). A escolha do tema teve origem em nossa preocupação com a contextualização do ensino e pressupõe a integração das questões das realidades dos educandos ao currículo praticado (RAMOS, 2002) nas escolas, com a mobilização de competências disciplinares na abordagem de temas presentes nas realidades vividas pelos alunos. Também se afina às diretrizes nacionais, que sugerem que “as noções de transformação e conservação de energia devem ser cuidadosamente tratadas, reconhecendo-se a necessidade de que o ‘abstrato’ conceito de energia seja construído ‘concretamente’, a partir de situações reais” (BRASIL, 1999, p. 24). Adicionalmente, a conservação de energia também é um tópico–chave, relacionado a “uma das leis mais básicas da física” (FEYNMAN; LENGHTON; SANDS, 2008, p. 4-1), “essencial na interpretação de fenômenos naturais e tecnológicos” (BRASIL, 1999, p. 8).

Em uma perspectiva ligada à avaliação formativa, procuramos verificar se as perguntas-desafio, que inauguram as atividades das sequências didático-pedagógicas investigativas estariam, efetivamente, sendo valorizadas em meio aos processos de ensino-aprendizagem, nesta alternativa de trabalho centrada na indagação. Os alunos foram divididos em pequenos grupos, com a missão de buscar a solução do problema: como movimentar um copo plástico sem tocá-lo, sem soprá-lo e sem dar um impulso na bola de gude? A partir da utilização de materiais como uma bola de gude, uma canaleta de pasta plástica e um copo plástico com uma abertura, os estudantes foram provocados a responder à pergunta, vivenciando o experimento de acordo com o grau de desenvolvimento cognitivo que se encontra o estudante na série ou ciclo indicado nos Parâmetros Curriculares Nacionais. Em linhas gerais, estava em jogo a percepção do que o copo se movimenta pela transferência da energia envolvida no deslocamento da bolinha, que rola pela canaleta, se esta estiver em declive. Procuramos examinar de que forma o desenvolvimento da sequência, desde a proposta do problema até a sistematização, com a busca de explicações causais que contribuíram para a exploração do conceito de energia, pode promover o desenvolvimento dos estudantes, inclusive no que se

refere ao potencial de argumentação oral e escrita. A análise dos relatórios individuais nos permitiu observar habilidades desenvolvidas durante o processo educativo. De acordo com os PCN (BRASIL, 1997, p. 71), “estudos sobre aplicações práticas das manifestações de energia permitem a exploração de aspectos interessantes e conseqüente ampliação da noção de energia e suas transformações”. Desta forma, prosseguimos com um trabalho sobre Energia, baseado também nos PCN (BRASIL, 1998), que enfatizam a compreensão das relações de mão dupla entre as necessidades sociais e a evolução das tecnologias. O tema surgiu com o questionamento dos estudantes do Ensino Fundamental II sobre a crise energética do cotidiano. A seqüência seguiu, com perguntas-desafio que tinham como objetivo valorizar a percepção do problema dos usos da energia em sua relação com os propósitos de uma sociedade sustentável. A seqüência começou, por exemplo, com o estímulo a responder qual das lâmpadas iluminava mais: incandescente, fluorescente ou LED?

Após elaborarem suas hipóteses, os alunos foram convidados a observar lâmpadas de intensidade luminosa aproximada, para fins didáticos, todas equivalentes a uma incandescente de potência 60 W. Em seguida, a questão foi convidar a relacionar a potência de cada uma das lâmpadas à sensação térmica em cada uma das três situações vivenciadas, a fim de possibilitar a comparação sobre a emissão de calor. Os alunos foram ainda estimulados a refletir sobre as vantagens e desvantagens de cada uma dos três tipos de lâmpada, no que se refere ao gasto energético, à vida útil, ao reaproveitamento do material, tipo de descarte e, inclusive, ao custo financeiro. Por fim, os estudantes foram desafiados a sugerir uma solução para iluminar um ambiente até mesmo sem a utilização de fontes artificiais de energia. Com a abordagem, buscamos desenvolver um processo de letramento científico no sentido de uma formação cidadã, com base em situações socioambientais.

Procuramos saber se as atividades que compõem a seqüência estariam proporcionando a reflexão e as trocas de ideias entre os atores sociais envolvidos, facilitando a construção compartilhada de novos saberes e fazeres. Adicionalmente, nos propusemos a averiguar se a abordagem investigativa estaria contribuindo para o desenvolvimento da postura crítica e da argumentação, com um acompanhamento avaliativo capaz de fornecer evidências acerca da ampliação de sua possibilidade de leitura de mundo e elaboração de tentativas de resolução de problemas derivados das diferentes realidades de seu entorno, como conseqüência do incentivo à criação de seqüências didático-pedagógicas contextualizadas.

## **Resultados e Discussão**

As observações de campo e os relatórios nos possibilitaram identificar as dificuldades relacionadas ao desenvolvimento de conceitos, por um lado, e as questões ligadas aos procedimentos (organização do pensamento, reflexão e exposição de ideias). Como a produção do relatório individual sobre o experimento era livre, havia um espaço para o desenvolvimento da criatividade durante o processo educacional de cunho investigativo. Um resultado qualitativo, considerado muito significativo, foi a fala de um aluno do 7º ano, que disse ao professor que “nós gostamos desta maneira de aprender porque não somos mais máquinas copiadoras”.

Verificamos que a vivência do experimento também mobilizou os estudantes do Ensino Médio, que construíram um plano inclinado artesanal, ao qual chamaram de “canaleta”. Houve alunos que elaboraram uma descrição sobre os procedimentos realizados pelo seu grupo, com identificação dos materiais utilizados e descrição da maneira pela qual conseguiram solucionar a questão. Também foi possível verificar esquemas, o que já indicou o desenvolvimento da habilidade de desenhar experimentos, com sua descrição e execução,

chegando-se a esboços mais detalhados. Significativa foi a resposta de um aluno, com a descrição entre a inclinação da canaleta e a distância percorrida pelo corpo: “quanto maior a inclinação da canaleta, maior a velocidade e maior a distância em que o corpo se move” – o que transparece um patamar mais desenvolvido, que já poderíamos considerar como “resultado de um exame analítico”.

Além disso, com a discussão que se desenvolveu no coletivo de alunos, com base nos relatórios dos pequenos grupos de trabalho, pode acontecer uma releitura das situações-problema, seguida de posterior mudança na compreensão dos fenômenos. Assim, os comentários sobre os resultados alcançados ou trocas de ideias acerca das situações-problema poderiam oferecer mudanças nos procedimentos que, eventualmente, serviriam à reestruturação de conceitos – baseada no repensar provocado pelos pares. Conforme aponta Carvalho (2010), a própria apresentação sobre o que alcançado na atividade proposta, pode gerar um raciocínio metacognitivo que auxilia a compreensão mais aguçada da própria realização e, portanto, um desenvolvimento do pensamento relacionado às ações e às posições diante das situações-problema.

Assim, ao contrário do que seria considerado como “cola” em um ensino tradicional, é bem vinda à possibilidade de aprender durante o processo investigativo, ou seja, o objetivo da avaliação deixa de ser a indicação dos erros. Mais do que a atribuição de um grau, como medida de conhecimento, o que desejávamos avaliar, no decorrer da sequência didático-investigativa era se as estratégias haviam sido eficazes no sentido de possibilitar a superação dos obstáculos à compreensão de um conceito. Assim, nossas observações foram direcionadas a verificar como a proposta de trabalho havia sido acolhida pelo estudante e como acontecia a resolução do problema individualmente ou nos grupos de trabalho, a cada etapa das atividades que compunham a sequência didático-pedagógica. Adicionalmente, observamos a realização da própria atividade em classe e anotamos aspectos da apresentação da sistematização de cada atividade realizada nos pequenos grupos, estimulando os estudantes a registrarem suas ideias nas etapas individual, dos pequenos grupos e no debate entre eles, durante a construção compartilhada de conhecimentos em classe. Os relatórios individuais foram fundamentais para o acompanhamento avaliativo do processo formativo, por um lado, e para a própria reelaboração das estratégias metodológicas neste processo de ensino-aprendizagem.

Com relação à atividade inicial da sequência investigativa, que dizia respeito à conservação de energia, com a expectativa de compreensão dos conceitos de energia potencial e energia cinética, foi possível verificar que alguns grupos solucionaram o problema proposto. Na verdade, a partir de um grupo que foi pioneiro ao inclinar uma mesa, os outros desenvolveram, de maneira criativa, soluções diferenciadas, como aproveitar a inclinação maior que a janela (mais alta que a mesa) oferecia ou o uso de um caderno volumoso. A participação dos alunos foi muito intensa e a ambiência colaborativa favoreceu a aprendizagem em classe, a despeito das diferenças individuais - o que contrasta com a forma tradicional de ensino que, via de regra, produz um clima de concorrência e notas que expressam um “ranking” entre os alunos, classificando suas aquisições em dado momento, com o risco de exclusão do processo educacional caso não apresentem a solução tida como única correta, ou não atinjam um determinado resultado em dado momento.

Na sequência investigativa, quando os grupos foram convidados a aventar hipóteses sobre o sistema experimental do plano inclinado com algumas variáveis modificadas em relação ao vivenciado por eles anteriormente, os grupos procuravam apresentar suas previsões com base em premissas. Esta reação denotou que houve possibilidade de abstração com base na experimentação anterior. Houve diferentes proposições, com indicações variadas na resolução dos desafios apresentados nesta atividade da sequência investigativa. Por outro lado, também houve desejo de voltar a experimentar para testar suas hipóteses, demonstrando, mais uma

vez, o interesse dos jovens e a curiosidade estimulada no processo de ensino-aprendizagem.

Nas aulas que se seguiram, a continuidade da sequência didático-investigativa deveria levar à etapa de sistematização dos resultados. Um dos grupos conseguiu explicar a importância da altura como variável relacionada à conservação de uma energia total maior. A descrição qualitativa do fenômeno estudado permitiu a introdução paulatina dos conceitos de Energia Potencial e Energia Cinética, seguidos de uma discussão ligada à compreensão do princípio de Conservação da Energia e, conseqüentemente, de um debate sobre sua dissipação.

## Conclusão

As contribuições para a constituição da sequência didático-pedagógica foram complementares também por abordarem trabalhos vinculados a etapas distintas da Educação Básica, o Ensino Fundamental II e o Ensino Médio. Mas com isso, também, queremos salientar que os conceitos vão sendo construídos e reconstruídos, ao longo do processo educacional que perpassa todas as etapas da Educação Básica. Em uma “sala-ambiente”, espaço destinado a favorecer práticas investigativas na escola municipal, já havíamos notado que os alunos do 6º ano aprendiam com os do 9º ano sobre feixes luminosos – isto foi constatado, especialmente, em um momento em que um estudante mais velho designou seu colega menor para substituí-lo, em dado momento em que teria que se afastar da atividade. Uma das características centrais do acompanhamento avaliativo foi a valorização dos processos interativos (VYGOTSKY, 1984), com foco na possível interferência do incentivo às interlocuções entre todos os alunos, e entre eles e seus professores, na medida em que todos estes atores sociais estavam envolvidos no processo de letramento em ciência (GRYNSZPAN, 2012).

Fica evidenciada, em ambos os trabalhos, a relação entre atividades investigativas e o desenvolvimento da observação e percepção dos problemas, que podem ser derivados de desafios temáticos curriculares ou dos contextos cotidianos socioambientais. As atividades investigativas analisadas, que compõem as sequências, evidenciam sua centralidade no que tange ao incentivo da postura de questionamento dos fatos e ao desenvolvimento da argumentação oral e escrita.

As transformações das práticas educacionais suscitaram o envolvimento dos alunos, com resultados que implicaram no reconhecimento das propostas de intervenção empreendidas. Enfatizamos que os Parâmetros Curriculares Nacionais nos permitem vislumbrar outras transformações, que vão além e que dizem respeito à própria organização e estrutura da organização escolar. Esta deveria gerar possibilidades de construção compartilhada de conhecimentos, em um quadro que favorecesse o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras, com atividades investigativas organizadas em sequências direcionadas à construção de conceitos-chave para a compreensão de temas curriculares integrados. Como indicou Zancan (2000, p. 6), é preciso “criar um sistema educacional que explore a curiosidade dos alunos e mantenha a sua motivação para aprender através da vida”. Salienta-se, sobretudo, a relevância da parceria entre as instituições acadêmicas e as instituições escolares, na medida em que a pesquisa, ao se aliar à prática social, gera um ambiente educacional no qual todos os atores sociais se beneficiam no decorrer do processo.

## Referências

ABIB, M. L. V. S. Avaliação e melhoria da aprendizagem em Física. In: CARVALHO, A. M. P. (Coord.) **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 141-158.

- ANDRÉ, M. E. D. A. **Etnografia da Prática Escolar**. Campinas, SP: Papirus, 1995.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. In. CARVALHO, A. M. P. (Org.), **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. p. 19-33.
- BOURDIEU, P. **Os usos sociais da ciência: por uma sociologia clínica do campo científico**. São Paulo: Ed. Unesp, 2004.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1997. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>>. Acesso em: 18 outubro 2015.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>>. Acesso em: 18 outubro 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 18 outubro 2015.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**; ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 18 outubro 2015.
- BRITO, B. S. L. G. **Aulas de Física com um perfil progressista: utilização de atividade investigativa no ensino do conceito de energia**. 2014. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2014.
- CARVALHO, A. M. P. As práticas experimentais no ensino de Física. In. \_\_\_\_ (Coord.) **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 53-78.
- FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. **Lições de física de Feynman: edição definitiva**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- GRYNSZPAN, D. Pelo Alfabetismo Científico. **Nós da Escola**, Rio de Janeiro, ano 6, n. 62, 2008, p. 6-11.
- GRYNSZPAN, D. Educação Científica: em busca da apropriação profissional da metodologia investigativa no cotidiano escolar. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 2, n. 4, 2012, p. 23-32.
- MARTINS, J. S. **O Trabalho com Projetos de Pesquisa: Do Ensino Fundamental ao Ensino Médio**. 8. ed. Campinas: Papirus, 2011.
- RAMOS, M. N. A educação profissional pela pedagogia das competências e a superfície dos documentos oficiais. **Educação & Sociedade**, v. 23, n. 80, 2002, p. 401-422.
- VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.
- ZANCAN, G. T. Educação Científica: Uma Prioridade Nacional. **São Paulo em Perspectiva**. v. 14, n. 3, 2000, p. 3-7.