

# Como Compreender a Ciência<sup>1</sup>: um *design* específico à experimentação no ensino de Ciências

## On Understanding Science: a specific design experimentation in science teaching

**Eleandro Adir Philippsen**

Universidade Estadual de Goiás – UEG, Câmpus Formosa  
professoreleandro@gmail.com

**Mayara Soares de Melo**

Instituto Federal Goiano – IFGoiano, Câmpus Avançado Cristalina  
mayara.melo@ifgoiano.edu.br

### Resumo

O presente trabalho oferece a descrição de uma atividade desenvolvida em formato de minicurso apresentado durante uma Semana de Química de uma Universidade Brasileira. Seu desenvolvimento se deu por conta da necessidade de se entrelaçar conceitos científicos historicamente construídos com atividades experimentais demonstrativo-investigativas. O mote derivou do livro escrito por James B. Conant (1947) que dá início a uma modalidade de pensamento baseado na inserção da ciência à cultura geral. Foram elaboradas atividades demonstrativo-investigativas que tinham como objetivo discutir os conceitos do passado e atuais, vinculados a “mola do ar” do século dezessete; a eletricidade e a combustão do século dezoito. Também foram discutidos certos princípios de tática e estratégia da Ciência.

**Palavras chave:** História da Ciência, Conceitos Científicos, Natureza da Ciência, Atividade Demonstrativo-Investigativa.

### Abstract

This paper provides a description of an activity performed in short course format presented at the Chemistry Week on the University from Brazil. Its development was made because of the need to intertwine scientific concepts historically built for experimental activities demonstrative-investigative. The motto was derived from the book by James B. Conant (1947) initiating a mode of thought based on the insertion of science to the general culture. Demonstrative-investigative activities were developed that were aimed at discussing the concepts of the past and present, linked to "air spring" of the seventeenth century; electricity and the combustion of the eighteenth century. We also discuss certain principles of tactics and strategy of Science.

**Key words:** History of Science, Scientific Concepts, Nature of Science, Demonstrative-investigative Activity.

---

<sup>1</sup> Título emprestado de CONANT, J. B. **Como Compreender a Ciência**: acesso histórico. São Paulo: Cultrix, 1947.

## Introdução

Uma das competências que devem ser desenvolvidas no processo ensino-aprendizagem de Ciências, segundo as Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências da Natureza (PCN+), é a de “compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social” (BRASIL, 2002, p. 92). Para se trabalhar essa competência, a abordagem dos conceitos científicos deve levar em consideração o contexto sócio-histórico em que foram construídos permitindo que a natureza da Ciência seja entendida em seu caráter humano e não acabado.

Toda a formação dos cientistas parece destinada a fazer com que eles esqueçam a que pode servir a ciência. Tudo se passa como se se tratasse de produzir resultados científicos sem se colocar a questão de suas implicações sociais, e sem se preocupar com suas finalidades (como um encanador que coloca um registro sem se perguntar para que ele vai servir). Não é por acaso, então, que a filosofia espontânea de muitos cientistas consiste em acreditar que a ciência ‘cai do céu’, independentemente de todo projeto social. Tudo contribui para fazer do cientista um artesão mais ou menos cego à questão social (FOUREZ, 1995, p. 101).

James B. Conant foi um dos pesquisadores que defendeu a ideia, acreditando que a natureza da Ciência poderia ser mais bem compreendida por meio do estudo histórico do seu desenvolvimento (PORTELA; LARANJEIRAS, 2005). Em 1947, o autor escreveu um livro discutindo as possíveis motivações que levam a um grande desinteresse do público em geral pela ciência, destacando, por exemplo, que: “os estudantes são obrigados a acreditar em afirmações, sobre leis científicas e estrutura da matéria, tão dogmáticas como se as apresentasse um sumo sacerdote” (CONANT, 1947, p.33), trazendo, a partir destas ideias, uma proposta para favorecer a “compreensão da Ciência” por parte do público leigo<sup>2</sup> a partir da inserção de fragmentos históricos no contexto educacional.

A compreensão da Ciência nos parâmetros de observação, análise e experiência de James B. Conant esboçam uma situação em que um cientista e um leigo poderiam obter resultados semelhantes em se tratando de um problema de ciência pura e aplicada, justamente porque ambos desconhecem as nuances e sensações a que são acometidos aqueles que percebem a tática e a Estratégia da Ciência. Mas se o pesquisador compreender tais nuances deixará de apenas atacar o problema e passará a elaborar a construção de um esquema conceitual que o permitirá elucidar o fenômeno.

Conant (1947) explica que o problema não se refere a entender a linguagem técnica dos cientistas, mas na dificuldade que o público de senso comum e cientistas despreparados têm em desenvolver um raciocínio científico sobre essa linguagem: um planejamento para uma futura investigação. E para o desenvolvimento dessa habilidade, o autor sugere que os estudantes aprendam as Táticas e Estratégias da Ciência<sup>3</sup>, conhecendo como a Ciência progride, a importância dos novos processos e as dificuldades a eles inerentes, entender o desenvolvimento científico como atividade social organizada, além de conhecer o papel do descobrimento acidental e da experiência controlada na construção dos novos conhecimentos.

A inserção de aspectos históricos no ensino de ciências, segundo Conant (1947), permite uma maior integração dessa área do conhecimento à cultura geral, pois o estudante pode passar a

---

<sup>2</sup> Conant (1947) direciona sua proposta para cursos de nível universitário, mais especificamente para o College de cursos de carreiras não-científicas. A partir daí a ideia proposta pelo autor foi resignificada utilizando atividades Demonstrativo-Investigativas que são apresentadas no delineamento metodológico deste trabalho.

<sup>3</sup> A expressão Tática e Estratégia da Ciência é uma analogia ao ensino de táticas e estratégias de guerra.

vê-la como um empreendimento humano, como uma atividade social organizada. E essa visão de Ciência diferencia-se da perspectiva positivista, se afastando da ideia de que os conhecimentos científicos então prontos e acabados, sendo estes entendidos como em constante construção.

Além disso, pela análise histórica da Ciência percebe-se que ela não é construída por um único método, mas sim por vários métodos e desconstruem-se interpretações equivocadas como a neutralidade e imparcialidade da Ciência (CONANT, 1947). Para elucidar a Tática e a Estratégia da Ciência, o autor utilizou como exemplo os estudos da mola de ar, do século dezessete, e o entendimento da eletricidade e da combustão, do século dezoito.

Em se tratando do estudo da mola de ar, o autor inicia relatando a utilização de bombas de elevação de água por volta de 1600, e a explicação que era dada para o seu funcionamento: o horror da natureza ao vácuo, proposta por Aristóteles. Ele discute como essa explicação veio a ser substituída pela ideia de o ar ser um material que exerce uma pressão, que mais tarde viria a ser entendida como variável de acordo com a altura acima do fundo do que eles chamavam de “oceano de ar”. A partir desse relato histórico, Conant (1947) ilustra alguns pontos da Tática e Estratégia da Ciência, tais como:

[...] a influência de novos processos de experimentação e sua ligação com as artes práticas [...]; a evolução de novos conceitos a partir da experiência [...]; as dificuldades da experimentação e o significado da experiência controlada [...] e o desenvolvimento da Ciência como atividade social organizada (p. 49).

Sobre a eletricidade, o autor destaca o papel do descobrimento acidental, que se conduzido por experiências planejadas pode resultar no surgimento de novos processos e conceitos. Essa ideia é ilustrada pelo desenvolvimento da pilha no século dezoito. E, com o exemplo do entendimento da combustão também no século dezoito, o autor ilustra outros dois princípios:

Primeiro: um conceito útil pode constituir barreira para aceitação de outro melhor, se abrigado por longo tempo no espírito dos cientistas.

Segundo: os descobrimentos experimentais devem adequar-se à época; há fatos que ficam disponíveis por anos sem que alguém lhes compreenda o significado; a situação científica total tem de ser favorável para a aceitação de novos pontos de vista (p. 97-98).

E foi pensando nos exemplos propostos por Conant (1947) e a demanda específica por inserir a História e a Filosofia da Ciência no ensino de Ciência que surgiu a ideia do presente trabalho que é descrito a seguir.

### **Atividades Demonstrativo-Investigativas**

Dentre as atividades experimentais existentes e largamente disponíveis na literatura, nosso foco residiu naquela denominada por Silva, Machado e Tunes (2010) como atividades Demonstrativas-Investigativas que “são aquelas em que o professor apresenta, durante as aulas, fenômenos simples a partir dos quais ele poderá introduzir aspectos teóricos que estejam relacionados ao que foi observado” (p. 245).

Um aspecto positivo da utilização das atividades demonstrativas-investigativas é que elas podem ser inseridas nas aulas teóricas, à medida que o professor desenvolve o programa de ensino de uma determinada série. Essa estratégia pode minimizar a desarticulação entre as aulas teóricas e aulas de laboratório, realizadas em horários distintos e sem planejamento comum. (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 246).

As atividades experimentais podem ainda contribuir para melhorar a compreensão da Ciência e o papel que ela possui na sociedade. Por meio de experimentos simples, é possível introduzir, além de conceitos importantes para sua compreensão, desmistificar a visão quase única de que a Ciência é neutra tem relação ambientalmente negativa com a sociedade.

A preferência por atividades Demonstrativo-Investigativas se deu por serem extremamente ricas em possibilidades de análise e de discussão e devido à familiaridade com a qual lidamos com essa modalidade de atividade experimental ao desempenharmos nossa atividade docente junto aos estudantes, pois conforme Axt (1991) “é preciso propor atividades que o conduzam na direção desejada” (p. 80).

### **Delineamento Metodológico**

A estratégia de trabalho foi pensada num ideal de relação conceitual entre o passado e o presente com a utilização de eslaides informativos e de interpretação dos textos antigos, a exemplo do livro de James B. Conant (1947). Para tanto, foi elaborado um minicurso trabalhado em duas noites com apresentações divididas em duas etapas: a primeira seguiu o princípio de orientação sequencial histórica apresentado no livro e a segunda teve como escopo as orientações relacionadas às atividades experimentais.

Para elaboração dos eslaides de vínculo específico com o livro (primeira etapa), mantivemos o foco em contemplar os trechos em que Conant (1947) faz suas exemplificações sobre as ilustrações tiradas do “Sobre a Mola do Ar” do século dezessete; das ilustrações do século dezoito relativas à eletricidade e à combustão, e certos princípios de Tática e Estratégia da Ciência a exemplo das influências de novos processos e sua ligação com as artes práticas, a evolução de novos conceitos a partir da experiência; as dificuldades da experimentação e o significado da experiência controlada. Por fim o desenvolvimento da Ciência como atividade social organizada que tinha como objetivo “[...] mostrar como poderiam certos princípios ser ensinados por intermédio de ilustrações tiradas da evolução da Ciência” (CONANT, 1947, p. 87).

Os eslaides da segunda etapa tiveram especial atenção na formação básica dos conceitos vinculados às atividades Demonstrativo-Investigativas. Sua elaboração esboçou os princípios e críticas ao método científico levando o participante a passear pelo empreendimento histórico de mudança ocorrido nos idos da década de 1950 com os projetos influenciadores da produção de materiais de ensino de Ciências no Brasil<sup>4</sup>, que tinham como pressupostos o ensino prático que conduziria os estudantes aos fundamentos conceituais, nos quais o professor teria o papel de mediador estimulando os alunos a descobrirem novos conceitos.

A partir daí foram selecionadas atividades Demonstrativo-Investigativas que contemplavam as análises do acesso histórico do livro, a saber: “molas de ar” [estudo dos gases]; eletricidade e combustão. As atividades foram desenroladas durante a segunda etapa do minicurso e constantemente foram permeadas pela discussão dos conceitos envolvidos em cada uma das análises supracitadas.

Para as atividades que envolveram o estudo dos gases fizemos uso de alguns experimentos já conhecidos. Devido à natureza metodológica da atividade experimental iniciamos os experimentos com uma pergunta. Para um dos experimentos foi feita o seguinte questionamento: é possível carregar um copo cheio d’água com a boca virada para baixo? O

---

<sup>4</sup> Biological Science Curriculum Study; Physical Science Study Committee; Chemical Bond Approach Committee; School Mathematics Study Group; Chemical Educacion Material Study.

objetivo do experimento foi o de discutir o conceito de pressão atmosférica, que exerce força em todos os sentidos, inclusive de baixo para cima. Ao utilizar uma chapa (radiografia, por exemplo) cobrindo a boca do copo, a pressão atmosférica exerceu suas forças fazendo com que a chapa não se deslocasse do recipiente o que manteve a água dentro do copo.

Para contemplar as análises de Conant (1947) sobre os Hemisférios de Magdeburgo<sup>5</sup> discutidas em “Sobre a Mola do Ar”, e ainda tratando da pressão atmosférica, utilizamos um experimento que envolveu uma bomba comercial de vácuo (dessas usadas para conservar alimentos), um frasco Kitassato e uma rolha amarrada a um barbante. Durante a apresentação do experimento foi pedido a um dos participantes que retirasse a rolha do frasco. Após executado o funcionamento completo da bomba (ligada ao Kitassato) foi solicitado novamente ao participante que retirasse a rolha do frasco. O objetivo era discutir mais uma vez as forças resultantes da pressão atmosférica.

Aproveitando que estávamos de posse de uma bomba de vácuo comercial, decidimos simular um experimento que consta dos trabalhos de Robert Boyle conhecido por dispositivo de Boyle para tocar um sino no vácuo<sup>6</sup>. O fizemos utilizando um sino metálico pendurado no interior dum frasco de vidro devidamente vedado com uma rolha grande e dois furos, um para pendurar o sino e outro para submeter à bomba. Os resultados foram satisfatórios sendo passíveis de discussões sobre a propagação no som na ausência da matéria.

Para concluir as atividades que envolviam a pressão atmosférica, fizemos a seguinte pergunta: como amassar uma lata sem fazer força? Para este experimento utilizamos uma lata de alumínio de refrigerante, água, pinça ou garra capaz de segurar a lata, tigela de vidro, lamparina a etanol. O procedimento básico consistiu em colocar água na tigela, adicionar um pouco de água na lata e usando a garra, segurar a lata e aquecer diretamente na chama até a ebulição da água. Quando uma grande quantidade de névoa começou a sair pela boca da lata, ela foi invertida na tigela contendo água fria de forma que a boca da lata ficou submersa.

Expectando a profundidade de conceitos e aspectos históricos apresentados por Conant (1947) nas ilustrações do século dezoito relativas à eletricidade em que é apresentado o papel do descobrimento acidental como o do naturalista holandês, Jan Swammerdam (1637-80), que já havia notado movimentos musculares de uma rã<sup>7</sup>, mas não continuou sua investigação enquanto Luigi Galvani sim, é que fizemos um experimento largamente conhecido: o da pilha de batatas. O objetivo foi o de discutir a obtenção de eletricidade com base nos conceitos antigos e atuais permeados ao longo da história.

Para tratar das ilustrações do século dezoito relativas à combustão, aproveitamos a clássica experiência sobre o papel do oxigênio na combustão aqui apresentadas por Conant (1947), e

---

<sup>5</sup> <http://museu.fis.uc.pt/73.htm>

<sup>6</sup> “Êsses estudos de campainhas no vácuo podem afigurar-se demasiadamente triviais para merecer atenção. Mas creio que o devido estudo desses casos tão simples, cheio de armadilhas, deixará no espírito do estudante uma compreensão mais clara da ciência experimental do que se consegue, a maioria das vezes, num curso introdutório de Física e Química. (CONANT, 1947, p. 79, sic).

<sup>7</sup> “Eu tinha dissecado e preparado a rã [...] e, cuidando de outra coisa, coloquei-a sobre uma mesa na qual, a distância, se encontrava uma máquina elétrica [...] De repente, quando um dos presentes tocou acidentalmente, e de leve, os nervos cruciais internos da rã com a ponta de um escalpêlo, todos os músculos das pernas pareceram contrair-se repetidas vezes [...] Outro dos presentes, que nos auxiliava em pesquisas elétricas, julgou haver percebido que a ação fora desencadeada quando do condutor da máquina se desprende uma faísca. Pasmado por esse novo fenômeno, chamou a minha atenção. Eu, que, com outra coisa no espírito, estava imerso profundamente no pensamento, senti o fogo do incrível zelo e ansiedade de verificar o fenômeno e trazer a lume o que nele se ocultava”. Transcrito de *A Source Book in Physics*, citado por Conant (1947, p. 89-90).

que, segundo ele foi descrita como uma revolução química durante os anos de 1772-78. Neste último ano, Lavoisier havia esclarecido ao mundo científico o papel do oxigênio na combustão. A sua experiência [...] foi a seguinte:

[...] o mercúrio aquecido ao ar comum produz um material vermelho (um óxido, diríamos nós, uma ‘cal’ para os químicos do século dezoito). Em espaço fechado desaparece cerca de um quinto de ar. O material vermelho pesa mais do que o metal de que se forma. Portanto, algo desapareceu do ar e se combinou com o metal. O material vermelho, óxido ou cal, é posteriormente aquecido em espaço fechado, focalizando-se os raios do Sol por meio de uma grande lente ou ‘vidro ardente’, forma-se um gás e o metal se regenera. O novo gás é o ‘algo’ que desapareceu do ar original, pois a quantidade é a mesma, e a cal perdeu peso na quantidade certa. O novo gás (oxigênio) misturado com o resíduo da primeira experiência cede uma mistura idêntica ao ar comum (CONANT, 1947, p.101).

A Figura 1 apresenta um esquema básico do experimento realizado por Lavoisier que segundo Conant (1947) foi aceito de imediato e com muita aclamação pela comunidade científica da época.

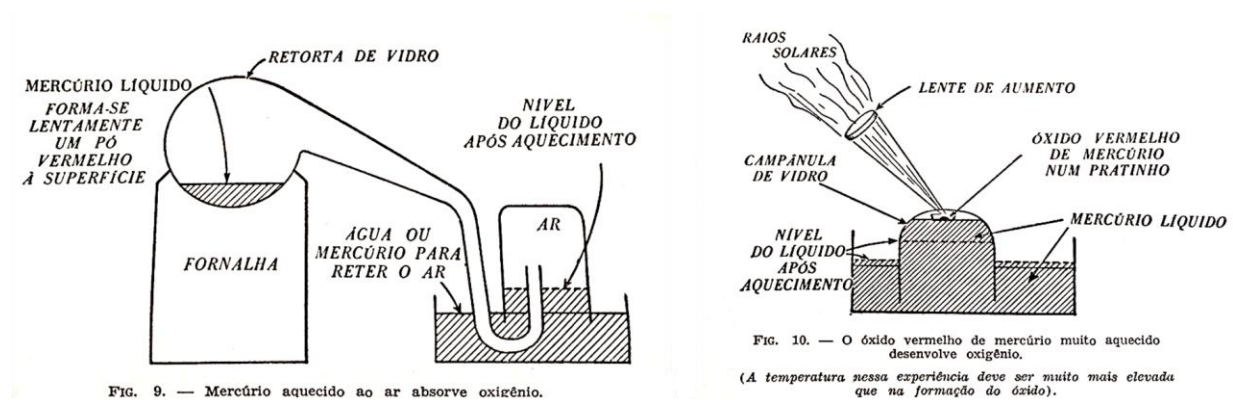


Figura 1: esquemas do experimento de Lavoisier sobre o novo gás (oxigênio). Extraído na íntegra (CONANT, 1947, p. 104-105).

Na tentativa de ressignificar o experimento de Lavoisier e adaptá-lo as condições de ensino médio e atendendo as discussões de Conant (1947) sobre o flogístico e da formação das chamadas “terras” (óxidos atualmente para nós), é que fizemos experimentos. Um deles consistiu em utilizar uma lâmina de magnésio sólido sob a ação de um chama. O produto da combustão originou óxido de magnésio e teve com a intensão a de apresentar uma opção para formação das “terras”. Conforme Conant (1947) algumas “terras” aquecidas a carvão, cediam metais.

Outro experimento vinculou aspectos da oxidação e de concentração do gás oxigênio na atmosfera. Por fim, essencialmente o que fizemos foi indagar os participantes com a seguinte pergunta: como medir o teor do gás oxigênio do ar? Utilizamos uma seringa plástica de volume 10mL, um pedaço de palha de aço, um copo contendo água e vinagre (BRAATEN, 2000). Com experimento foi possível discutir os conceitos de oxirredução envolvidos, inclusive sobre o experimento elaborado por Lavoisier.

Foram coletados dados por meio de um questionário que nos ofereceu a possibilidade de avaliar o minicurso. Os questionamentos foram de ordem conceitual e ordem qualitativa. Perguntamos, por exemplo, como você pensa a relação entre História (evolução) da Ciência e o ensino de Ciência? Na sua concepção, qual a importância de se discutir conceitos científicos no âmbito do Ensino Médio? Também perguntamos sobre os conceitos de pressão,

eletricidade e combustão. Por fim pedimos que o participante expressasse sua opinião sincera sobre o minicurso.

## Para não Finalizar

A História e a Filosofia da Ciência no ensino de Ciência têm oferecido contribuições para compreensão do processo de construção da Ciência e possibilitado ao estudante compreender o seu papel na sociedade e as suas relações com outros conhecimentos, que nesse sentido pode ser entendida e incluída a Cultura geral. Isso significa que é necessário que os professores entendam que é importante integrar a História e a Filosofia da Ciência nos currículos e que não sejam tratados como conteúdos à parte (PORTO, 2010).

Este autor indica que os docentes precisam, além de analisar os materiais instrucionais existentes, devem produzir os próprios materiais adequadamente atendendo as necessidades das questões relativas à historiografia da Ciência, num ideal que alcança a inserção desses conhecimentos nos currículos de Licenciatura.

Ao acessar o livro de James B. Conant (1947) foi possível vislumbrar situações análogas à proposição de Porto (2010), com elaboração de uma atividade destinada a estudantes de Licenciatura incluindo a relação com atividades Demonstrativo-Investigativa (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010). A expectativa foi alcançada, mas não acabada, pois os participantes puderam refletir sobre o caráter histórico e atual da Ciência mantendo estreita relação com sua formação para futura atividade docente no ensino médio, além do desenvolvimento de competências e habilidades em entender criticamente a complexa evolução do conhecimento científico.

## Agradecimentos e apoios

Ao professor Alan Thyago Jensen (UEG/UnB), ao professor Roberto Ribeiro da Silva (UnB) e à professora Verenna Barbosa Gomes (UCB).

Especial à Priscilla Honorato Philippsen, minha esposa.

Este trabalho teve apoio financeiro do Pró-Eventos PrG/UEG e do PPGEduc/UnB.

## Referências

AXT, R. O papel da Experimentação no Ensino de Ciências. In: MOREIRA, M. A.; AXT, R. (Org.). **Tópicos em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: SAGRA, 1991, p. 79-90.

BRAATEN, P. C. Desfazendo o Mito da Combustão da Vela para Medir o Teor de Gás Oxigênio no Ar. **Química Nova na Escola**. N. 12, 2000.

CONANT, J. B. **Como Compreender a Ciência**: acesso histórico. São Paulo: Cultrix, 1947.

DUARTE, M. da C. A história da Ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de Ciências. **Ciência & Educação**. V. 10, n.3, 2004, p. 317-331. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n3/02.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2015.

FOUREZ, G. **A construção da ciência**: introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo: Editora Universidade Estadual Paulista, 1995.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Editora Perspectiva S.A., 5ª

edição, 1998.

PORTO, P. A. História e a Filosofia da Ciência no ensino de Ciência: Em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: SANTOS, W. L. P. S.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010, p. 159-180.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar Sem Medo de Errar. In: SANTOS, W. L. P. S.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010, p. 231-261.