

## Um modelo de ensino para o conceito de diferença de pressão

Wilmo Ernesto Francisco Junior <sup>(PG)</sup>

Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Metodologia de Ensino, Rodovia Washington Luís km  
e-mail: wilmojr@bol.com.br

Palavras Chave: diferença de pressão, experimentação, Piaget.

**Resumo:** O presente trabalho teve por objetivo desenvolver, aplicar e avaliar um modelo de ensino qualitativo para os conceitos de pressão e diferença de pressão. Foram desenvolvidas duas atividades experimentais, uma complementar à outra, as quais foram debatidas em sala de aula sempre com ênfase à argumentação e produção escrita dos alunos. Os resultados mostraram que muitas lacunas conceituais apresentadas após o primeiro experimento foram preenchidas com a discussão do experimento complementar, o qual gerou outras questões e possíveis conceitos a serem trabalhados. A atividade desenvolvida mostrou-se motivadora aos alunos, gerando muitas discussões. Outrossim, observou-se uma boa evolução dos alunos no tocante aos conceitos abordados.

### Introdução

A escola é um dentre os muitos ambientes que podem favorecer ou prejudicar o desenvolvimento intelectual das pessoas, sendo as mudanças que acompanham as aprendizagens escolares em Ciências um processo gradual mediante o qual as estruturas do conhecimento existente são enriquecidas, reorganizadas e reestruturadas<sup>1</sup>. Dentro desta perspectiva, cabe ao professor acreditar na potencialidade de seus alunos e organizar experiências que lhes possibilitem interagir com os saberes formalizados. Deste modo, é fundamental dar enfoque e, ao mesmo tempo, analisar a sala de aula priorizando os aspectos metodológicos de ensino, como destacado por Mortimer<sup>2</sup> (p. 27):

*Não há como formar um professor reflexivo, ou pesquisador de sua própria prática, sem buscar elementos na pesquisa de sala de aula que ajudem a subsidiar este processo de reflexão. Quando identificamos certos padrões de interação ou certas dinâmicas discursivas numa sala de aula particular, somos capazes de identificar mensagens que são válidas para todos professores envolvidos em processos de formação e não apenas para aquele que teve sua aula pesquisada.*

As ciências químicas e físicas possuem, por si só, um elevado nível de abstração pelo qual torna-se bastante complexo transitar. É necessário que o aluno tenha uma íntima relação com o mundo microscópico e macroscópico para entender os fenômenos que os cercam. Esta transição do nível Unicamp, Campinas, SP, de 24 a 27 de Julho de 2006

microscópico ao nível macroscópico requer, antes de tudo, que o aluno tenha desenvolvido certos esquemas cognitivos. Conhecimentos obtidos por intermédio de constatações empíricas podem facilitar esta transição.

Segundo Piaget, a aprendizagem é decorrente das contínuas interações entre o sujeito, aquele que irá conhecer, e o objeto, aquilo será conhecido. Assim, todo o conhecimento se origina na ação<sup>3</sup>. Neste contexto, o conhecimento só é possível quando sujeito e objeto relacionam-se de tal forma que o sujeito age sobre o objeto. Para tanto, o sujeito deve ser impulsionado em direção ao objeto, como se houvesse um desequilíbrio entre eles. Logo, o sujeito tende a superar o desnível em que se encontra. Este processo é chamado de equilíbrio. Neste processo de equilíbrio, duas etapas são destacadas por Piaget: a assimilação e a acomodação, dois processos complementares e, por vezes, simultâneos<sup>4</sup>.

No primeiro o sujeito age sobre o objeto de estudo com o intuito de entendê-lo por meio de referenciais cognitivos já possuídos. Ainda que estes referenciais, denominados por Piaget de esquemas cognitivos, sejam insuficientes para dominar o Objeto como um todo, o aprendiz procura desvendar o Objeto trazendo-o para dentro de seus esquemas cognitivos. Este consiste o processo de assimilação. O processo subsequente denomina-se acomodação. Neste ocorrem modificações nos esquemas cognitivos do aprendiz, desencadeadas em função do exercício assimilador. A relação Sujeito-Objeto representa um esforço adaptativo para superar o desnível existente entre um e outro. Superado o desnível chega-se ao estado de equilíbrio entre Sujeito e Objeto. Assume-se, para tanto, que o objeto exerce pressão perturbadora sobre o sujeito, contribuindo para fornecer-lhe motivação e

envolvimento pessoal, os quais resultam em um impulso para a ação do sujeito sobre o objeto. Após isso, a atividade do sujeito, a qual se traduzirá em busca, pesquisa e ação sobre o objeto, será mais efetiva<sup>4</sup>.

Contudo, talvez o maior problema quanto a esta interação entre sujeito e objeto recai no fato de que, por si só, o aluno dificilmente se motivará de forma a superar o desnível existente entre ele e o conteúdo escolar para se equilibrar. Caso não haja vínculos desafiadores entre o indivíduo e a matéria de ensino, vínculos os quais ativem a percepção do desnível entre o aprendiz e o conteúdo escolar, o educando não se motivará para estudar aquilo<sup>4</sup>. Não havendo motivação, o aluno não se posiciona ativamente diante da matéria. O mesmo acontece quando o professor privilegia a passividade de seus alunos. Sem vontade e iniciativa não há conhecimento.

Não obstante, a experimentação vem sendo defendida extensivamente como uma estratégia de ensino a qual resulta em motivação nos alunos. Entretanto, há de se tomar devidas precauções quanto este discurso de modo a não provocar deturpações referentes às verdadeiras características e possibilidades da experimentação científica. Galianzi et al.<sup>5</sup> mapearam algumas importantes características da experimentação apontadas por estudantes de Química. Dentre estas se pode destacar: (i) um contexto mais amplo do que o escolar, (ii) necessidade de superar apenas uma teorização a partir da prática, (iii) importância do diálogo escrito e oral para a construção e validação de argumentos e explicitação do conhecimento, (iv) confrontar os resultados inesperados com os argumentos dados para justificar os resultados observados. Sendo assim, o trabalho objetivou uma atividade de intervenção direta para desenvolver conceitos científicos relacionados à pressão. Baseados nisto, as duas questões principais do presente trabalho foram: Podem as atividades experimentais provocar perturbações nos alunos de modo a desencadear o processo assimilatório? A variação de uma atividade experimental auxiliará a acomodação dos conceitos científicos envolvidos?

### Metodologia e Coleta de Dados

O presente estudo foi fruto de um trabalho desenvolvido durante a disciplina de Prática de Ensino II do curso de Licenciatura em Química do Instituto de Química da UNESP de Araraquara, onde o estágio supervisionado em Química, obrigatório por lei, é conduzido na rede pública de ensino. O estudo aqui apresentado refere-se a última etapa do projeto de estágio desenvolvido no período de março a dezembro de 2005, período no qual várias atividades de ensino são planejadas e postas em prática. O estudo foi realizado junto à aproximadamente 40 alunos do segundo ano do ensino médio em uma escola da rede estadual localizada na cidade de

Araraquara-SP. O primeiro contato com estes alunos foi durante aulas de Química e Física que foram assistidas durante a etapa de observação do estágio. As aulas assistidas serviram, além de um primeiro contato com os alunos, para se conhecer os conteúdos químicos e físicos que vinham sendo abordados pelos respectivos professores responsáveis, o que serviu de parâmetro para o preparo da atividade a ser desenvolvida.

Optou-se por uma abordagem envolvendo atividades experimentais as quais serão discutidas posteriormente. A coleta dos dados foi realizada por meio de questionários e fichas de observações experimentais preenchidos pelos alunos, bem como anotações de campo. Nos questionários os alunos interpretaram situações-problema e responderam a questões abertas.

### A proposta de atividade em sala de aula

O módulo de ensino planejado teve por objetivo um tratamento macroscópico dos conceitos de pressão e diferença de pressão com uma posterior abordagem macroscópica. Os conceitos foram abordados de forma qualitativa e geral, evitando a apresentação de equações matemáticas e resolução de problemas numéricos. A atividade foi dividida em duas partes, sendo cada etapa realizada em uma aula de 50 minutos. O primeiro momento da atividade compreendeu a realização de um simples experimento para demonstrar a diferença de pressão. Colocou-se em uma garrafa plástica de 2 L cerca de 200 mL de água quente (em torno de 60 °C). Em seguida a garrafa foi esvaziada, teve sua boca fechada com a tampa e resfriada em água a temperatura ambiente. Quase instantaneamente a garrafa é comprimida devido a diferença de pressão entre seu interior e o ambiente. Em seguida repetiu-se o mesmo procedimento, porém, agora, a garrafa permaneceu aberta durante o experimento.

Após isso foi pedido aos alunos que anotassem suas observações e explicações sobre o fenômeno observado. Neste momento foram levantadas as idéias dos estudantes acerca de gases, de como estes se comportam com a mudança de temperatura, da composição do ar atmosférico e da pressão atmosférica. No primeiro momento, após os alunos fazerem suas próprias anotações, foi pedido a eles que descrevessem os principais aspectos do experimento realizado, e que explicassem o porquê do esvaziamento de um pneu furado. O professor então anotou na lousa as observações dos alunos. Em seguida se iniciou a discussão das observações dos alunos. Os alunos foram então levantando explicações sobre os fatos observados, as quais o professor também anotou na lousa. Após esta etapa os alunos responderam a um questionário no qual eles tiveram de novamente explicar o esvaziamento de um pneu quando este fura, e justificar a compressão da garrafa.

Na segunda etapa utilizou-se também um experimento relacionado a diferença de pressão, descrito por Francisco Jr. e Dochi<sup>6</sup>. Nesta etapa os alunos trabalharam em grupos, discutindo suas observações e anotações aos pares. O professor também não centralizou sua discussão, trabalhando separadamente em cada grupo.

## Resultados e Discussão

A elaboração de atividades experimentais privilegia estratégias não muito comuns em escolas públicas, permitindo, por conseguinte, trabalhar com os alunos atividades não habituais como observação, anotações, elaboração de hipóteses, argumentação, dentre outras. Neste contexto, os experimentos propostos tiveram por objetivo mostrar aos alunos o caráter empírico da ciência, a importância das observações experimentais, a atenção na coleta dos dados, as explicações iniciais, a discussão, enfim, os princípios da construção de um conhecimento científico. Desta forma valorizou-se as anotações, as observações e principalmente os registros escritos dos alunos. Como afirmam Oliveira e Carvalho<sup>7</sup> (p. 2), *“a escrita nas aulas de ciências requer uma posição reflexiva que estimula os estudantes a refinar seus pensamentos, aumentando assim seu entendimento do tema estudado”*.

A análise das fichas de anotações dos alunos mostrou que grande parte atribuiu a compressão da garrafa ao choque térmico: *“a água fria fez a garrafa entortar pelo choque térmico”*. As duas principais observações dos alunos a respeito do fenômeno observado foram referentes ao uso da água quente e a necessidade de manter a garrafa fechada. Estas observações foram então debatidas em sala de aula para construção e fortalecimento dos argumentos num contexto dialógico. Esta atividade mostrou-se surpreendente uma vez que a grande maioria dos alunos participou ativamente, levantando questões, opiniões e argumentos. Ao final, chegou-se ao denominador comum de que o ar externo a garrafa influenciou o colapso desta, por isso quando o experimento foi realizado com a garrafa aberta nada foi observado. Outra importante conclusão dos alunos foi a respeito da diferença de temperatura entre o interior e o exterior da garrafa. Com estas informações o professor abordou o modelo de gases e os conceitos de pressão atmosférica e diferença de pressão.

No que concerne a explicação dos alunos a respeito do esvaziamento de um pneu quando furado, cerca de 80% respondeu *“porque o ar vaza”*, não explicitando com maiores detalhes o vazamento do ar. A análise dos questionários respondidos após a discussão em sala mostrou que os alunos passaram a incorporar os termos pressão e diferença de pressão em seus textos. Respostas como *“o ar vaza porque a pressão do ambiente é maior e empurra o ar*

para fora” para explicar o esvaziamento de um pneu furado foram comuns. Além disso, para explicar a compressão da garrafa, boa parte dos alunos (cerca de 50%) utilizou desenhos similares aos apresentados na Figura 1.

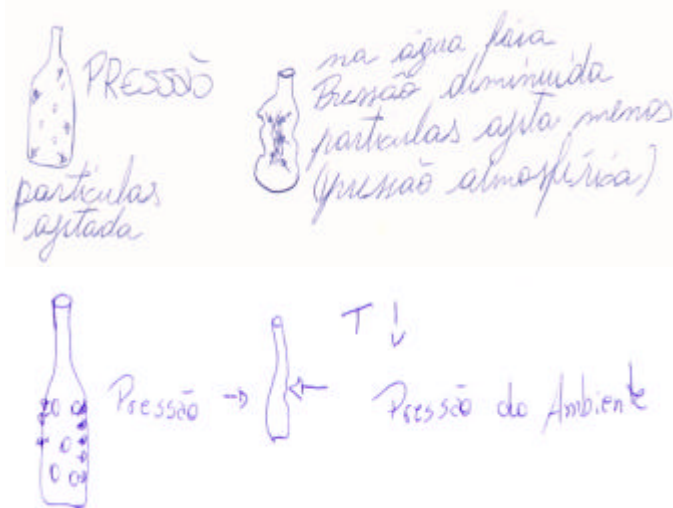


Figura 1. Desenhos apresentados por alunos para explicar a compressão da garrafa plástica.

O desenvolvimento desta primeira atividade experimental focou, sobretudo, despertar nos alunos capacidades tais como observação, coleta de dados, etc. Assim, no início os alunos apenas se ativeram a anotações escritas para em seguida tentarem explicitar ou prever os fenômenos observados. Entende-se que o questionamento é o primeiro movimento da atividade experimental<sup>8</sup>, e fazer uso de informações escritas é um importante recurso para a problematização do conhecimento. A previsão ou justificativa de um fenômeno revela importantes conhecimentos dos alunos sobre o tema.

*Esse conhecimento explicitado pelo aprendiz permite que o professor possa mapear alguns dos conhecimentos do grupo sobre o tema estudado na atividade experimental. É importante salientar que a explicitação do conhecimento não se restringe somente ao início da atividade experimental, ocorrendo nos diferentes momentos da sala de aula, o que exige atenção permanente do professor. As previsões, além de serem utilizadas no início de uma atividade experimental, também podem auxiliar a perceber as*

*aprendizagens dos alunos. Neste caso o professor pode procurar variações da mesma atividade experimental que possibilitem problematizar o conhecimento dos alunos sobre o tema. (Gonçalves e Galiazzi, 2004, p. 247)*

A partir desta idéia, foi realizado então um outro experimento relacionado também a diferença de pressão. Neste, os alunos tiveram de prever e explicar a entrada de água na seringa. Aqui, além de verificar a ocorrência do processo de equilíbrio em relação ao conceito de diferença de pressão, a atividade buscou desencadear novas perturbações. Em relação a explicação do fenômeno ocorrido neste segundo experimento (entrada de água na seringa) os alunos mantiveram no seu discurso termos científicos, como pode ser observado em algumas das respostas obtidas:

“A pressão atmosférica é maior então empurra a água para dentro da seringa”; “Observamos que a seringa começa a se encher de água, isso porque a pressão dentro da seringa é menor do que a de fora”; “A pressão da seringa se tornou menor que a pressão de fora. As pressões tendem a se igualar e como a pressão do ambiente externo é maior empurrou a água pra dentro da seringa.”

Tomando-se como paralelo a teoria piagetiana, variações de uma mesma atividade experimental servem como etapa adaptativa para os aprendizes modificarem seus esquemas cognitivos. Isto é, funcionam como etapas pré ou até mesmo assimiladoras. Estas atividades seriam como “andaimes” para o aluno superar o desnível existente diante do Objeto. Ainda que possa ocorrer assimilação sem acomodação, quando a tarefa é idêntica ou compreende fatos e aspectos já conhecidos, a recíproca não é verdadeira. Toda nova informação carrega uma perturbação gerada por conflitos ou lacunas, caso contrário não há construção do conhecimento. No tocante a primeira parte do modelo de ensino, a perturbação foi gerada por uma lacuna relacionada ao conceito de diferença de pressão. “A lacuna passa a uma perturbação quando se trata de ausência de um objeto ou das condições de uma situação que seriam necessárias para realizar uma ação, ou, ainda, da carência de um conhecimento indispensável para resolver um problema” (Piaget citado por Mortimer, 2000, p. 42)<sup>9</sup>

Uma vez que as lacunas estão relacionadas a esquemas de assimilação já ativados, nesta segunda etapa os alunos não encontraram problemas para explicitar o conceito de diferença de pressão. Em suma, a lacuna existente no primeiro momento (primeiro experimento) provocou perturbações as quais tiveram de ser absorvidas pelo sistema cognitivo dos alunos, caracterizando o processo de assimilação-acomodação, o qual levou-os a atingir um novo estado de equilíbrio diferente e superior ao

anterior, uma vez que incorporaram a perturbação como algo dedutível e previsível.

Porém, apesar de conseguirem explicar a entrada de água na seringa pela diferença de pressão, outra lacuna, agora relacionada ao motivo da diminuição da pressão no interior da seringa, desencadeou novas perturbações. No caso dessas lacunas são necessários outros reforços e/ou novos conhecimentos. Observa-se neste caso, de perturbações ocorridas por lacunas, que a estratégia não é criar conflitos nos alunos. Por outro lado, o objetivo é criar situações motivadoras que possibilitem os alunos a interagir como o objeto. Cabe aqui ressaltar o importante e indispensável papel do professor como motivador e organizador de um ambiente favorável à aprendizagem dos alunos. O professor mediou discussões em todos os grupos, sempre propondo novas questões a serem discutidas. Algumas questões de grande relevância levantadas pelo professor foram: (i) O que vocês observam? (ii) Como vocês explicariam a entrada de água na seringa? (iii), O que estabelece esta diferença de pressão? Onde a pressão é maior? Na seringa ou no ambiente? (iv) Porque a pressão no interior da seringa diminui?

Caso não existam estas questões, as quais funcionam como vínculos desafiadores para ativar a percepção do desnível existente entre os alunos e o entendimento do fenômeno vivenciado, eles provavelmente não são impulsionados a agir sobre o objeto.

*Para haver conhecimento, devemos conceber que o sujeito atue para superar o desequilíbrio existente entre ele e o Objeto, isto é, para colocar-se no nível que ainda não está. Por meio da ação que empreende para desvendar o Objeto, o Sujeito sofre mudanças internas, sai do estado atual – de menor conhecimento – e passa ao estado superior, em que domina o objeto. Essa mudança interna é conhecimento, algo que não pode ser assegurado pelo processo em que o Objeto é simplesmente depositado na mente do aluno. (Cunha, p. 75, 2003)*

Esta concepção epistemológica, a qual Piaget defende também, assume que o equilíbrio ao qual o indivíduo chega com os objetos nunca será definitivo. Os alunos sempre que desafiados deverão alterar seus esquemas cognitivos para assimilarem e acomodarem mais conhecimentos e outros desequilíbrios.

## Conclusões

Obviamente este trabalho tratou apenas de questões qualitativas no tocante aos conceitos de pressão e diferença de pressão. Os resultados apresentados poderiam ser diferentes caso aspectos quantitativos tivessem sido estudados, pois os mesmos envolveriam outros esquemas cognitivos por parte dos alunos, como o equacionamento matemático, etc. Entretanto, a proposta metodológica de ensino desenvolvida mostrou ser uma estratégia motivadora e capaz de desencadear perturbações e auxiliar o desenvolvimento do processo de assimilação dos conceitos aqui tratados.

Todavia, é imperioso salientar outro aspecto fundamental: o papel do professor frente a participação dos alunos. O professor tem primordiais funções como impulsionar os estudantes a posicionarem-se criticamente frente o objeto para que possam atuar sobre o mesmo. A experimentação por si só pode não ser capaz de motivar os alunos. É fundamental também que os professores se detenham com mais atenção aos registros escritos produzidos nas aulas de ciências, especialmente em aulas cuja investigação é a base metodológica de ensino. Isto permite perceber o nível de entendimento dos alunos por meio de uma rica expressão lingüística e gráfica.

Deste modo salienta-se o papel do professor como pesquisador, sempre buscando por meio de investigações em sala de aula o aprimoramento de sua prática. A melhoria da Educação em Química passa pelas interações aluno – professor – conteúdo escolar ocorridas em sala de aula. Portanto, a pesquisa da sala de aula e de todos estes movimentos se configura como uma forma de elevar a qualidade da educação no país.

### Agradecimentos

Aos alunos e professores da E.E Léa de Freitas Monteiro em Araraquara, SP.

---

<sup>1</sup> Aguiar Jr., O. *Ensaio*. **2003**, 6, 3335.

<sup>2</sup> Mortimer, E. F. *Rev. Bras. Pesq. Ed. Cienc.* **2002**, 2, 36.

<sup>3</sup> Ferracioli, L. *Cad. Cat. Ens. Fis.* **1999**, 16, 180.

<sup>4</sup> Cunha, M. V. *Psicologia da Educação*. 3. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2003.

<sup>5</sup> Galianzi, M. C. et al. *Cienc. Ed.* **2001**, 7, 249.

<sup>6</sup> Francisco Jr., W. E.; Dochi, R. S., *Quim. Nova Esc.* **2006** (no prelo).

<sup>7</sup> Oliveira, C. M. A.; Carvalho, A. M. P. *IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*, 2004.

<sup>8</sup> Gonçalves, F. P.; Galianzi, M. C. In: Moraes, R.; Mancuso, R. *Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores*. Ijuí: Unijuí, 2004.

<sup>9</sup> Mortimer, E. F. *Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências*. Belo Horizonte: UFMG, 2000.