

Avaliação da compreensão do fenômeno da expansão de um gás através de uma demonstração investigativa

Evaluation of the gas expansion understanding by an investigative demonstration

Thays Ferreira de Souza

Universidade Federal do Espírito Santo – CCA/UFES
ferreira.s.thays@gmail.com

Simone A. Fernandes

Universidade Federal do Espírito Santo – CCA/UFES
simonef.ufes@gmail.com

Vanderli Laurindo Júnior

Universidade Federal do Espírito Santo – CCA/UFES
jr.vanderli@gmail.com

Anderson dos Santos Paschoa

Universidade Federal do Espírito Santo – CCA/UFES
andepaschoa91@hotmail.com

Resumo

O conhecimento conceitual de estudantes em processo de aprendizagem é pouco estruturado, pautado em concepções alternativas. A mudança conceitual é um processo lento e o tempo de formação escolar insuficiente para a sua promoção. Assim, conhecimentos alternativos e científicos devem coexistir até que estes últimos sejam utilizados com mais frequência. Este trabalho apresenta o resultado da investigação do conhecimento de estudantes do segundo ano do Ensino Médio após terem estudado o comportamento dos gases. Para isso, foi realizada uma atividade de demonstração investigativa. Foi realizada a análise dos modos de comunicação verbal e gestual a partir do registro da aula em vídeo e transcrição das falas dos sujeitos. A argumentação dos estudantes é inicialmente baseada na observação, conduzindo a uma análise macroscópica. Mesmo após estudarem o conteúdo e conceitos como dilatação, pressão, expansão, entre outros, ainda são utilizados termos cotidianos. Portanto, conhecimentos utilizados na linguagem cotidiana coexistem com conhecimentos científicos.

Palavras chave: análise multimodal, demonstração investigativa, expansão de gases.

Abstract

Student's conceptual knowledge in the learning process is poorly structured, predominating alternatives conceptions. Conceptual change is a slow process and the scholar time is not sufficient in order to achieve its promotion. In this way, alternative and scientific knowledge can co-exist until the latter should be used more frequently. In this work it is presented the results of an investigation about second year high school student's knowledge after a gas behavior study. It was performed an investigative demonstration and after analyses of the verbal and gesture communication from records and dialogue transcriptions. Student's argumentation were initially based on observation and leading to a macroscopic analysis. Even after studying the content and concepts such as dilation, pressure, expansion, among others, they still employed everyday terms and concepts. Therefore, alternative knowledge used in everyday language coexists with scientific knowledge.

Keywords: investigative demonstration, multimodal analysis, gas expansion

Introdução

O conhecimento físico conceitual de estudantes em processo de aprendizagem é pouco estruturado e muitas vezes pautado em concepções alternativas. O processo de mudança conceitual, supondo a substituição dessas concepções pelos conceitos científicos, é um processo difícil e pode levar anos para que aconteça (Chinn e Brewer, 1993). O tempo despendido em um processo escolar é insuficiente para promovê-la. No entanto, a mudança conceitual não precisa implicar necessariamente na substituição das concepções espontâneas pelo conhecimento científico. Segundo Maloney (1993), pode haver uma mudança na forma como o indivíduo utiliza o seu conhecimento alternativo, não necessariamente a sua substituição. Para este e outros pesquisadores (Villani, 1992; Maloney, 1993; Driver *et al.*, 1994; Mortimer, 1995) os estudantes compartilham de vários modelos mentais, científicos ou não, que coexistem em sua estrutura cognitiva e que podem ser utilizados em diferentes contextos. O processo de mudança conceitual envolveria não a substituição do conhecimento intuitivo pelo conhecimento científico, mas mudanças na sua forma de utilização. Considera-se, assim, que a aprendizagem reflita uma evolução do conhecimento inicial dos estudantes em direção a um conhecimento mais próximo do científico, não a substituição de um conhecimento pelo outro.

Diante do exposto, este trabalho apresenta resultados da investigação do conhecimento de estudantes do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública após terem sido trabalhados e avaliados os conteúdos referentes ao comportamento dos gases. A atividade planejada foi uma demonstração investigativa (Azevedo, 2004; Carvalho 2001). A escolha por uma demonstração que abordasse o processo de expansão do gás se deveu ao fato de permitir uma análise tanto macroscópica quanto microscópica e por envolver a compreensão de outros conceitos como, dilatação, calor, transferência de calor, entre outros. O fato de o conteúdo já ter sido estudado permitiu investigar como se estruturava o conhecimento dos estudantes após terem passado pelo processo de ensino/aprendizagem.

Metodologia

A atividade foi realizada em uma aula de 50 minutos. Inicialmente, a professora apresentou uma garrafa PET vazia, um balão de festa e 3 recipientes nos quais no primeiro colocou-se gelo, no segundo água a temperatura ambiente e no terceiro água quente (cerca de 90 °C).

O balão foi colocado no bico da garrafa, de forma que não houvesse vazamento do ar em seu

interior. A garrafa foi colocada dentro do recipiente contendo água quente e foi pedido aos estudantes que descrevessem oralmente o que foi observado. Em seguida, foi solicitado que fizessem uma previsão sobre o que aconteceria se a garrafa fosse transferida para o recipiente com água à temperatura do ambiente. A garrafa foi colocada neste recipiente para que explicassem o fenômeno observado. Por fim, solicitou-se que fizessem uma nova previsão para o caso de a garrafa ser colocada no recipiente com gelo. Depois de a garrafa ser colocada neste recipiente, explicaram o fenômeno observado. Em cada caso, as hipóteses levantadas pelos estudantes foram anotadas no quadro para, posteriormente, serem discutidas.

À medida que os estudantes demonstravam suas concepções, novos questionamentos foram feitos pela professora e a compreensão dos estudantes a respeito dos conceitos físicos envolvidos foi avaliada.

Para a análise dos dados foi realizada a análise dos modos de comunicação verbal e gestual. Para isso, a aula foi registrada em vídeo. As falas dos sujeitos foram transcritas e as imagens foram selecionadas. A partir disso, foram realizadas micro análises de episódios. Os episódios escolhidos foram aqueles nos quais houve uma exposição maior de concepções pelos estudantes e maior utilização dos modos de comunicação verbal e gestual.

Referencial Teórico

Atividades investigativas

Trabalhos de pesquisa em ensino de Ciências mostram que os estudantes aprendem mais sobre a ciência e desenvolvem melhor seus conhecimentos conceituais quando participam de investigações científicas. Neste sentido, vários autores têm discutido a utilização de atividades experimentais investigativas no ensino de Ciências (Borges, 2002; Azevedo, 2004; Carvalho, 2011; Zômpero e Laburu, 2011).

Segundo Azevedo (2004), uma atividade investigativa não deve ser planejada como simples manipulação de objetos e observação de fenômenos. Deve propor aos estudantes reflexões, discussões, explicações, relatos e um problema que estimule a sua curiosidade, o levantamento de hipóteses, a coleta e análise de dados e uma conclusão pautada na formulação de uma resposta ao problema inicial.

Dentre as atividades que podem ser utilizadas em sala de aula, destacam-se as demonstrações investigativas, que “partem da apresentação de um problema ou de um fenômeno a ser estudado e levam à investigação a respeito desse fenômeno” (Azevedo, 2004). É importante que a demonstração oportunize a construção científica de um determinado conceito e que os estudantes sejam conduzidos a expressarem os conhecimentos científicos através de situações de questionamentos (Carvalho, 2011).

Como contribuições dessas atividades Azevedo (2004) destaca: (i) a percepção das concepções espontâneas dos estudantes; (ii) valorização do ensino por investigação; (iii) aproximação de uma atividade de investigação científica; (iv) maior participação e interação dos estudantes em sala de aula; (v) valorização da interação dos estudantes com o objeto de estudo; (vi) valorização da aprendizagem de atitudes; (vi) possibilidade de criação de conflitos cognitivos.

Comunicação multimodal

As pesquisas em ensino de Ciências têm apontado à necessidade de se dispensar uma maior

atenção a diferentes modos semióticos de comunicação na construção discursiva do conhecimento científico (Piccinini e Martins, 2003).


Segundo Jewitt *et al* (2001), os estudantes estão ativamente envolvidos em um processo de reconstrução das informações e mensagens comunicadas pelos professores em sala de aula. A este conjunto de informações e mensagens os autores chamam de complexo de sinais. Nesta perspectiva, a aprendizagem é um processo dinâmico e de construção de novos signos pelos estudantes. Esta concepção da aprendizagem é influenciada pelos estudos da Semiótica Social de Halliday (1985), que tem como objetivo compreender como os modos de comunicação (fala, escrita, imagem, gestos, modelos tridimensionais, entre outros) são utilizados (Jewitt *et al*, 2001).

Qualquer situação de comunicação envolve múltiplos modos de comunicação, não estando restrita à forma verbal. Assim, não nos comunicamos apenas pela fala e sim pela articulação com imagens, gestos, expressões faciais, entre outros (Piccinini e Martins, 2003). Esta situação, na qual um conjunto de modos se apresenta ao mesmo tempo em ocasiões de comunicação, é denominada multimodalidade ou comunicação multimodal (Jewitt *et al*, 2001).

Em sala de aula, tanto os professores quanto os estudantes utilizam diferentes modos de comunicação. Particularmente, com relação aos estudantes, os modos de comunicação diferentes da linguagem falada desempenham papel importante na exposição do seu conhecimento. Portanto, acredita-se que, sempre que possível, devem ser levados em conta pelo professor. Para isso, pressupõe o planejamento de atividades que permitam aos estudantes se expressarem de diferentes formas, o que é possível, por exemplo, a partir da utilização de atividades investigativas.

Resultados e discussões

O episódio 1 se inicia com a professora mostrando os elementos que serão utilizados na atividade. A professora utiliza o modo semiótico verbal para explicar a atividade e seus componentes e o modo semiótico gestual para mostrá-los (Tabela 1).

Interlocutor	Modo semiótico	
	Verbal	Gestual
Professora	Aqui a gente tem uma garrafa PET normal... A gente não colocou nada dentro e colocou um balão desses de festa, desses que vocês já conhecem.	 A professora mostra a garrafa e mostra o balão colocado na boca da garrafa.
Professora	Aqui eu tenho água quente, aqui eu tenho água na temperatura ambiente e aqui eu tenho gelo.	A professora aponta para cada recipiente enquanto fala o que tem dentro deles.
Professora	Eu vou colocar aqui dentro pra vocês verem o que vai acontecer...	A professora fala com a garrafa na mão.
Professora	E aí vocês podem ir falando... Depois que eu terminar... Vocês podem ir falando o que vocês acham que tá acontecendo aqui... Tá bom?	A professora coloca a garrafa no recipiente com água quente, depois de alguns minutos coloca na bacia com água a temperatura do ambiente e, por último, no recipiente com água gelada. Os estudantes observam e comentam o que ocorre

		com a garrafa quando imersa em cada um dos recipientes citados.
--	--	---

Tabela 1: Transcrição do episódio 1

Enquanto a garrafa foi colocada no recipiente com água quente os estudantes observaram o que acontecia com o balão na garrafa e se mostraram impressionados. No entanto, nenhuma hipótese foi levantada inicialmente.

O episódio 2 se inicia quando o primeiro estudante tenta responder a primeira pergunta feita pela professora (Tabela 2).


Interlocutor	Modo semiótico	
	Verbal	Gestual
Professora	O que vocês acham que vai acontecer se eu tirar ela daqui e colocar aqui agora?... Na água na temperatura ambiente?	A professora tira a garrafa do recipiente com água gelada e a coloca no recipiente com água na temperatura do ambiente.
Estudante 1	Ela (se referindo ao balão) vai subir um pouco...	 <p>O estudante eleva a mão para representar que o balão vai subir.</p>

Tabela 2: Transcrição do episódio 2




Interlocutor	Modo semiótico	
	Verbal	Gestual
Professora	O quê que vocês acham que tá acontecendo aqui?	A professora questiona os estudantes ainda com a garrafa na mão.
Estudante 2	Por mim o que tá acontecendo é do lado de fora...não tem nada dentro?...Nem um buraco aí debaixo não?	 <p>Estudante gesticula elevando e abaixando os braços ao dizer que ocorre algo do lado externo da garrafa.</p>  <p>Estudante gesticula balançando as mãos ao questionar se não há nada dentro da garrafa.</p>
Professora	Não tem nada aqui dentro... está fechada a garrafa.	A professora fala com a garrafa na mão.
Estudante 2	Como é que o negocio sobe?	 <p>Estudante gesticula elevando os braços ao se referir à “subida” (enchimento) do balão.</p>

Tabela 3: Transcrição do episódio 3

O estudante do episódio 2 referiu-se ao fato de o balão se encher verbalizando e gesticulando

que ele irá “subir”. Essa primeira hipótese parece ser embasada na observação direta, destacando o efeito notado visualmente. Após algumas discussões sobre a hipótese levantada, a professora novamente perguntou o que estava acontecendo na atividade demonstrada. O episódio 3 se inicia quando um segundo estudante levanta uma nova hipótese (Tabela 3).

A segunda hipótese, acatada por outros estudantes, considerou que o enchimento do balão era devido a algum fenômeno externo, desconsiderando-se a existência do ar dentro da garrafa. Ao questionar se não havia nem um furo na garrafa, a estudante demonstra conflito cognitivo e procurando justificativa para que exista algum agente interno atuando.

A existência de algumas gotas de água dentro da garrafa, devido ao fato de ela ter sido lavada antes da atividade, levou alguns estudantes a considerarem que o agente responsável pelo enchimento do balão era um vapor de água que se formava dentro da garrafa.

A professora tentou conduzir os estudantes a considerarem que algo ocorria dentro da garrafa, questionando-os sobre o que havia em seu interior. Alguns alunos reconheceram a existência do ar, outros reconheceram, mas ainda pareceram crer que a garrafa estava vazia. O estudante 2 não abandonou a hipótese da existência de um furo no fundo da garrafa. Depois de algumas discussões, outros agentes foram considerados, tais como a pressão e aumento da temperatura.

O quarto episódio se inicia quando uma estudante levanta a hipótese de que o balão enche devido às moléculas de oxigênio existentes dentro da garrafa (Tabela 4).


Interlocutor	Modo semiótico	
	Verbal	Gestual
Estudante 3	Porque o oxigênio que tem dentro da garrafa? Na água quente as moléculas estão se batendo e... Faz a bola....sei lá!	 Estudante gira a mão para a direita e para a esquerda ao se referir à existência de moléculas de oxigênio.

Tabela 4: Transcrição do episódio 4

A hipótese da estudante é anotada no quadro. A professora pede para repeti-la. Este momento corresponde ao episódio 5, no qual a estudante gesticula representando o movimento e o choque dessas moléculas, mas tem dificuldade em expressar verbalmente sua hipótese (Tabela 5).

Embora esta tenha sido a primeira estudante a conceber a existência de moléculas de ar no interior da garrafa e de o conteúdo já ter sido estudado anteriormente, não são utilizados conceitos científicos como pressão, expansão, calor, dilatação, entre outros.

Uma estudante afirma que tem ar demais na garrafa e algumas estudantes questionam o que aconteceria se parte do ar fosse retirado da garrafa e os procedimentos fossem realizados novamente.

A professora, então, retira o balão, aperta a garrafa para que parte do ar seja retirado e recoloca o balão. Ao repetir as etapas da demonstração os estudantes perceberam que não aconteceu nada. Nesse momento, eles chegam à conclusão de que o ar dentro da garrafa é o responsável pelo enchimento do balão. A professora aproveitou o momento para retomar cada hipótese anotada no quadro e eles começaram a descartar aquelas que não consideravam a existência do ar dentro da garrafa. A partir disso, os estudantes começaram a relacionar os conceitos de calor, temperatura, agitação das moléculas de ar e pressão. Como vários deles falavam ao mesmo tempo, a professora precisou ajudá-los a estruturar a explicação dada a partir dos conceitos e relações que iam sendo verbalizadas. Dessa forma, as argumentações

convergir para a construção de significados estáveis e compartilhados (Piccinini e Martins, 2003). Os estudantes comentaram que aquilo já havia sido estudado e que já haviam sido avaliados. Após alguns minutos, chegou-se a uma explicação comum e mais completa.




Interlocutor	Modo semiótico	
	Verbal	Gestual
Estudante 3	Precisa do gás oxigênio, por causa das moléculas. As moléculas se batem.	Estudante continua girando a mão para a direita e para a esquerda ao se referir à existência de moléculas de oxigênio 
Professora	O oxigênio vai esquentando?	
Estudante 3	Quando vai esquentando elas vão se... sei lá!	Estudante movimenta os braços abrindo e fechando ao afirmar que as moléculas estão se batendo umas contra as outras. 
Professora	Se agitar?	
Aluna 3	Se agitando sim... Uma coisa assim...	Estudante eleva os braços representando o enchimento do balão. 

Tabela 5: Transcrição do episódio 5

Considerações finais

A atividade realizada foi proposta para um grupo de estudantes que já havia estudado o conteúdo abordado na demonstração realizada. No entanto, percebe-se que, inicialmente, eles acreditam que o responsável pelo fenômeno deve ser um agente externo. Pautando-se na experiência visual imediata, afirmam que a própria garrafa, ou a água do recipiente são as responsáveis. A argumentação baseada na observação leva a uma análise macroscópica. A primeira estudante a considerar a existência de algo dentro da garrafa questiona a existência de um furo, procurando justificar a entrada de algo em seu interior. O fato mostra que os estudantes desconsideram a existência do ar dentro da garrafa pelo fato de ela estar “vazia”.

Embora já tenham estudado o conteúdo e tratado de conceitos como dilatação, pressão, expansão, calor, energia interna, temperatura, entre outros, ainda são utilizados termos cotidianos como: “o balão vai subir”; “as moléculas estão se batendo”; “o ar quer sair”; “o ar que tá dentro sobe”; “a pressão quer sair”. Portanto, conceitos demonstrados na linguagem cotidiana coexistem com conceitos científicos. O tempo dedicado à sala de aula não é suficiente para que os conhecimentos científicos se tornem mais significativos e, dessa forma, utilizados com maior frequência e de forma mais adequada.

A utilização da demonstração investigativa possibilitou a percepção das concepções dos estudantes; a criação de conflitos cognitivos e sua maior participação e interação em sala de aula. A análise de diferentes modos de comunicação contribuiu para as análises das interações discursivas e para a compreensão das concepções dos estudantes, pois em vários momentos eles representaram sua concepção primeiramente por gestos e para depois verbaliza-la.

Agradecimentos

Ao professor e aos estudantes do segundo ano do Ensino Médio.

Referências

- AZEVEDO, M. C. P. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P. Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Thomson Pioneira. 1 ed. 2004.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. v. 19, n. 3. dez. 2002, p.291-313
- CARVALHO, A. M. P. et al. Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning. 1ed. 2011
- CHINN, C. A.; BREWER, W. F. The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. Review of Educational Research Spring. v. 63, n. 1 p. 1-49, 1993.
- DRIVER, R; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. Educational Researcher. v. 23, n. 7, p. 5-12, 1994.
- HEWSON, P. W. A Conceptual Change Approach to Learning Science. International Journal of Science Education. v. 3 n. 4, p. 383–396, 1981.
- JEWITT, C. et al. Exploring learning through visual, actional and linguistic communication: the multimodal environment of a science classroom. Education Review, V.53, n.1, p. 5-18, 2001.
- MORTIMER, E. F. .Conceptual change or conceptual profile change? Science Education. v.4, n. 3, p. 265-287,1995.
- MALONEY, D. P; SIEGLER, R. S. Conceptual competition in physics learning. International Journal of Science Education. v.15, n. 3, p. 283-295, 1993.
- PICCININI, C. L.; MARTINS, I. Palavras, gestos e imagens:a construção de sentidos na sala de aula de Ciências. In: Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2003
- VILLANI, A. Conceptual Change in Science and Science Education. Science Education. v.76, n.2, p. 223-237, 1992
- ZÔMPERO, A. F.; LABURU, C. E. Atividades investigativas no ensino de Ciências:aspectos históricos e diferentes abordagens. Rev. Ensaio, v.13, n.03, p.67-80, 2011.