

## O ensino do conceito de chuva ácida a partir de atividades demonstrativas-investigativas

Andressa G. Andrade<sup>1\*</sup> (IC), Marco A. Silva<sup>1</sup> (PQ), Mayara S. de Melo<sup>2</sup> (PQ), Alan T. Jensen<sup>1</sup> (PQ)

1 - Universidade Estadual de Goiás - Campus Formosa

2 - Instituto Federal Goiano - Campus Cristalina

\*gontijoandressa@gmail.com

Resumo: O presente trabalho investigou como a utilização de uma atividade demonstrativa-investigativa pode contribuir para o desenvolvimento de diferentes habilidades cognitivas dos estudantes. A pesquisa foi desenvolvida em uma turma do terceiro ano do ensino médio de química, por meio da realização de um experimento sobre a chuva ácida. Os dados foram coletados a partir de gravações em áudio e vídeo da aula realizada. Foram analisadas as respostas apresentadas pelos estudantes para três perguntas que foram respondidas após a atividade em que foram analisadas as possíveis habilidades cognitivas manifestadas. A partir da análise desenvolvida, observou-se que quando os alunos são estimulados a raciocinar sobre o fenômeno em questão, eles dialogam, se orientam para maiores investigações, tomam decisões e formam o pensamento criativo e avaliativo caracterizando o desenvolvimento de habilidade cognitiva de alta ordem. Já quando questionados por uma pergunta de baixa ordem de habilidade cognitiva, tem respostas automáticas, e não realizam esforço para desenvolver uma discussão sobre o assunto.

*Palavras-chave: Atmosfera, Experimentação, Habilidades cognitivas, Transposição didática*

### Introdução

A transposição didática é utilizada pelo professor para melhor estimular o interesse dos alunos, pois ela é um instrumento de grande importância no processo de ensino-aprendizagem, de modo a desenvolver suas habilidades cognitivas. Segundo Chevallard (1991): “O funcionamento didático é formado por uma relação entre ‘professor – saber – aluno’” (p. 91).

Trabalhar a transposição didática no ensino médio é transformar o objeto do saber sábio, produzido pelos cientistas (modelos), em saber ensinado, que é o saber levado aos alunos. Ela age como mediadora na transformação do saber científico em saber escolar, facilitando assim a aprendizagem do aluno.

O saber é a ponte entre o professor e o aluno nessa relação, logo, o saber precisa ser levado ao aluno de maneira fácil e significativa. Assim, cabe ressaltar que os alunos aprendem de diferentes maneiras, alguns necessitam de fórmulas para estabelecer padrões de respostas enquanto outros utilizam o raciocínio lógico para respondê-las.

Para Zoller (1993), os diferentes níveis de cognição apresentados pelos alunos são: (1) as Habilidades Cognitivas de Baixa Ordem, caracterizadas pelas capacidades: conhecer, recordar, lembrar a informação e aplicar o conhecimento em situações de resolução de atividades, e (2) as Habilidades Cognitivas de Alta Ordem, que se orientam para investigação, resolução de problemas (não podendo estes serem confundidos com exercícios), tomada de decisões, desenvolvimento do pensamento crítico e avaliativo.

Ao investigar o desenvolvimento e manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas, pode ser verificado que quando os estudantes se encontram em situações nas quais são dadas oportunidade e tempo para desenvolver suas habilidades, eles poderão fazer mais e melhores questões, propor hipóteses e questionar o experimento, sendo utilizadas as habilidades cognitivas de alta ordem.

Colocar o aluno no centro do processo de aprendizagem contribui para o melhor desempenho dele e desenvolvimento da aula, sendo fundamental que a atividade investigativa se relacione com o ambiente em que o estudante vive. Assim, sugere-se o desprendimento da rotina diária automática de quadro, cópia e exercício, e a inovação com aulas experimentais investigativas, estimulando a participação direcionada ao raciocínio lógico do tema apresentado na aula. É necessário engajar o estudante a pensar e interagir, favorecendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas de alta ordem, para sair do automático, que se restringe às habilidades de baixa ordem.

Deste modo, durante a disciplina de Estágio Supervisionado foi desenvolvido um Plano de Atividades em uma escola da Rede Pública do Estado de Goiás, situada no município de Formosa, em que foi realizada uma atividade relacionada ao tema atmosfera. O recurso escolhido para o desenvolvimento da aula foram os experimentos demonstrativos-investigativos, que relacionam o fenômeno à teoria, favorecendo o desenvolvimento do raciocínio lógico nos estudantes.

Para Silva, Machado e Tunes (2010), a utilização dos experimentos demonstrativos-investigativos, estimula o interesse e desperta a participação ativa dos estudantes:

Quando os alunos realizam uma atividade experimental e observam determinados fenômenos, geralmente solicita-se que os explique. A explicação de um fenômeno utilizando-se de uma teoria é o que denominamos de relação teoria-experimento, ou seja, é a relação entre o fazer e o pensar. (SILVA, MACHADO E TUNES, 2010, p. 236)

Assim, utilizamos uma atividade demonstrativa-investigativa para favorecer a apropriação de conceitos para desenvolver suas habilidades cognitivas a partir da compreensão do conteúdo, além de contribuir para formação cidadã devido ao tema sociocientífico abordado, que foi a chuva ácida.

## Materiais e Métodos

A atividade desenvolvida foi realizada na própria sala de aula que é utilizada para todas as disciplinas. Como não existe um laboratório de química, as aulas práticas com realização de experimentos, são realizados nesse espaço. A sala tem espaço físico reduzido, mas adaptável às atividades que foram propostas. A atividade desenvolveu-se maneira cautelosa e bem orientada para que não surgissem eventualidades.

A proposta foi realizada em duas aulas condensadas, durando aproximadamente 1h40 min.

O conceito de chuva ácida foi trabalhado por meio de uma atividade demonstrativa-investigativa descrita no Quadro 1, que se baseou no que é proposto por Silva, Machado e Tunes (2010) no capítulo “Experimentar sem medo de errar”, do livro ensino de Química em Foco (SANTOS, 2010).

Para identificar e explorar as ideias dos estudantes, primeiramente foi realizada a pergunta inicial. Ela só foi respondida ao final de todas as etapas do experimento demonstrativo-investigativo. Nesse momento foi solicitado que os estudantes levantassem hipóteses que respondessem à pergunta e, com isso, tivemos acesso as concepções prévias deles. Depois o experimento foi realizado para que os estudantes observassem os fenômenos macroscópicos e discutiu-se a explicação submicroscópica que se refere a como a Ciência explica os fenômenos observados.

**Quadro 1** - Roteiro experimental proposto para a atividade prática realizada durante o projeto pró-licenciatura.

**Tema:**

Atmosfera

**Subtema:**

Alterações do meio ambiente, gerados pela poluição.

**Conceitos que o professor deseja enfatizar:**

Acidez da água da chuva.

**Título do experimento (sob a forma de uma pergunta inicial a ser respondida após a realização e discussão do experimento)**

A chuva ácida acontece na nossa cidade?

**Materiais**

- 1 pote de vidro com tampa de vedação (pote de maionese)
- 2 rosas (uma flor qualquer de preferência vermelha)
- Uma pequena porção de enxofre (meia tampinha de garrafa PET)
- 1 colher de chá
- 1 vela.
- 1 isqueiro
- 1 pedaço de fio de cobre

**Procedimento (de forma bem sucinta)**

1. Fure dois buracos na tampa do pote
2. Coloque uma ponta do fio em cada buraco da tampa do pote.
3. Dobre a colher como uma letra “C” e coloque-a por dentro da tampa e amarre o cabo bem com os fios.
4. Coloque a rosa dentro do pote
5. Acenda a vela
6. Coloque o enxofre na colher.
7. Coloque a tampa com enxofre na colher sobre o fogo da vela até que o enxofre entre em fusão “comece sair fumaça”.
8. Em seguida coloque rápido dentro do pote e tampe

**Observação macroscópica**

Após alguns minutos observa-se que está formando dentro do pote uma nuvem, com uma fumaça esbranquiçada e a rosa vermelha começa a ficar cor de rosa e murcha.

**Interpretação microscópica**

Identificou-se da seguinte forma:

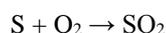
O enxofre queimado reagiu com o oxigênio do ar e formou um gás chamado dióxido de enxofre, que reagiu com a água existente no ar formando assim o ácido sulfúrico.

A formação desse ácido é evidenciada pela descoloração da pétala (que na natureza indica um dos efeitos da chuva ácida sobre a vegetação).

**Expressão representacional (quando couber e necessidade refletindo a explicação microscópica)**

As Equações das reações químicas envolvidas no experimento foram:

Queima do enxofre:



Reações dos óxidos com água:



**Descarte dos resíduos.**

Evite inalar a fumaça do pote. As rosas podem ser descartadas no lixo orgânico. E o restante do material podem ser lavados em água corrente e guardados para serem reaproveitados em outro experimento.

**Fechamento da aula:****Resposta à pergunta inicial;**

Sim, toda chuva é naturalmente ácida.

**Interface Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente:**

Toda chuva é naturalmente ácida, o principal responsável por essa acidez é o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), comum na atmosfera.

Porém, nas grandes cidades devido à poluição causada por diversos gases gerados por indústrias, veículos e queimadas essa acidez aumenta.

Os principais gases causadores da chuva ácida são: Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), Dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), Trióxido de enxofre ( $\text{SO}_3$ ) e o Dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ).

Após a atividade, os estudantes responderam a um questionário com seis perguntas sobre o experimento realizado. Em seguida, ocorreu uma discussão coletiva na qual os estudantes, voluntariamente, apresentavam suas respostas para a turma. Para análise, foram selecionadas três questões:

1. Por que não há alteração na cor da pétala no contato com enxofre em pó e com a água?
2. O que vem causando o excesso de acidez na chuva de grandes cidades?
3. Por que após a combustão do enxofre, a pétala muda de cor?

A aula foi gravada e os trechos referentes às respostas dos estudantes para as questões a serem analisadas foram transcritos, visando verificar se, a partir da atividade demonstrativa-investigativa realizada, houve um maior desenvolvimento de habilidades sobre a temática chuva ácida.

## Resultados e Discussão

De acordo com Silva, Machado e Tunes, (2010), na realização do experimento demonstrativo-investigativo, os alunos devem por meio da observação macroscópica, descrever o que é visualizado durante a realização do experimento, na interpretação submicroscópica, deve-se orientar as teorias científicas disponíveis que contextualizem os fenômenos estudados, e já na expressão representacional utilizar a linguagem química, física ou matemática (fórmulas, equações, modelos representacionais, gráficos etc.), para apropriação dos conceitos abordados.

Na Figura 1, é demonstrada uma sequência de imagens que ilustra como a atividade foi trabalhada e a participação dos alunos.

**Figura 1:** Realização do experimento demonstrativo investigativo sobre a chuva ácida. (A) Materiais para realização do experimento; (B) Aquecimento do enxofre em pó; (C) Formação de vapor; (D) Comparação da coloração das rosas.



Fonte: Os autores.

A realização do experimento foi marcada pela constante participação dos estudantes assim como demonstram as imagens 2 e 3 da Figura 1. Percebe-se grande interação dos estudantes que estão atentos a cada passo, auxiliam na realização da atividade, não querendo perder nenhum detalhe do experimento.

Ainda na Figura 1, podem ser observados os materiais utilizados no experimento demonstrativo investigativo (imagem 1). São materiais simples, para que exista a interação dos alunos com a atividade proposta. A intenção é deixar o estudante a vontade com os materiais para que não exista um receio inicial, sendo que quando se utiliza materiais de laboratório eles podem associá-los a alguma dificuldade. No entanto, com a utilização de materiais comuns, a barreira pode ser quebrada e o medo se transforma em interação e participação.

Na imagem 4 da Figura 1, a professora reforça a observação macroscópica onde é possível perceber a diferença de coloração das rosas após o término do experimento. A observação consiste na mudança da cor vermelha (início) para uma coloração rosa após a queima do enxofre dentro de um sistema fechado.

Após a realização do experimento, os alunos receberam um questionário para resolverem e após o tempo para responderem, a professora fez a correção oralmente, analisando se as respostas se enquadravam na proposta da atividade realizada.

No Quadro 2 a seguir foram transcritas as respostas apresentadas pelos estudantes para as questões durante a correção.

**Quadro 2:** Respostas na forma oral, obtidas na correção do questionário após o experimento.

	<b>Descrição das falas</b>
<b>Pergunta 1</b>	<b>Professora: “Por que ao início do experimento, não há alteração na cor da pétala no contato com enxofre em pó e com a água?”</b>
	Aluno 01: “Por que não teve contato com a chuva ácida”
	Aluno 02: “Mas ela já teve contato com a água da chuva? Mais não foi a quantidade de chuva ácida necessária para desbotar?”...
	Aluno 03: “Por que estava em um lugar fechado?” (Aqui o aluno se referenciou a rosa estar sobre o telhado da área de sua casa)
<b>Pergunta 2</b>	<b>Professora: “O que vem causando o excesso de acidez na chuva de grandes cidades?”</b>
	Aluno 02: “Poluição, não professora?”.
	Aluno 04: “Quantidade de gás jogado das fábricas”
	Aluno 05: “Aquecimento global”...
	Aluno 06: “Os gases gerando chuva ácida”...
<b>Pergunta 3</b>	<b>Professora: “Por que após a combustão do enxofre, a pétala muda de cor?”</b>
	Aluno 01: “Por causa do aquecimento dos gases”...
	Aluno 03: “Por que houve combustão”...
	Aluno 05: “Por causa do CO <sub>2</sub> ”

Analisando as falas dos alunos, verifica-se que nas respostas à primeira pergunta os alunos apresentaram um melhor raciocínio lógico, criando hipóteses, realizando mais questionamentos sobre o assunto e desenvolvendo o pensamento

crítico e avaliativo, caracterizando assim a utilização da habilidade cognitiva de alta ordem.

No entanto, foi observada uma maior dificuldade na construção de respostas que necessitem dessa forma de raciocínio. Isso pode ser explicado, em parte, pelo fato desses estudantes estarem acostumados a apenas transcreverem trechos de um texto como resposta as questões, sem refletir criticamente sobre elas. Também foi notada uma dificuldade em relação à participação de forma oral, em que por diversas vezes os estudantes ficaram envergonhados e com o receio de estarem respondendo de forma equivocada. Deste modo, o trabalho foi conduzido de forma a incentivar os estudantes a responderem o que haviam colocado no papel, indiferente do que tivessem escrito, com o intuito de irem melhorando conforme desenvolviam seu pensamento.

Na segunda questão, os alunos responderam de forma automática, sem prévio raciocínio lógico, passando a impressão de que a pergunta tinha um caráter óbvio, evidenciando a utilização da habilidade de baixa ordem: o conhecer, recordar, lembrar. Assim, percebe-se que na Questão 2 os estudantes aplicaram o conhecimento cotidiano para explicação da situação apresentada no experimento demonstrativo-investigativo.

Em relação às respostas à terceira pergunta, percebe-se que, apesar dos estudantes citarem fenômenos que ocorreram durante o experimento, em nenhuma das respostas foram apresentados os conceitos discutidos durante a prática de forma adequada. Assim, nota-se que elas foram realizadas com o uso de habilidades cognitivas de baixa ordem. Esse resultado indica que são necessárias outras atividades que visem um melhor entendimento dos conceitos relacionados aos ácidos e bases.

As respostas obtidas pelos alunos demonstram o arranjo de informações que cada um particularmente tem. Podemos reconhecer que cada um desenvolve sua habilidade cognitiva de forma diferente, e dependendo do questionamento podem ser utilizadas habilidades de baixa ou alta ordem.

Realizar uma atividade em que interaja toda a turma não significa que todos aprenderam da mesma maneira, cada um terá o seu desenvolvimento conforme sua habilidade cognitiva. O esperado é tentar despertar um conjunto de interesse por parte dos alunos que possa motivar a conhecer mais sobre o tema abordado.

## Considerações Finais

A importância de se trabalhar atividades demonstrativas-investigativas consiste em poder observar como o fenômeno acontece e, ao mesmo tempo poder observar como os conceitos científicos foram criados para explicá-los. O uso dessas práticas permite perceber que os alunos interagem com a aula e ficam estimulados a aprender mais.

A partir da atividade desenvolvida, pode-se afirmar que a falta de infraestrutura (como por exemplo, um laboratório de ciências) da escola, não implica na impossibilidade de realização de uma aula dinâmica com apresentação de uma atividade experimental. Na realidade, proporcionar em sala uma atividade experimental demonstrativa-investigativa, utilizando materiais comuns e tratando de temas cotidianos, possibilita aos estudantes a visualização dos fenômenos e os estimulando a compreender a forma científica de interpretá-lo.

A realização de atividades investigativas pode contribuir para o entendimento do conceito abordado e, conseqüentemente, para o desenvolvimento das habilidades cognitivas de alta ordem. Com isso, os estudantes passam a ter maior autonomia em questionar e responder, se orientar por meio da investigação, tomar decisões e desenvolver o pensamento crítico e avaliativo.

Nesse sentido, o uso de uma atividade prática sobre o tema atmosfera, com ênfase na chuva ácida, pode ser um incentivo para que os estudantes realizem e desenvolvam as habilidades cognitivas de alta ordem, proporcionando oportunidades de interação com o conteúdo, racionalização lógica, e, sobretudo, motivá-los a mudar a realidade em que vivem.

Assim o objetivo do trabalho foi parcialmente atingido, sendo que para atingir a plenitude das atividades propostas, são necessárias mais práticas de aulas de carácter investigativo não somente nos conteúdos de química, mas em todas as disciplinas para que os alunos possam vir a desenvolver melhor as habilidades cognitivas de alta ordem.

## Agradecimentos

A autora agradece à Universidade Estadual de Goiás (UEG), pelo auxílio financeiro incentivando a pesquisa em Ensino de Química.

## Referências

CHEVALLARD, Y. **La Transposition Didactique**. Grenoble: La Pensée sauvage, 1991.

GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L. C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, L.; GONÇALVES, F. P.; **Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências**. Ciência e Educação, Rio Grande do Sul, v. 7, n. 2, p.249-263, fev. 2001.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C.; **Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky**. Investigação em Ensino de Ciências, São Paulo, v. 10, n. 2, p.227-254, jan. 2005.

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

SANTOS, W. L. P.; MOL, G. S. (2013). **Química cidadã**, vol. 01, 2.ed, ensino médio 1ª serie, São Paulo; editora AJS, 2013 (coleção Química Cidadã).

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R.; **A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino de química**. Ciências e Cognição, São Paulo, v. 14, n. 1, p.50-74, 31 mar. 2009. Disponível em: <[www.cienciasecognicao.org](http://www.cienciasecognicao.org)>. Acesso em: 31 mar. 2009.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C.; SILVA, R. R. **A atmosfera Terrestre**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

ZOLLER, U. **Are lecture and learning: are they compatible? Maybe for LOCS; unlikely for HOCS**. Journal of Chemical Education., 1993, 70 (3), 195-197.