

Conhecimento científico-escolar: A combustão como objeto referente para análise do nível de significação de conceitos básicos em Química.

Cibele Tainara Ribeiro¹ (IC), Otavio Aloisio Maldaner² (PQ)

belletribeiro@gmail.com, maldaner@unijui.edu.br

Palavras-Chave: Combustão, ensino médio, cotidiano

Área Temática: Ensino e Aprendizagem - EAP

RESUMO: A PARTIR DE RESPOSTAS DADAS A QUESTIONÁRIO APLICADO A UMA TURMA COM 26 ALUNOS, ANALISA-SE A UTILIZAÇÃO E ENTENDIMENTO DOS TERMOS QUÍMICOS POR ESTUDANTES DE UMA ESCOLA QUE POSSUI O CURRÍCULO ORGANIZADO EM SUCESSIVAS SITUAÇÕES DE ESTUDO. PARA FINS DE ANÁLISE AS QUESTÕES FORAM AGRUPADAS EM TRÊS DIMENSÕES, EM CADA UMA HAVIA O PROPÓSITO DE AVALIAR O NÍVEL DE ENTENDIMENTO DE ESTUDANTES EM ANO FINAL DA FORMAÇÃO ESCOLAR BÁSICA RELACIONANDO SITUAÇÕES DO COTIDIANO COM O CONHECIMENTO QUÍMICO. AS DESCRIÇÕES E ANÁLISES APRESENTADAS NESTE TRABALHO SÃO RELATIVAS À COMBUSTÃO DE UMA VELA. CONSTATOU-SE QUE OS ESTUDANTES TÊM DIFICULDADES EM RESPONDER QUESTÕES CONTEXTUALIZADAS. MESMO CONHECENDO OS TERMOS CENTRAIS USADOS NA QUÍMICA, HÁ POUCA COMPREENSÃO DA SITUAÇÃO QUE O DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL PODERIA TER PROPORCIONADO. CONSIDERA-SE FUNDAMENTAL QUE, PARA UMA FORMAÇÃO BÁSICA EFICIENTE DAS NOVAS GERAÇÕES, OS PROFESSORES FIQUEM ATENTOS ÀS PRINCIPAIS DIFICULDADES DE SEUS ALUNOS. OS RESULTADOS DESTES TRABALHOS PODEM AUXILIAR NESSE SENTIDO.

INTRODUÇÃO

Este trabalho refere-se a pesquisa realizada com alunos da Educação Básica com a intenção de verificar os conhecimentos científicos escolares, mais especificamente a utilização e compreensão dos termos químicos relativos a combustão em situações de vivência, ou seja, como alunos em ano de formação expressam seus conhecimentos escolares quando instigados a usá-los para explicar situações comuns do dia a dia das pessoas. Nesta etapa de conclusão são descritas as análises da última parte do questionário, composta de sete questões que envolviam questionamentos sobre a combustão da vela, informações a respeito das diferenças de temperatura na chama e também de cores, quais as substâncias produzidas e os elementos básicos necessários para esta combustão. Este questionário foi aplicado a estudantes do 3º ano do Ensino Médio (EM) de uma escola que tem seu currículo organizado em sucessivas Situações de Estudos (SE), proposta curricular desenvolvida pelo Grupo Interdepartamental de Pesquisa em Educação (GIPEC) vinculado a Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI), proposta esta que tem como alicerce a teoria histórico-cultural de Vigotski, em que “se compreende e se aceita que a constituição do ser humano se dá nas interações sociais que se estabelecem em sua história particular.” (Maldaner e Zanon, 2001, p.49).

Sendo a escola uma instituição social que se ocupa de forma intencional e sistemática com o conhecimento e recriação cultural junto aos educandos, é importante pensar sobre o entendimento que muitas vezes se tem acerca da função



33º EDEQ

Movimentos Curriculares
da Educação Química:
o Permanente e o Transitório



do conhecimento científico-escolar como uma aplicação deste conhecimento em situações do cotidiano, o que pode apenas gerar sua simples reprodução. Defende-se que o conhecimento científico-escolar deve ser introduzido em caráter de entendimento do cotidiano, para que os alunos possam recriá-lo com vistas às necessidades que surgem continuamente ao longo da história individual e coletiva dos seres humanos.

A combustão foi escolhida como foco de pesquisa devido a sua presença em nosso cotidiano desde o tempo mais remoto. Acredita-se, assim, que o processo da combustão tenha produzido situações de curiosidades e indagações por parte dos estudantes e/ou professores ao longo da educação básica, principalmente, por seu papel fundamental na produção de formas de energia, o que confere um caráter de importância científica, tecnológica e social ao tema (Silva & Pitombo, 2006). Porém, segundo Anderson (*apud* Galiazzi *et al*, 2005, p.25) “as reações de combustão, embora presentes na nossa vida, são pouco compreendidas em seus aspectos químicos”, ou seja, por mais interessante que possa ser o assunto da queima, os estudantes muitas vezes, possuem dificuldades expressivas quanto a sua observação e explicação em termos químicos, demonstrando um não entendimento sobre os processos de reação entre o combustível e o comburente, “tendo a combustão como característica intrínseca de uma substância” (Schnetzler *et al* *apud* Galiazzi *et al*, 2005, p.25).

Buscou-se, nesta pesquisa, como objetivo principal, investigar níveis de aprendizagem e desenvolvimento alcançados em química por estudantes do último ano do EM, tendo por hipótese a ideia de que eles produziram respostas que, de alguma forma, envolveriam conhecimentos significados no contexto escolar, utilizando conceitos próprios do saber da Química sobre as situações apresentadas. A primeira questão de análise desta etapa está focada na diferença entre a combustão da vela e do “Bombril”, mais especificamente sobre a existência ou não de chama na combustão de cada material respectivamente. As demais questões seguem com foco nas particularidades da chama da vela, como a diferença de cor, a diferença de temperatura, existência de resíduos. Para demonstrar a grande importância da escolha desse material como foco na pesquisa educacional, cabe aqui citar Faraday quando afirma:

Não existe lei pela qual seja regida qualquer parte deste Universo que não entre em ação e não seja abordada nesses fenômenos. Não há porta melhor nem mais aberta para que os senhores possam iniciar o estudo da filosofia natural do que o exame dos fenômenos físicos de uma vela (2003, p. 25).

METODOLOGIA

Para desenvolvimento da pesquisa, aplicou-se questionário contendo 18 questões discursivas, para uma turma de 26 alunos do 3º ano do EM de escola que organiza seu currículo em sucessivas SE, para fins de análise essas questões foram categorizadas em três dimensões: *Dimensão I: conhecimentos gerais sobre química; Dimensão II: conhecimentos do cotidiano sobre química e Dimensão III: Conhecimentos específicos da química.* Em cada dimensão tinha-se a intenção de

verificar as relações que o aluno poderia fazer com seu dia a dia e com os conhecimentos científicos escolares. A intenção primeira era de verificar a utilização de termos próprios da química para a explicação de fenômenos do cotidiano, haja vista que em término de educação básica espera-se que os conceitos sobre combustão já estejam bem consolidados.

Tem-se aqui análise das últimas 7 questões da *Dimensão III: Conhecimentos específicos da química*. Essas questões faziam referência a combustão da vela, mais especificamente, sobre as características da chama proveniente da queima da vela. As questões abordavam todas as características visíveis nesse fenômeno. Nessa etapa salientou-se o fato de que eles deveriam utilizar os termos próprios da química, ou seja, responder com os conhecimentos científicos escolares e não com aprendizagens do cotidiano, pois isso foi permitido nas questões das Dimensões I e II. Para fins de produção de dados, as questões foram identificadas pelo número correspondente à dimensão 1, 2 ou 3 seguidas de letras em ordem alfabética a, b, c, d, sucessivamente.

Foi elaborada uma primeira questão (3c.), que faz referência aos dias de festa de São João em que as pessoas brincam com palha de aço acesa amarrada a um fio de linha para poder girar no ar. Deu-se uma breve explicação para direcionar o pensamento, dizendo que seria ferro em fios bem finos e entrelaçados, fazendo referência ao “Bombril” para lembrá-los da brincadeira. Questionou-se o porquê que na queima do “Bombril” há um efeito visual muito bonito produzido pelas faíscas, mas sem produção de chama, ao contrário da vela que produz uma chama colorida.

As outras 6 questões indagavam sobre as características da chama da vela, e para respondê-las os alunos tiveram o auxílio da imagem abaixo com dados sobre a vela (questão 3d):

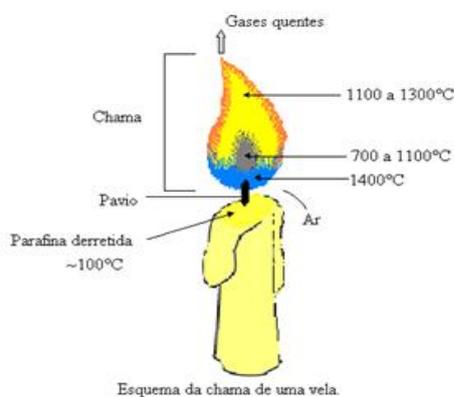


Figura V: Esquema da chama de uma vela

As questões eram as seguintes:

Quadro 1: Quadro das questões do questionário

Questões
3d1. Quais os estados físicos da matéria envolvidos no sistema representado pela vela em seu todo, incluindo a chama?
3d2. A que atribui os valores diferenciados da temperatura indicados em partes da chama, uma vez que é o mesmo combustível que queima?
3d3. Na chama há uma região indicada em que a combustão é dita incompleta, ou seja, alguma substância não consegue queimar, no entanto, em outra região ela brilha dando luminosidade própria de uma vela. Por que, em termos de conhecimento químico, a combustão não se completa?
3d4. Qual a pista que temos para poder dizer a possível substância (nome químico) que não consegue queimar nas condições normais de uma vela acesa? (Segurar alguns segundos um pedaço de giz branco no interior da vela).
3d5. A que atribui o fato de a chama ter maior temperatura na parte inferior da chama? (parte azul).
3d6. A que atribui o fato do brilho amarelo intenso da chama? Ou, como é possível que apareçam cores na combustões?

Para preservar a identidade dos estudantes, foram enumerados os questionários de 1 a 26. Na transcrição e utilização de uma resposta de algum estudante utilizou-se a palavra *Aluno* seguida do número com o qual foi marcado o questionário.

Resultados e Discussões

Faraday em sua II conferência faz um experimento para demonstrar as diferentes combustões no que tange à produção de chama ou não. Ele descreve seu experimento da seguinte forma:

Pois bem, temos aqui um pouquinho de pólvora, que vou colocar no fundo desta pequena vasilha de madeira, misturando-a com limalha de ferro; meu objetivo é fazer com que a pólvora inflame a limalha e a faça queimar no ar, para mostrar-lhe a diferença entre as substâncias que queimam com chama ou sem chama (...) verão a pólvora queimar-se com uma chama e a limalha de ferro ser lançada para o alto. Também a verão queimar, porém sem a produção de chama (2003, p.48).

Para introduzir o assunto da chama, assim como Faraday em sua conferência, foi inicialmente elaborada uma questão em que os alunos deveriam responder comparativamente sobre a queima do “Bombрил” e da vela (questão 3c), sendo que na combustão do primeiro material não há chama e no segundo há chama colorida. Perguntou-se o porquê dessa diferença de queima, em relação à mudança de estados físicos dos materiais e/ou substâncias em transformação em cada caso. As respostas variaram muito, e demonstraram as dificuldades dos alunos em produzir uma resposta “completa”, ou seja, cada aluna citou alguma característica, mas não elaborou uma resposta que realmente explica-se o motivo da existência ou não da chama em combustões. O quadro abaixo nos dá uma ideia das diversas respostas:

Tabela T: Quadro com respostas da questão 3c

Questão 3c. Por que há chama na queima da vela e não na queima do “Bombril”?

Os alunos explicam, justificando a presença ou ausência da chama devido:	Na vela (nº de alunos)	No “Bombril” (nº de alunos)
A espessura do material/superfície de contato	-	3
Aquecimento/derretimento do material (estado físico)	1	5
O fato do material sofrer “transformação”	3	-
Oxidação do metal	-	2
Ponto de fusão elevado do material	-	1
Resposta confusa	8	6
Não responderam sobre:	7	2
Não sabe/branco	Total de 7	

Depreende-se, pela análise da Tabela T, que 7 alunos não responderam ou responderam com “Não sei”, restando as respostas de 19 estudantes para serem analisadas, lembrando que era uma questão em que eles deveriam fazer comparações entre a existência/ausência de chama na queima dos dois materiais. No total teríamos 38 respostas, 19 sobre a chama da vela e 19 sobre a não existência de chama no “Bombril”. Os dados são preocupantes, pois em relação a respostas direcionadas à vela, 7 estudantes não responderam, 5 formularam respostas confusas e 7 formularam respostas pouco satisfatórias. Quanto as respostas direcionadas para a queima do “Bombril”, 2 estudantes não responderam, 4 formularam respostas confusas e 13 formularam respostas pouco satisfatórias.

Esperava-se que os alunos pudessem ponderar sobre o fato de na queima da vela haver grande quantidade de Carbono nos compostos que a constituem, como os hidrocarbonetos de cadeia carbônica longa, sempre objeto de estudo nos programas de ensino da Química e a dificuldade de oxidar todo o carbono a gás carbônico em chama “pobre” em oxigênio (comburente), acontecendo, assim, a combustão incompleta e conseqüente liberação de partículas de carbono, detectadas como “pó preto” ou fuligem nesse tipo de combustão. Havia, ainda, a expectativa que aparecessem palavras como combustão incompleta, reagente limitante, partículas de carbono na forma de fuligem, entre outras; que a chama luminosa da vela fosse interpretada como combustão incompleta em relação a outras chamas, como na combustão usual de gás de cozinha, etanol, metanol e outros combustíveis menos ricos em carbono; que a chama fosse vista como mistura reacional gaseificada com fragmentos de moléculas, íons, elétrons, constituindo uma espécie de plasma. Diferentemente, na combustão da palha de aço (Bombril), a temperatura atingida fica distante daquela necessária para a gaseificação do ferro, não havendo, portanto, o efeito da chama nas condições em que foi realizada. Apenas 5 alunos observaram este fato em relação ao “bombril” e 2 em relação à queima da vela. Apenas 1 aluno conseguiu fazer a comparação desse fenômeno de forma mais ou menos coerente, respondendo: *“Na vela os materiais queimados passam para o estado gasoso, e já no bombril isso não acontece.”* (Aluno 3). O outro

aluno que formulou uma resposta comparativa respondeu: *“Na vela, a queima do O₂ gera outros gases e na queima do ‘bombril’, a palha de aço fica líquida e quando esfria vira sólido novamente.”* (Aluno 14). Consta-se, nesta resposta, também uma interpretação errônea da reação que acontece na combustão da vela, em que não é apenas devido ao gás oxigênio que se tem produção de gases, sendo, assim, categorizada como resposta confusa, mesmo que o aluno tenha alguma compreensão da necessidade de gaseificação dos reagentes para a produção da chama. Os outros 3 alunos que fizeram uma certa referência à mudança de estado físico apenas disseram que a palha de aço derreteria, a exemplo o Aluno 18: *“Há um aquecimento intenso dos filamentos de ferro, derretendo-os.”* Mas nenhum dos três deu maiores explicações, nem elaboraram uma resposta para a produção da chama da vela. Acredita-se, portanto, que em algum momento deve ter sido falado em mudança de estado físico para a produção de chama, mas não ficou muito claro como essa mudança influencia na produção da chama.

Na questão 3d1 que inicia as perguntas relativas à Figura V, verificou-se que dos 26 alunos, 53,85% identificaram o fato de na vela acesa coexistirem os três estados físicos: sólido, líquido e gasoso (vapor), mas apenas 5 alunos citaram os estados físicos e tentaram identificar o momento exato de cada um como demonstra a resposta do Aluno 2: *“Sólido: parafina ‘dura’. Líquido: parafina derretida. Gasoso: resultado da combustão.”* E do Aluno 22: *“Sólido: parafina normal, líquido: parafina derretida, gasoso: oxigênio e CO₂”*. Assim como estes alunos os outros três também não conseguiram identificar de forma satisfatória quais seriam “os gases quentes” a que a imagem faz referência, o que dá uma ideia da dificuldade de atribuir a existência da chama ao fato de haver ali, o que Faraday diz tratar-se “do estado vaporoso do combustível” (2003, p.36). Importante salientar que 4 alunos não responderam a questão, 1 aluno identificou apenas os gases, 3 identificaram os estados sólidos e gasoso, 1 aluno produziu uma resposta confusa e os outros 3 citaram: o sólido, o gasoso e o plasma, o que chamou a atenção pelo fato de não haver descrito na imagem este estado, o que pode indicar que em algum momento da educação básica possa ter sido falado sobre este 4º estado da matéria, que seriam os gases ionizados devido a sua alta temperatura.

A questão 3d2 requeria conhecimentos acerca da quantidade de oxigênio para reagir com a parafina. Sobre isso, 2 alunos não responderam, 2 não sabiam responder, uma aluna demonstrou saber que se tratava de uma reação exotérmica, com liberação de energia, mas não comentou sobre os motivos da diferença de temperatura; 2 alunos alegaram que o motivo era o tempo “tempo de queima das substâncias”, 3 alunos responderam simplesmente que deveria ser devido a “intensidade da chama”, não sendo possível uma conclusão do que eles poderiam querer dizer com essa afirmação, outros 3 que seria devido à “distância” da chama, o Aluno 3 esclareceu essa afirmação dizendo que: *“Quanto mais perto de onde a combustão ocorre, maior a temperatura e quanto mais longe menor.”* Por fim, 4 alunos responderam que era devido ao “contato com o ar” e 8 direcionaram suas respostas ao fato de a concentração de oxigênio ser insuficiente, utilizando as palavras: pouco oxigênio, menor quantidade, menor contato e menor concentração.

Na questão 3d3, mais uma vez constata-se pouca compreensão sobre os elementos necessários para combustão, pois, 3 alunos não responderam, 6 responderam que não sabiam, 3 responderam que a reação não se completa devido ao fato de o *“ponto de ebulição da parafina ser muito elevado”*, 3 responderam apenas que *“a chama está próxima a parafina da vela”*, 7 alunos responderam a exemplo da Aluna 22: *“Alguns dos elementos presentes no ‘combustível’ não reagem com a chama/combustão.”*, sendo que nenhum deles disse qual era esse elemento no combustível, 3 disseram que era pelo fato de *“a chama estar muito perto da parafina”*, não sendo possível uma compreensão do motivo desta afirmação, e apenas uma aluna fez a associação entre a *“substância que queima e o contato com o ar.”*

A questão 3d4 tinha relação direta com a anterior e eles deveriam dizer qual era a substância que não reagia completamente na questão anterior. Apenas 23% dos alunos responderam que a substância era o Carbono, 3 alunos responderam que era o CO_2 , 3 que era o O_2 e 3 que era o “gesso”, nem sequer dar o nome químico como se pedia na questão. O “gesso” pode ter aparecido na resposta pelo fato de na demonstração da produção da fuligem na chama da vela ter sido utilizado uma barra de giz de quadro escolar! Apenas uma aluna respondeu que se trata de a reação incompleta, dando sua definição correta, mas não nomeando o elemento carbono ou aos fragmentos de carbono que não queimaram.

Na questão 3d5, houve, assim como nas demais questões, uma variedade de respostas, sendo que a maioria dos alunos, 46%, formularam respostas confusas, a exemplo, da resposta do Aluno 8: *“Ela está mais concentrada e a liberação de gases quentes é inexistente e também o ar é mais seco nessa região”*, ou do Aluno 26: *“Está mais perto da vela, e com menor contato com o meio”*, ou, ainda do Aluno 7: *“A emissão de impurezas na parte azul é maior.”* Nessas respostas constata-se uma dificuldade de compreensão sobre a relação das cores e a combustão completa e incompleta. A pergunta referia-se sobre a parte azul da chama, na qual o contato com o oxigênio pode ser mais intensa. Apenas 2 alunos fizeram menção ao fato de a reação ser completa: *“reação completa com maior liberação de energia”*, 2 responderam apenas que ali *“há mais energia”*, um outro fez associação da luminosidade com quantidade de calor, dizendo que ali *“havia menos luz e mais calor”* (Aluno 15), 4 fizeram relação com o fato de nesta parte haver mais contato com o oxigênio. Sendo que 3 alunos não responderam, um disse que não sabia.

Na última questão, a 3d6, sobre a cor amarelo brilhante da vela, 38% dos alunos não responderam ou responderam com *“não sei”*, 3 alunos formularam respostas confusas, dizendo que a cor amarela era devido ao fato de a reação ser completa, 2 disseram que era devido à reação ser incompleta, 3 referiram apenas que o motivo era o *“contato com o ar”* sem dar explicações de como isso influenciaria, 5 disseram que depende da substância/combustível que está queimando sendo que a Aluna 1 foi a que formulou uma resposta um pouco mais elaborada: *“A liberação de alguma substância que com o calor ou em seu estado gasoso tenha aquela coloração, a diferença da composição dos reagentes”*. De



Movimentos Curriculares
da Educação Química:
o Permanente e o Transitório



alguma forma, a aluna percebeu a necessidade do estado gasoso para haver a chama. Apenas um aluno elaborou uma resposta fazendo referência saltos quânticos para explicar as cores nas combustões: *“As cores ocorrem pelos saltos quânticos que acontecem nas substâncias”* (Aluno 3).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da investigação apontam para problemas na capacidade de utilização de conhecimentos próprios da química na análise de situações do cotidiano, como questões que envolvem fato tão corriqueiro quanto é a combustão de uma vela ou de uso de outros conceitos básicos na explicação das combustões em geral e mesmo na compreensão da combustão como reação química. Entende-se que Educação Básica deva proporcionar aprendizagens amplas e suficientes para que as novas gerações estejam aptas a uma ação responsável no contexto tecnosociocultural, significando a cultura de sua época e recriando-a e projetando-a daí para frente. Nesse contexto, a aprendizagem escolar é muito importante, desenvolvendo inteligências críticas e criativas na busca de melhor qualidade de vida para todos. Os princípios que fundamentam as ciências, em todas as suas dimensões, têm seu espaço e tempo de significação na escola. Se ela falhar em algum tempo e lugar, com certeza, problemas sociais tendem a ficar sem solução, podendo levar a rupturas de proporções imprevisíveis. Ao argumentar por tal importância pela necessidade de uma boa aprendizagem escolar, parte-se do princípio de que aprendizagem induz desenvolvimento mental essencial para a inserção cultural das novas gerações, capacitando-as a cumprirem com responsabilidade o papel social que vierem a assumir. Por isso a pouca aprendizagem escolar preocupa tanto os educadores quanto as autoridades e é tema de tantos debates. A investigação realizada indica, apenas, que há problemas de aprendizagem em um campo do conhecimento, no caso, a utilização do pensamento conceitual da química na análise de um fenômeno do cotidiano, mas isso pode ser indício de que haja problemas na qualidade da aprendizagem escolar de forma mais ampla.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FARADAY, M. **A história química de uma vela; As forças da matéria**. Rio de Janeiro, Ed. Contraponto, 2003.
- GALIAZZI, M. do C.; GONÇALVES, F. P.; SEYFFERT, B. H.; HENNING, E. L.; HERNANDES, J. C. **Uma sugestão de atividade experimental: A velha vela em questão**. Revista Química Nova na Escola, nº 21, maio, 2005.
- MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. **Situação de Estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em Ciências**. Revista Espaços da Escola 41. Ijuí: Ed. Unijuí, p 45-60, jul/set, 2001.
- SILVA, M. A. E. da; PITOMBO, L. R. de M. **Como os alunos entendem Queima e Combustão: Contribuições a partir das representações sociais**. Revista Química Nova na Escola, Nº 23, maio, 2006.
- VYGOTSKY, Lev S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 2001.