

Reflexões sobre ensino e aprendizagem nas abordagens de Transformações Químicas e Físicas.

*Mara R. P. Walerio¹(IC), Franco V. Moraes²(IC), Cesar R. Cardoso³(IC), Amanda G. A. Martins⁴(IC), Thais S. S. Ramos⁵(IC), Thamires V. Gama⁶(IC), Simone Martorano⁷(PQ), Lucinéia F. Ceridório⁸(PQ), Juvenice L. Silva⁹(FM). *mrwalerio@gmail.com

1 a 8: Universidade Federal de São Paulo, Departamento de Ciências Exatas e da Terra – Setor de Educação. Av. Conceição, nº 515. Centro, Diadema, CEP: 09920-000. 9 :Escola Estadual Padre Anchieta, Diadema - SP.

Palavras-Chave: Transformações, Ensino de Química, Avaliação de aprendizagem.

Resumo: Este trabalho foi desenvolvido pelo PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) Química da Universidade Federal de São Paulo, tendo como principal objetivo investigar as dificuldades dos alunos do segundo ano do ensino médio acerca da diferença entre uma transformação química e uma transformação física. A análise da aprendizagem dos estudantes a partir de respostas dos questionários aplicados no início e término das aulas mostra que alguns estudantes não entendem a diferença das transformações físicas e químicas e tampouco os critérios que as distinguem. Também apontou que a abordagem nas três dimensões do conhecimento; macroscópico, microscópico e simbólico é fundamental para este tema e que atividades que despertam o interesse dos alunos nem sempre constrói conhecimento.

INTRODUÇÃO

Como explicitado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) um dos objetivos do ensino é a construção de cidadania, ou seja, a participação consciente e deliberada do indivíduo. Neste pressuposto, aprender química é de vital importância, pois permite o desenvolvimento do senso crítico em torno das relações entre a sociedade e a tecnologia moderna. Se de um lado, a apropriação do conhecimento permite o desenvolvimento da cidadania, por outro, as interações do homem com a sociedade e o mundo físico subsidia a construção dos saberes. Neste sentido, o grupo do PIBID-Química Unifesp Diadema desenvolve sequências de aprendizagens temáticas com enfoque em História e Filosofia da Ciência com o intuito de proporcionar a compreensão de que a Química é uma construção humana e dinâmica e, desta forma, contribui para desmistificar a Química como uma ciência complexa, restrita a memorização e fórmulas matemáticas, modo comumente considerado por estudantes e alguns docentes. (Quadros et al 2010) e (Domingos e Racena 2010).

No ensino das transformações, podem ocorrer muitas dúvidas quanto uma ocorrência de reação química e, consecutivamente, dificuldade da distinção entre fenômenos químicos e físicos. De acordo Schnetzler, (1995, p. 31), “é de extrema importância que o professor demonstre aos alunos a diferença entre fenômenos químicos e fenômenos físicos, visto que muitos ainda confundem uma reação química com uma mudança de estado físico”.

É possível diminuir as dificuldades na compreensão desses aspectos, pautando o ensino na combinação das três dimensões que abarcam o conhecimento químico: macroscópica, microscópica e simbólica. Johnstone (1982 apud WARTHA, 2011, p. 278) enfatizou esses níveis do conhecimento químico da seguinte forma:

- a) *Nível descritivo e funcional (macroscópico): é o campo onde se pode ver e manusear materiais, analisar e descrever as propriedades das substâncias em*

termos de densidade, ponto de fusão etc. e observar e descrever suas transformações.

- b) *Nível simbólico (representacional):* é o campo onde representamos substâncias químicas por fórmulas e suas transformações por equações. É a linguagem sofisticada do conhecimento químico.
- c) *Nível explicativo (microscópico):* é o nível onde invocamos átomos, moléculas, íons, estruturas, que nos dão um quadro mental para racionalizar o nível descritivo mencionado acima.

Muitas vezes o ensino das transformações químicas é um dos primeiros tópicos a ser tratado em ensino de Química e, geralmente, em livros didáticos este tema é apresentado apenas no nível descritivo e funcional, sem preocupação em descrever as representações (nível simbólico). Uma vez que o nível simbólico, para este tema; a escrita das equações químicas é comumente estudada em momentos posteriores há dificuldade de correlacionar a definição de transformações químicas, com o fenômeno e com a compreensão a nível microscópico, o que contribui com possíveis dificuldades de interpretações e classificações errôneas entre fenômeno químico e físico. Como mencionado por Mendes, (2011, p. 26), a principal falha no processo do ensino de reações químicas, deve-se ao ensino da Química ser compartimentado; com os conceitos distribuídos ao longo do ensino médio há a impressão de que cada um deles é independente entre si.

Como o livro didático é um dos recursos mais empregados pelos professores para o preparo das aulas e, também, como material de aprendizagem dos estudantes averiguou em cinco livros didáticos como as transformações químicas são tratadas considerando o nível macroscópico, microscópico e simbólico. O quadro 1 apresenta a abordagens nas três dimensões e cita o número da pagina em que o conceito é encontrado, evidenciando que estas abordagens não são realizadas no mesmo momento.

Quadro 1 Abordagem dos livros didáticos para o conceito reação e equação química.

Livro analisado por autores/ano	Significado de reação química		Definição de equação química
	Nível macroscópico	Nível microscópico	Nível simbólico
Ricardo Feltre (2000)	"[...] Outras transformações são mais profundas e frequentemente irreversíveis, isto é, torna-se difícil (e às vezes, impossível) 'voltar atrás'". (p.24)	"É um fenômeno em que os átomos permanecem praticamente intactos. Na reação química, as moléculas (ou aglomerados iônicos) iniciais são desmontadas e seus átomos são reaproveitados para montar as moléculas (ou aglomerados iônicos) finais". (p. 293)	"É a representação gráfica e abreviada de uma reação química (ou fenômeno químico)". (p. 293)
Eduardo L. Canto; Francisco M. Peruzzo (2003)	"Reação química é uma transformação em que novas substâncias são formadas a partir de outras". (p. 40)	"Numa reação química os átomos apenas se recombina" (p. 57)	"Uma maneira de representar uma reação química é denominada equação química". (p. 56)
Ricardo Feltre (2005)	"Transformações químicas ou fenômenos químicos são aqueles que alteram a natureza da matéria". (p. 45)	"Em uma reação química, as moléculas (ou aglomerados iônicos) iniciais são desmontadas e seus átomos são reaproveitados para montar as moléculas (ou aglomerados iônicos) finais". (p. 172)	"Representação de uma reação química". (p. 162)
José C. de A.	"[...] Essas alterações	"Uma reação química pode ser	"A descrição de

Bianchi; Carlos H. Abrecht e Daltamir J. Maia (2005)	aconteciam devido a interações existentes entre os materiais, produzindo novos produtos, e passaram a ser denominadas transformações ou reações químicas". (p. 148)	analisada como um rearranjo de átomos que se organizam para formar novas moléculas". (p. 397)	uma reação química". (p. 149)
Olimpio S. Nóbrega; Eduardo R. Silva e Ruth H. Silva (2005)	"Reação química, transformação em que novos materiais são formados". (p. 38)	"[...], em uma reação química, novos arranjos atômicos são produzidos pela separação e união de átomos". (p. 112)	"Representação gráfica de uma reação química". (p. 132)
Eduardo F. Mortimer; Andréa H. machado (2005)	"[...] Esse tipo de transformação, em que materiais não existentes inicialmente no sistema são produzidos, é chamado de reação química ou transformação química". (p. 139)	"A conservação da massa é uma forte evidência a favor da idéia de que nas reações químicas a matéria não é criada nem destruída apenas se transforma por meio do rearranjo dos átomos que a constituem". (p. 144)	"A representação das reações químicas". (p.145)
Wildson L. P. Santos; et al. (2005)	"Transformações químicas são processos em que há formação de novas substâncias". (p. 27)	"Interação entre constituintes de uma ou mais substâncias dando origem a nova(s) substância(s)". (p. 741)	"É a representação simbólica de uma reação química". (p. 71)

Entre os problemas identificados destacam-se: a forma de relacionar o conceito de reação química e o de fenômeno; as dificuldades de articulação entre os níveis fenomenológico, representacional e microscópico; a complexidade envolvida na diferenciação entre fenômenos físicos e químicos; e a não identificação de muitos fenômenos químicos como uma construção instrumental e teórica (LOPES, 1992; JUSTI, 1998; MORTIMER; MIRANDA, 1995; SCHNETZLER, ROSA, 1998 apud MENDES, 2011).

Mendes, (2011, p.69) afirma também que:

"... os livros didáticos poderiam desenvolver o tema, reação química, utilizando-se a História e Filosofia da Ciência, explorando assim as principais características do desenvolvimento da Ciência que são: o processo de construção das teorias científicas pelos cientistas, o papel da comunidade científica na aceitação ou rejeição destas teorias e o processo da troca de uma teoria por outra. Por exemplo, ao abordar as dificuldades na aceitação de uma nova teoria, tanto o professor quanto o estudante que utilizam o livro didático, podem verificar que este processo, às vezes, podem durar longos anos. Se a aceitação de uma nova teoria foi tão difícil para os próprios cientistas, maior atenção deveria ser dada a ela, principalmente por parte do professor ao planejar as suas estratégias de ensino" (Mendes, 2011, p.69).

Além disso, destaca-se a importância de assegurar a união dos objetivos aos conteúdos aliados às metodologias e avaliações que proporcionem melhores resultados de ensino e aprendizagem, respectivamente. Esta concepção pode ser observada nos documentos que norteiam a construção dos currículos, a exemplo dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) em que:

“o aprendizado de química pelos alunos do Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos (BRASIL, 1999, p. 240)”.

Portando, os problemas destacados somados ao fato dos docentes focarem mais no livro didático, que apresentam no geral, as mesmas definições e atividades experimentais que, além de utilizarem geralmente os mesmos exemplos, são feitos quase sempre com materiais restritos ao laboratório, fortalece ainda mais a ideia de que a Química é uma ciência exclusiva para laboratórios, aumentando o distanciamento do aluno para com a mesma, pois não consegue relacionar ela com seu dia a dia.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE DESENVOLVIDA

A Sequência de Aprendizagem de Transformações Química foi aplicada aos estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola estadual do município de Diadema. No final do segundo semestre de 2015, três (3) aulas de 90 minutos (cada aula) foi destinada a esta SAT.

O conteúdo foi selecionado em acordo com as diretrizes da apostila e conteúdos programados na grade curricular do estado de São Paulo. A sequência das atividades foram planejadas, em reuniões do PIBID, buscando informações em livros didáticos e internet. Uma vez que a escola, naquela semana, estaria desenvolvendo atividades com a temática África adaptamos a contextualização das reações químicas para esta temática.

1ª aula: Primeiramente, apresentamos a definição da transformação física e química e mencionando o papel rasgado e queimado exemplificamos as transformações. Em seguida, os estudantes foram incentivados a observar os sistemas I a V, descritos no quadro 2, e classificar a transformação como química ou física e justificar a escolha.

Quadro 2 – Sistemas a serem classificados pelos estudantes.

Sistemas	Estado inicial e final
I	Madeira / carvão
II	Açúcar e água/ Açúcar diluído em água
III	Palha de aço e água/ Palha de aço oxidada em água
IV	Vinagre e Bicarbonato/
V	Papel e óleo/ Papel com óleo

Ao término das atividades, em discussão oral, os alunos expressavam suas ideias sobre as transformações e citavam exemplos do seu cotidiano. Registrando esses dados em um questionário.

2ª aula: Exibimos os vídeos: Fenômenos físicos e químicos e Transformações Físicas e Químicas em que demonstram as transformações físicas; atração de metais por eletromagnetismo e mudança de estado físico da água, e as transformações químicas; combustão do álcool e oxidação da palha de aço. Na sequência apresentamos slides com diversas imagens exemplificando as transformações físicas e químicas (nível macroscópico), com equações químicas representando a

transformação do dióxido de carbono em glicose, resultante da fotossíntese (nível simbólico).

Ainda nessa aula, houve a discussão das causas naturais e antrópicas da chuva ácida. Conversamos sobre as chuvas ácidas causadas pelos gases emitidos pelos vulcões, como ocorre no continente Africano, e chuvas ácidas decorrentes de gases gerados pelas indústrias e queima de combustíveis.

Nos quinze minutos finais, os seis sistemas foram reapresentados aos estudantes, para que agora com a apropriação do conhecimento, em grupo, pudessem reavaliar as classificações

3ª aula: Apresentação da Lei de Proust (proporção das massas) e discussão sobre a frase de Lavoisier: “Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”. Para demonstração de reações químicas, demonstramos como encher uma bexiga pelo gás resultante da reação de bicarbonato de sódio com vinagre.

Aplicação do questionário final com o intuito de verificar o que foi assimilado pelos alunos.

Na primeira questão foi solicitado que diferenciasses os dois tipos de transformação exemplificando-as, na segunda que relacionasse algumas reações pelo tipo de causa (Antrópica ou Natural), na terceira que comentasse sobre a frase atribuída a Lavoisier “Na natureza nada se cria, nada se perde tudo se transforma” já na terceira, que baseado na lei de conservação (Lavoisier) e proporções (Prost) de massa fizessem o balanceamento da equação química da respiração.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As respostas dos estudantes revelaram que estes após uma breve aula dialogada relacionaram a distinção das transformações físicas e químicas com as propriedades dos materiais, havendo confusão com as definições. O quadro 3 apresenta como os estudantes classificaram os sistemas apresentados.

Quadro 3: Apresentação da análise do questionário de dez alunos .

Sistemas	Transformação química	Transformação Física
Madeira / carvão	4	6
Açúcar e água / Açúcar + água	4	6
Palha de aço e água / Palha de aço + água	9	1
Vinagre e bicarbonato	8	2
Papel e óleo / papel + óleo	4	6

Analisando as respostas da primeira questão:

No primeiro sistema, madeira/carvão os estudantes notaram a alteração do nível macroscópico, mas pela ausência de representações não compreenderam a mudança. Aqueles que classificaram como transformação física mostraram evidências que compreendiam que transformação fosse apenas à aparência da substância.

No segundo sistema, água e açúcar, houve conflito para classificar misturas, alteração de sabor e diluição como transformação física ou química.

No terceiro e quarto sistemas, palha de aço com água e vinagre com bicarbonato de sódio: embora nem todos classificarem como transformação química, todos citaram evidências de reações químicas, como “enferrujou” ou “ficou amarela e quebradiça” e “reação efervescente e borbulhante”.

No quinto sistema papel e óleo: houve algumas classificações erradas, mas as justificativas revelavam que havia a compreensão de que houve a absorção do material (óleo) e não reação química.

Na segunda questão em que solicitava a definição de transformação química, houve bastante confusão em qual critério usar; dois estudantes estabeleceram que a transformação química fosse baseada em alteração da aparência externa e interna enquanto quatro relacionou com a composição ou necessidade de ter um determinado elemento químico, e os demais não tiveram respostas coerentes.

Ao solicitar exemplos de reações químicas do cotidiano, todas as respostas remetiam a respiração. Como a fotossíntese foi um exemplo discutido em sala de aula, entendemos que não houve efetiva assimilação do conhecimento para ampliação e aplicação do saber em outros contextos.

Em suma, podemos concluir que as evidências que marcam as reações químicas, como liberação de gás e a alteração de cor, são facilmente perceptíveis para os estudantes e usadas como critérios para definir as reações químicas, no entanto, nem sempre as reações químicas apresentam estas evidências e, como há dificuldades de compreensão do que ocorre a nível microscópico, não conseguem compreender a transformação.

Ao final da SAT, nas questões finais, alguns estudantes ainda tinham respostas confusas e algumas classificações incoerentes com as justificativas. Alguns pareciam apenas ter embaralhado os nomes e as definições, mas alguns, preocupantemente, mostraram não compreender a existência e quais os critérios de classificação.

Na questão sobre Lavoisier as respostas foram superficiais e não apresentou balanceamento das equações químicas correto, o que sugere que, mesmo cursando o segundo ano do ensino médio, ainda não há compreensão da linguagem e códigos desta Ciência e seus usos na representação dos fenômenos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As conclusões possíveis desse trabalho configuram:

- As explicações dos alunos sobre transformação química se restringe ao nível macroscópico e muitos, ainda, não conseguem ampliar o conhecimento adquirido em sala de aula para outros exemplos.
- É fundamental que as abordagens das transformações químicas e físicas em sala de aula envolvam as três dimensões do conhecimento; macroscópico, microscópico e simbólico.
- O uso de diferentes estratégias de ensino como aula dialogada, apresentação de slides, exibição de vídeos, prática de experimento, embora promovam o interesse, não garantem a aprendizagem.

Assim sendo, entende-se que o professor além de dominar o conteúdo, e empregar diversas estratégias de ensino, deve sempre avaliar e refletir a aprendizagem.

LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS

FELTRE, R. **Química Geral**. São Paulo, 5ª edição, Ed. Moderna, v. 1, 2000.

BIANCHI, J. C. A.; ABRECHT C. H.; MAIA D. J. **Universo da Química**, São Paulo, Ed. FTD, 1ª ed., volume Único, 2005.

CANTO, E. L.; PERRUZO, F. M. **Química na abordagem do cotidiano**. 3ª ed. V. 1, Moderna, 2003.

FELTRE, R. **Fundamentos da Química**. São Paulo, 4ª edição, Moderna, vol. Único, 2005.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química para o ensino médio**. São Paulo, Scipione, vol. Único, 2002.

OLIMPIO, E. R. S; NOBREGA, S.; SILVA, R. H., **Química conceitos básicos**. Ed. Ática, v.1, 1ª edição, 2005.

SANTOS et al. **Química e Sociedade**. São Paulo, 1ª edição, Editora Nova Geração, vol. Único, 2005.

VÍDEOS UTILIZADOS EM SALA DE AULA

Transformações Físicas e Químicas disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=6Ris3W8kUSk>. Acesso 11 abr. 2016.

Fenômenos físicos e químicos disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=IX2Z5TeFK8>. Acesso 11 abr. 2016.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC; SEMTEC, 1999.

DOMINGOS, D. C. A.; RECENA, M. C. P. Elaboração de jogos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de química: a construção do conhecimento. **Revista Ciências & Cognição (UFRJ)**, Rio de Janeiro, v. 15, p. 272-281, 20 abr. 2010. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/viewFile/113/175>. Acesso 11 abr. 2016.

JUSTI, Rosária da S. A afinidade entre as substâncias pode explicar as reações químicas?

Revista Química Nova na Escola, n. 7, São Paulo, março 1998. Disponível em:

<http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=qne&cod=historiadaquimicaaafinid..> Acesso em: 06 abr. 2016.

LOPES, Alice C. R. Livros didáticos: Obstáculos ao aprendizado da ciência química. **Revista Química Nova**, v.15, n.3, p. 254-261, São Paulo, 1992. Disponível em:

http://www.quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/1992/vol5n3/v15_n3_%20%2816%29.pdf. Acesso em: 06 abr. 2016.

MENDES, Maricleide Pereira de Lima. O conceito de Reação Química no Ensino Médio:

História, transposição didática e ensino. **Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia**, Salvador, 2011. Disponível em:

https://twiki.ufba.br/PPGEFHC/DissertacoesPpgfhc/Maricleide_Pereira_de_Lima_Mendes_2011.pdf. Acesso em: 06 abr. 2016.

MORTIMER, Eduardo F.; MIRANDA, L. C. Transformações: concepções dos estudantes sobre reações químicas. **Química nova na escola, Seção O aluno em foco**, v. 2, p. 23-26, 1995. Disponível em: <http://www.qnesc.sbg.org.br/online/qnesc02/aluno.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2016.

QUADROS, Ana Luiza et al. O conteúdo químico desenvolvido nas aulas da Educação Básica: o que professores consideram barreira para a aprendizagem? Resumo. **XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)**. Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010. Disponível em: <http://www.xveneq2010.unb.br/resumo/R177-1.pdf> . Acesso em: 11 abr. 2016

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuição de pesquisas para o ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**, n. 1, p. 27-31, maio 1995. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/setembro2013/quimica_artigos/pesq_ens_quim_brasil_schnetzer.pdf. Acesso em: 06 abr. 2016.