

**ABORDAGEM TEMÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA:
SOLUBILIDADE E POLARIDADE DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS
ATRAVÉS DAS VITAMINAS**

Isabela Christo Gatti¹, Priscilla Lucia Cerqueira¹, Brenda Nunes da Silva¹, Márcia Maria Pinto Coelho², Andreia Francisco Afonso³ e Ivoni Freitas-Reis³

1. Licenciada em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF.
2. Universidade Federal de Juiz de Fora. Professora de Química da Escola Básica.
3. Professora Adjunta do Departamento de Química da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Resumo: Este trabalho apresenta uma intervenção didática desenvolvida por bolsistas de iniciação à docência do subprojeto Química, integrante do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência da Universidade Federal de Juiz de Fora. A intervenção foi feita em uma das escolas parceiras, a partir de uma abordagem temática, com o tema Vitaminas, escolhido por estar bastante presente no cotidiano dos estudantes do Ensino Médio, a fim de abordar os conteúdos Solubilidade e Polaridade de substâncias orgânicas. O presente estudo surgiu a partir da dificuldade que os alunos apresentavam para definir e explicar os conceitos. Assim, através de atividade experimental, modelagem molecular e apresentação de trabalhos, o tema foi trabalhado e relacionado ao conteúdo curricular. Vale ressaltar que durante as atividades, os discentes tiveram participação ativa e tornaram-se responsáveis pela construção de seu próprio aprendizado, o que permitiu que desenvolvessem de maneira intrínseca uma compreensão sobre a natureza da ciência. A partir da análise dos pré e pós-testes aplicados, pudemos perceber uma evolução no desempenho dos discentes. Percebemos ainda, que mesmo não utilizando os termos associados às interações intermoleculares (dipolo permanente, dipolo induzido e ligação de hidrogênio) estes foram capazes de explicar os fenômenos que tangem a solubilidade de substâncias orgânicas, mobilizando o conhecimento químico para situações além daquelas colocadas nas atividades propostas.

Palavras-chave: química, abordagem temática, vitaminas.

THEMATIC APPROACH IN CHEMISTRY TEACHING: SOLUBILITY AND POLARITY OF ORGANIC SUBSTANCES THROUGH VITAMINS

Abstract: This paper presents an educational intervention developed by initiation to teaching scholarship of Chemistry's subproject, member of the Institutional Program Initiation Grant to Teaching of Federal University of Juiz de Fora. From a thematic approach, the intervention was made in one of the partner schools, with the theme Vitamins, which was chosen because it's very present in the daily lives of high school students, in order to explain the concepts of solubility and polarity of organic substances. This study arose from the difficulty that the students had in defining and explaining these concepts. Thus, through experimental activity, molecular modeling and work presentation, the theme was worked and related to curriculum content. It is noteworthy that during the activities, the students actively participated and became responsible for the construction of their own learning, which allowed them to intrinsically develop an understanding about the nature of science. From the analysis of pre- and post-tests applied, we could observe an evolution in the performance of the students. In addition, we realize that even though the terms associated with the intermolecular interactions (permanent dipole, induced dipole and hydrogen bonding) were not used by them, they were able to explain the phenomena concerning the solubility of organic substances, mobilizing the chemical knowledge to situations other than those placed in the proposed activities.

Key words: chemistry, thematic approach, vitamins.

Introdução

Abordar através de temáticas os conteúdos presentes na matriz curricular, permite que o conhecimento transite pelos mais diversos campos da ciência, ofertando aos estudantes do Ensino Médio um aprendizado que os capacita a estabelecer relações expressivas com as demais áreas, assim como com o universo que os compreende. Os "temas, mais do que fontes desencadeadoras de conhecimentos específicos, devem ser vistos como instrumentos para uma primeira leitura integrada do mundo com as lentes da Química" (BRASIL, 2000, p. 34). Ainda de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs):

Tratados dessa forma, os conteúdos ganham flexibilidade e interatividade, deslocando-se do tratamento usual que procura esgotar um a um os diversos "tópicos" da Química, para o tratamento de uma situação-problema, em que os aspectos pertinentes do conhecimento químico, necessários para a compreensão e a tentativa de solução, são evidenciados. (BRASIL, 2000, p.34)

O projeto se apoiou em três eixos: a abordagem temática, que guiou o planejamento das atividades, o experimento e a modelagem molecular. Estes eixos conduziram nossas práticas e reflexões, desde a problematização do tema proposto até a relação com o conteúdo previsto no planejamento da supervisora. Seu desenvolvimento foi elaborado de modo que o estudante fosse o agente construtor do próprio conhecimento e nós, bolsistas de iniciação à docência, apenas os instrumentos de veiculação da informação, dando-lhes suporte teórico para estruturarem suas próprias ideias sobre o assunto abordado. Acreditamos que dessa forma existe maior possibilidade de se desenvolver a aprendizagem significativa. Sobre isso, entendemos que: "Aprendizagem significativa é o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz." (MOREIRA, 2011, p.26).

A realização do experimento foi pensada para despertar o aspecto investigativo nos discentes, levando-os a formular questionamentos sobre os fenômenos observados e sobre a natureza da ciência (ALLCHIN, 2013). A atividade prática vem há décadas traçando seu caminho dentro das salas de aula e laboratórios de inúmeras escolas no Brasil e no mundo e, durante todos esses anos, ela vem sendo proposta pelos professores com os mais diversos objetivos. Entendemos que a atividade prática não precisa ser, necessariamente, de bancada e concordamos com Hodson (1988) que o experimento está contido no âmbito da atividade prática - ou trabalho prático - e que esta pode assumir diversas formas na escola. Este autor coloca ainda uma questão central acerca do papel dos experimentos no currículo:

Qual é o papel dos experimentos como um método de ensino? Esta questão enfoca as maneiras através das quais os professores poderiam usar os experimentos para promover a aprendizagem de conceitos, para promover um entendimento mais profundo da natureza do próprio experimento (aprender sobre os experimentos fazendo experimentos!) e para dar às crianças uma prática no uso deles como parte de suas próprias investigações científicas. Ao lado dessas considerações, existem questões sobre modos alternativos, e

possivelmente mais apropriados, de aprender ciência, aprender sobre a ciência, e fazer ciência. (HODSON, 1988, p. 2)

Os experimentos, em sua maioria, constituem atividades macroscópicas nas quais se observam fenômenos a olho nu. Ultrapassando esse aspecto, é interessante para o professor que o experimento seja capaz de possibilitar a discussão do conteúdo em diferentes níveis de representação do conhecimento químico. O nível macroscópico é de grande importância para entender alguns conceitos, mas é necessário auxiliar os estudantes para que estes façam as transições entre os demais níveis de representação: o microscópico e o simbólico. Wartha e Rezende (2011) explicam o surgimento das propostas do modelo de relação entre esses níveis de representação:

Johnstone (1982) foi um dos primeiros pesquisadores a propor um modelo para explicar a relação entre os níveis de representação em seu artigo "Macro and micro-chemistry". Nesse modelo foi proposto um nível sensorial ou perceptivo (nível macroscópico), um nível molecular ou exploratório (nível submicroscópico) e um terceiro nível, o representacional (nível simbólico). [...] a macroquímica do tangível, do concreto, do mensurável; a submicroquímica do molecular, do atômico e cinético; e uma Química do representacional que corresponde aos símbolos, às equações e fórmulas químicas. (p.278)

Nesse sentido, colocamos o experimento como parte importante da intervenção, mas assumimos que as demais atividades têm ainda grande potencial para a aprendizagem de ciência.

Baseamo-nos na pesquisa de Gonçalves e Marques (2006) para orientar nosso posicionamento quanto ao experimento escolhido e para elaborar um que pudesse, ao mesmo tempo: ter caráter investigativo, ser financeiramente acessível, ser seguramente realizado pelos estudantes, ser visualmente claro quanto ao fenômeno que se observa, e que possibilite explorar o conteúdo em diferentes níveis. A associação desses elementos foi importante para que a atividade prática tivesse potencial de despertar o interesse nos discentes para o conteúdo.

O processo de estabelecer conexões entre os níveis é fundamental para o entendimento mais completo do fenômeno e, possivelmente, para uma aprendizagem significativa. A partir disso, passamos para a etapa da modelagem, que possibilita explorar o caminho entre os níveis submicroscópicos e do representacional.

Mesmo que, em escala, o nível molecular ainda esteja muito distante do modelo físico, a construção de modelos moleculares permite uma aproximação do submicroscópico, pois ajuda a fazer a transição entre essas escalas ao desenvolver a imaginação do aluno sobre aquilo que não é visível a olho nu. Entendemos como imprescindível que essa dimensão da Química seja desenvolvida ao longo da formação básica, pois é nesse aspecto que reside a essência desse ramo da Ciência.

Os modelos – virtuais, físicos ou quânticos – são, na verdade, meios que o ser humano encontra para se aproximar da realidade que a ele é extremamente abstrata. Como explica Soláz-Portolez (2012):

Uma das virtudes dos modelos é que ele pode ser descrito com o auxílio de esquemas, diagramas e, algumas vezes, com auxílio de material físico. Assim, permite-nos abordar sistemas inacessíveis para os órgãos dos sentidos, tais como elétrons ou galáxias. No entanto, notamos que embora esquemas, diagramas e materiais físicos possam ser úteis para compreender ideias difíceis ou gerar novas ideias, estes não substituem o objeto modelo ou o modelo conceitual. Isto é, eles não podem representar um sistema real de forma tão precisa e completa quanto se faz um conjunto de proposições de um modelo teórico e, além disso, não fazem parte das teorias.

¹ (p. 1308-3)

A partir dessa ideia, argumenta-se que a realização dessa atividade em aula ajuda o estudante a se apropriar dos modelos para descrever propriedades da matéria e os fenômenos que observa no mundo. Dessa forma, ele estará pensando, não só quimicamente, mas cientificamente, pois a ciência se apropria e cria modelos explicativos o tempo todo.

¹ Tradução das autoras.

A construção e o emprego de modelos são fundamentais no processo da pesquisa científica, fazendo parte do processo natural de aquisição do conhecimento pelo ser humano. Esse processo é inerente ao pensamento de todas as pessoas, cientistas ou leigos, mesmo que com graus de organização e complexidade diferentes. (FERREIRA; JUSTI, 2008, p. 32)

É importante perceber que adquirir a capacidade de pensar em termos dos modelos - entendendo que este não é uma perfeita representação da realidade - coloca o discente em posição de propor explicações para o fenômeno observado. Sendo assim, a utilização da modelagem cria espaços e momentos para que os estudantes desenvolvam seu pensamento químico sobre a realidade.

Estando vinculadas ao projeto PIBID, nos situamos em um contexto de buscas por novas perspectivas educacionais. As transformações na escola devem acompanhar as que acontecem na sociedade e no mundo, para que haja uma formação completa e atual. Como aponta Chassot (2003, p. 90), "hoje não se pode mais conceber propostas para um ensino de ciências sem incluir nos currículos componentes que estejam orientados na busca de aspectos sociais e pessoais dos estudantes". Um sistema educacional estático apresenta grande resistência às mudanças trazidas pelos avanços tecnológicos e das novas relações entre sociedade e ciência.

Desejando alcançar o equilíbrio entre a escola e estes avanços, a adoção de atividades diferenciadas no Ensino Médio não é apenas uma tendência buscada pelos professores, mas uma necessidade real das escolas, sejam elas públicas ou privadas. Torna-se necessário então repensar as abordagens dos conteúdos para encontrar - ou ainda desenvolver - as que possibilitem a contraposição ao excesso de informações desconexas e que, ao mesmo tempo, possam caminhar em direção a esse equilíbrio. Ainda com esse objetivo, busca-se também desenvolver para o Ensino de Química propostas que se opõem à prática docente centrada na memorização de conceitos e teorias, sendo localizado nesse cenário o surgimento da proposta metodológica discutida no presente artigo.

Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo apresentar uma intervenção didática feita por meio de abordagem temática, que teve sua origem nas observações das aulas da supervisora de uma escola parceira do subprojeto de Química do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Percebemos no discurso dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio, a dificuldade em definir o termo polaridade e em relacioná-lo às substâncias orgânicas, conteúdo esse de grande importância na Química, pois é mobilizado em vários outros assuntos, podendo a não compreensão do mesmo vir a comprometer o entendimento mais completo de vários outros fenômenos.

Metodologia

A intervenção didática descrita a seguir foi aplicada de maio a junho de 2015 em uma escola pública localizada na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais, parceira do subprojeto Química do PIBID da UFJF. As atividades foram desenvolvidas no turno da manhã nas três turmas de 3º ano do Ensino Médio, totalizando 90 estudantes. Durante o tempo em que a intervenção ocorreu, três bolsistas ficaram responsáveis por conduzir as aulas, sob constante supervisão da professora regente, cada uma assumindo a regência em uma das turmas. As atividades foram realizadas num total de seis encontros, todos presenciais e na própria escola, e constituíram de: aplicação de pré-teste, experimentação, aula teórica, modelagem molecular, apresentação de trabalhos feitos pelos estudantes e aplicação de pós-teste.

Desenvolvimento

Aplicação de pré-teste

Ao pensarmos este trabalho, tivemos a preocupação de conhecer as concepções prévias dos estudantes a respeito de interações intermoleculares e polaridade das substâncias orgânicas. Cardoso e Colinvaux (2000, p. 401) afirmam que essas concepções são “uma bagagem de conhecimentos prévios que influenciam no

ensino". O primeiro encontro foi então realizado em sala de aula onde foi aplicado o pré-teste, no qual constaram as seguintes questões:

Quadro 1. Perguntas do pré-teste que foram respondidas individualmente.

1. *O que você entende por interações intermoleculares? Dê exemplos.*
2. *Sr. José está pintando o muro de sua casa com uma tinta à base de óleo, sujou suas mãos. Como está na hora do almoço, ele precisa de suas mãos limpas. Mas o que seria mais eficiente para o Sr. José limpar suas mãos: água, álcool (etanol) ou thinner (mistura de cetonas e hidrocarbonetos)? Por quê?*
3. *Sabe-se que as vitaminas são classificadas em lipossolúveis e hidrossolúveis. Um desses grupos contém as vitaminas que podem ser eliminadas pelo sistema biológico através da urina, e o outro contém aquelas que podem ser armazenadas no tecido adiposo. Indique qual grupo se encaixa em cada situação, justificando suas escolhas.*

As respostas a essas perguntas guiaram o diálogo com os estudantes acerca dos conhecimentos químicos, ao longo de toda a intervenção.

Experimentação

No segundo encontro foi realizado o experimento sobre a solubilidade das vitaminas² C e E em três diferentes solventes: água (polar), etanol (com regiões polares e apolares) e hexano (apolar). Os solventes foram escolhidos por apresentarem polaridades diferentes, proporcionando uma visualização clara do fenômeno que acontece ou não com as vitaminas.

Esta atividade prática se deu no laboratório da escola, onde os alunos foram dispostos em grupos de cinco componentes. Depois de uma breve abordagem do tema para iniciar o diálogo, foi entregue o roteiro do experimento, no qual constam os materiais e o procedimento necessários para a realização da prática. Pretendíamos

² Obtidas na sua forma comercial: vitamina C em comprimido efervescente (Vitergyl C, ácido ascórbico 1g) e vitamina E extraída de cápsulas oleosas (Vitamin E, 400 IU). É importante ressaltar que os comprimidos de vitamina C foram previamente triturados e colocados em pequenos envelopes, que foram deixados juntos a um pacote de sílica gel a fim de evitar a notável hidratação da substância.

que estes tivessem uma participação ativa na discussão, possibilitando uma troca de ideias entre estudantes e bolsistas e também entre os próprios discentes. Houve o registro das observações no roteiro, sendo informado aos estudantes que este fosse guardado para posterior discussão. Ao final da aula, avisamos que no *Facebook* das turmas do 3º ano seria disponibilizado um texto – *Interações Intermoleculares*, elaborado pelas bolsistas –, cuja leitura deveria ser feita para um debate na próxima aula.

Aula teórica

A discussão das observações registradas no roteiro foi realizada em uma aula, em sala, utilizando o texto disponibilizado, que explica e exemplifica as interações dipolo-dipolo (permanente e induzido) e ligação de hidrogênio. Retomamos os conceitos abordados, a fim de reforçá-los e para tirar as dúvidas dos estudantes. Além disso, reforçamos a importância do consumo de vitaminas para uma vida saudável, explorando o conceito das interações intermoleculares numa aula dialógica. Usamos as representações das estruturas das vitaminas e dos solventes no quadro de giz para propiciar uma melhor visualização das regiões polares e apolares. A partir disso, os estudantes puderam começar a propor explicações para os fenômenos observados nos experimentos. Para complementar, abordamos no diálogo as perguntas do pré-teste, repensando e discutindo as respostas, agora com apoio nos conhecimentos teóricos.

Modelagem molecular

O quarto encontro também ocorreu no laboratório, para o qual foram destinadas duas aulas de 45 minutos, mas dessa vez para a realização da modelagem molecular de algumas vitaminas previamente selecionadas (A, E, B1, B3, B6, B8)³. A cada grupo foi entregue um kit contendo os materiais necessários para a realização

³ As vitaminas foram selecionadas de acordo com seu tamanho, buscando as que poderiam ser utilizadas para construir modelos com uma boa estabilidade física. Estruturas muito grandes poderiam dificultar a realização da atividade e não teriam maior contribuição para explorar os conceitos.

da atividade, juntamente com o roteiro. Os kits continham: bolinhas de isopor pintadas com tinta guache e palitos de dente, uma cartolina branca e fita dupla-face. As bolinhas e os palitos foram colocados em quantidades suficientes, previamente calculadas para cada vitamina. Por estas serem estruturas grandes, optamos por representar os grupos CH, CH₂ e CH₃ por uma única bolinha, sendo cada grupo de uma cor. Os demais átomos foram também representados pelas bolinhas, todos com cores diferentes. Adicionamos também uma caixa de lápis de cor, para que os alunos pudessem explorar suas habilidades artísticas durante o desenvolvimento do trabalho. Após a construção, o modelo foi fixado na cartolina com a fita adesiva, sendo adicionadas as seguintes informações: fórmula molecular, massa molar, funções orgânicas, regiões polares e apolares, e a previsão da solubilidade da vitamina em água, hexano ou etanol.

Escolhemos realizar essa atividade por tornar possível uma visão mais ampla da relação entre as estruturas das vitaminas e a solubilidade das mesmas. Vale destacar que antes de iniciar a construção dos modelos moleculares, explicamos as limitações dos mesmos quanto às suas dimensões, cores, rigidez e movimento. Os estudantes também foram chamados a refletir sobre a solubilidade das vitaminas em solventes diferentes daqueles trabalhados na experimentação (propanona, amônia e gasolina), porém, mobilizando os mesmos conceitos. Terminada a dinâmica da modelagem molecular, a turma recebeu instruções para fazer uma pesquisa bibliográfica sobre diferentes temas relacionados a vitaminas: hipovitaminose, hipervitaminose, vitaminas e ingestão de água, vitaminas e ingestão de gordura, e polivitamínicos. Essa pesquisa seria apresentada na próxima aula, devendo ser entregue neste mesmo dia uma redação sobre o tema designado ao grupo. Pensando que a avaliação dos trabalhos teria caráter subjetivo, colocamos a redação como item de avaliação objetiva, compondo com as demais atividades as avaliações do bimestre.

É importante ressaltar que cada grupo fez a modelagem molecular de uma vitamina diferente. Fizemos essa escolha no intuito de abrir espaços para discutir as similaridades e diferenças entre as estruturas químicas e como essas influenciam na solubilidade das substâncias orgânicas, pois isso permite criar condições de estabelecer conexões entre os três níveis do conhecimento químico.

Apresentação de trabalhos

No quinto encontro, os estudantes foram levados à sala de vídeo, onde apresentaram as pesquisas realizadas por eles e entregaram um trabalho escrito sobre o tema. Ao fim de cada apresentação, foram sanadas as dúvidas, havendo uma breve discussão sobre pontos relevantes do tema abordado.

Aplicação de pós-teste

Para finalizar a intervenção, no último encontro, foi aplicado um pós-teste (Quadro 1), com apenas uma questão capaz de abordar os conceitos trabalhados ao longo de todas as atividades. Buscamos um contexto que pudesse mobilizar os conceitos de interações intermoleculares, polaridade e solubilidade de substâncias orgânicas.

Além de aplicar o pós-teste, encerramos as atividades com uma conversa informal com os estudantes sobre os aspectos que consideramos positivos e o que precisava ser melhorado nas aulas. Neste momento, eles puderam opinar sobre as atividades desenvolvidas, com intuito de que eles também pudessem utilizar de sua voz para assumir o papel de construtores de seu processo de formação escolar.

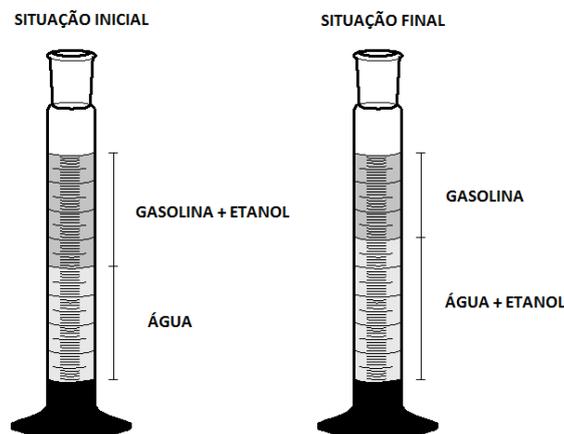
Quadro 2. Pergunta do pós-teste respondida individualmente.

Em março de 2015 foi aprovado o aumento da porcentagem de etanol na gasolina para 27% e nos postos de abastecimento convencionais é possível pedir que seja realizado um teste - que por lei pode ser solicitado a qualquer momento e por qualquer consumidor - para verificar se essa porcentagem está correta no combustível que está sendo comprado. Esse teste é realizado da seguinte forma:

- I) Adicionam-se volumes iguais de gasolina e água a uma proveta.*
- II) Tampa-se a proveta e agita-se a mistura, invertendo a proveta algumas vezes.*
- III) Deixa-se a proveta em repouso até que as fases se separem.*

O resultado final é que o volume da fase aquosa depois da agitação é maior do que o

volume de água adicionado à proveta no início, o que indica que a água extrai o etanol da gasolina. Essa diferença de volume observada é usada então para calcular a porcentagem de álcool na gasolina e, com esse valor, verifica-se se a gasolina tem etanol a mais, a menos, ou se está dentro dos padrões.



Representação esquemática da realização do teste.

Se o consumidor pergunta ao funcionário que realiza o teste: “Porque o etanol antes ficava misturado com a gasolina, mas na presença da água ele sai da gasolina e se mistura com a água?”.

Qual seria a resposta correta a ser dada pelo funcionário do posto?

Resultados e Discussão

A participação dos estudantes ao longo da intervenção foi muito satisfatória. A maioria se envolveu ativamente nas atividades propostas, fazendo perguntas sobre o conteúdo, realizando o experimento e a modelagem molecular com grande empenho, demonstrando visíveis esforços para entender o conteúdo abordado. A abordagem temática se mostrou como um bom meio de motivar a busca pelo saber, uma vez que situa o conhecimento químico na realidade. No entanto, somente motivar está longe de ser suficiente para a aprendizagem e concordamos com Santos e cols. (2004) que:

A abordagem temática não tem um caráter meramente de enriquecimento cultural, como é tratada em muitos livros: apenas de maneira complementar, em quadros ilustrativos ou em textos ao final dos capítulos. Entendemos que aspectos sociocientíficos são

elementos constitutivos do currículo e devem ser tratados concomitantemente com o conteúdo específico de Química, de maneira dinamicamente articulada. (p. 13)

Dessa forma, a inserção da experimentação e da modelagem molecular foram imprescindíveis para explorar de forma mais completa o tema escolhido, para assim, poderem partir de suas vivências para compreenderem os processos químicos relacionados ao tema (SANTOS et al., 2004).

O fenômeno no experimento foi facilmente observado, pois a solubilização (ou não) se deu de forma visível para ambas as vitaminas em todos os três solventes (Figura 1).

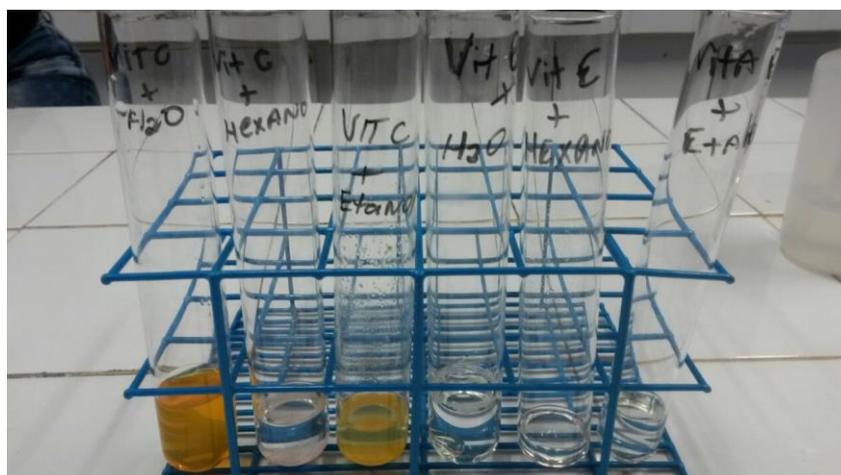


Figura 1. Experimento sobre solubilidade das vitaminas C e E em três diferentes solventes (água, hexano e etanol).

Este aspecto do experimento proporcionou um bom início para problematizar o fenômeno, uma vez que os estudantes não tiveram dificuldade em se lembrar do que ocorreu e não houve divergência de resultados entre os grupos. Entendemos que é "no diálogo da realidade observada, na problematização e na reflexão crítica de professores e estudantes que se faz o conhecimento" (FRANCISCO JÚNIOR, 2008, p. 20) e foi esse o caminho buscado na discussão do experimento.

A modelagem molecular por sua vez cativou bastante os alunos e se firmou como uma excelente atividade para auxiliar na compreensão de que para explicar um fenômeno sob o olhar da Química é necessário "pensar nos modelos, visualizar seu

funcionamento em suas mentes e usá-los como ferramentas (como os cientistas fazem), indo além da simples declaração do conhecimento" (FERREIRA e JUSTI, 2008, p. 33). Um dos trabalhos dos alunos é mostrado na Figura 2, sendo possível ver que mesmo se tratando de uma estrutura molecular relativamente grande, foi possível conseguir uma boa estabilidade física para ser fixada na cartolina.

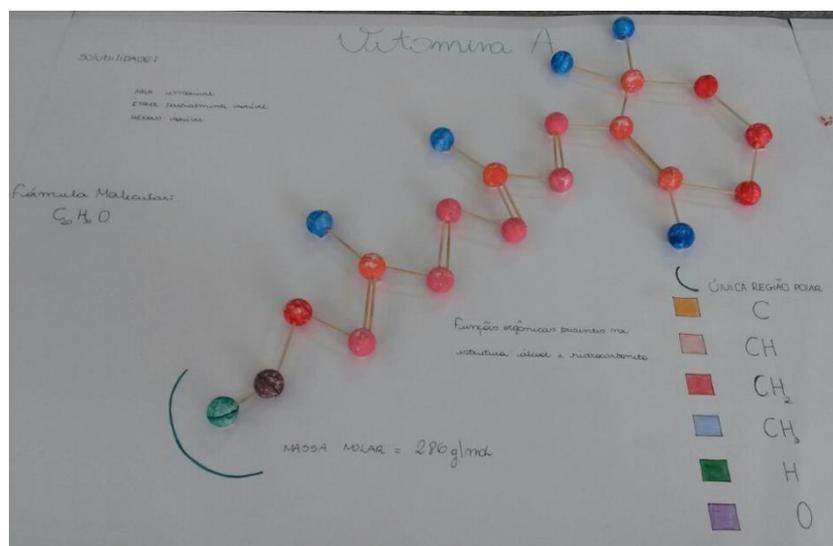


Figura 2. Modelo da vitamina A fixado em cartolina.

Esta prática ainda nos permitiu desenvolver em sala de aula, a noção de que os modelos moleculares representam as espécies químicas, tornando-as palpáveis e visíveis, sendo portanto, criações humanas, imaginadas e desenvolvidas para explicar fenômenos (MELO e NETO, 2013). Foi interessante perceber como essa proposta foi muito bem aceita pelos estudantes, uma vez que usaram de suas habilidades manuais e artísticas para estudar química.

A discussão sobre as limitações dos modelos foi importante no momento em que foram utilizados na elaboração de explicações para os fenômenos macroscópicos e na suposição do que aconteceria ao se misturar determinada vitamina em um dado solvente, pois "pela dificuldade que os alunos têm em migrar do macroscópico para o imaginado, eles podem estabelecer relações analógicas incorretas quando os limites de cada analogia não ficam bem definidos." (MELO e NETO, 2013, p. 115).

As apresentações das pesquisas realizadas por eles abarcaram vários assuntos e, por isso, contribuíram muito na discussão do tema. Apesar dos estudantes terem

trazido várias ideias do cotidiano para a sala de aula em todas as atividades, isso ocorreu de forma mais intensa durante as apresentações, enriquecendo muito o debate. Foi construtivo assumir o que propõem Schnetzler e Aragão (1995), ao dizerem que “o professor precisa ser também um ouvinte e saber respeitar e valorizar as ideias de seus alunos. As aulas, então, precisam ser lugares de promoção de debates, discussões, especulações, não de transmissões de certezas.” (p. 30). Assim, vemos um grande potencial dialógico na promoção de debates, pois como apontam Santos e cols. (2004):

A elaboração de uma proposta que busca articular conteúdo e discussão de aspectos sociocientíficos tem permitido que professores promovam debates em sala de aula, nos quais os alunos trazem suas experiências cotidianas, possibilitando uma compreensão crítica de seu meio social e uma discussão de valores e de atitudes frente ao desenvolvimento científico e tecnológico. (p. 14)

Quanto ao modo de apresentação das pesquisas bibliográficas, incentivamos o uso da criatividade, proporcionando liberdade de escolha quanto ao meio de exibição do trabalho. Por isso, as apresentações variaram entre: slides, leitura das produções, elaboração de vídeo explicativo, uso de cartazes nos formatos dos órgãos do corpo humano e de alimentos, e até um vídeo de um teatro de fantoche de meias. Tudo feito pelos próprios alunos. É importante registrar a resposta positiva dos estudantes quando criamos espaço para a criatividade na sala de aula. Esse momento da intervenção foi muito construtivo e percebemos harmonia nas discussões. As redações que foram entregues vieram complementar a atividade, funcionando como um instrumento avaliativo objetivo. Entendemos que quanto mais frequente for o estímulo à criatividade, melhor os discentes saberão explorá-la e, nós docentes, poderemos encontrar mais caminhos que divergem das “práticas pedagógicas inibidoras à criatividade frequentes em escolas brasileiras, como ensino voltado para o passado, enfatizando-se a reprodução e memorização do conhecimento”. (ALENCAR, 2007, p. 46)

Sobre o pré-teste e o pós-teste, decidimos fazê-los significativamente diferentes. Escolhemos esse meio para avaliar a aprendizagem dos alunos porque não foi

objetivo deste trabalho, a memorização de respostas para determinadas perguntas, já que isto quase sempre mostra não constituir uma aprendizagem significativa e ainda possibilita:

Uma troca de saberes entre os sujeitos envolvidos no ato educativo, necessariamente comunicativo, pelo qual se constrói um conhecimento novo. Um conhecimento fundado em um amálgama daqueles saberes “científicos e poderosos” com os saberes populares, os quais, por sua vez, necessitam ser respeitados e problematizados conjuntamente ao conhecimento científico, de modo que os estudantes percebam as limitações de um e outro e consigam superá-los, alcançando, assim, um estágio superior em termos de aprendizagem. (FRANCISCO JÚNIOR, 2008, p. 20)

Sendo assim, no pré-teste colocamos três questões com diferentes abordagens; uma conceitual, uma contextualizada e uma com enfoque interdisciplinar, e para o pós-teste elaboramos uma única questão, mais complexa, que pudesse juntar estes três itens para que os estudantes tivessem que mobilizar os mesmos conceitos que no pré-teste. Isso nos ajudou a verificar a aprendizagem de forma mais precisa e coerente com nossa abordagem, pois foi possível perceber nas respostas se o aluno fez o movimento de estabelecer relações entre os conceitos que estava aprendendo e aquilo que já sabia, favorecendo a mobilização de um dado conhecimento para outros contextos e situações. (FERREIRA e JUSTI, 2008)

Avaliamos então as respostas dos pré e pós-testes⁴ em três níveis de compreensão: insatisfatório, razoável e satisfatório, de maneira a identificar se houve apropriação do conhecimento químico acerca do tema trabalhado. Classificamos como insatisfatórias, as respostas que usam os conceitos de forma inadequada; como razoável, as que abrangem de forma parcial os conceitos corretos; e como satisfatórias, as que usam os conceitos adequados com a interpretação correta. Para nos nortear criamos um gabarito de referência e a avaliação mostrou que apenas 9% dos estudantes não responderam à primeira questão do pré-teste enquanto no pós-teste, nenhum aluno deixou de responder.

⁴ Os 15 estudantes que participaram da aplicação de apenas um dos testes não foram incluídos na análise de dados.

Ao analisar quantitativamente os dados, contabilizamos o número de respostas em cada nível. O Gráfico 1 mostra a quantidade total de respostas em cada nível, do pré-teste e também do pós-teste, para os 75 estudantes que responderam a ambos os questionários:

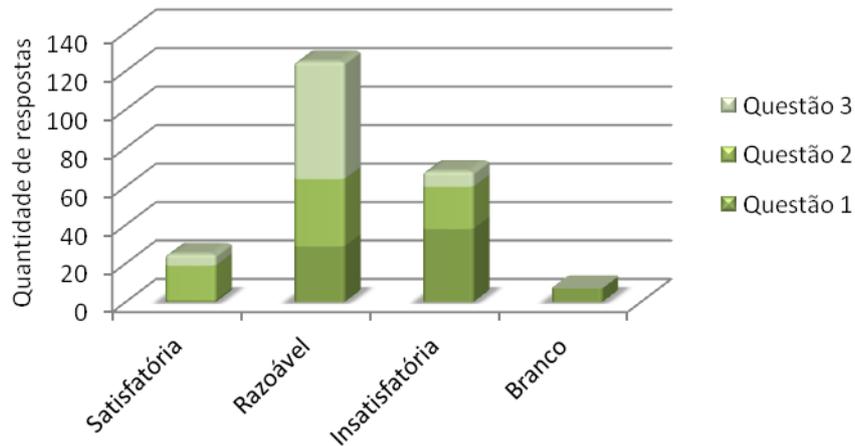


Gráfico 1. Quantidade de respostas em cada nível (pré-teste).

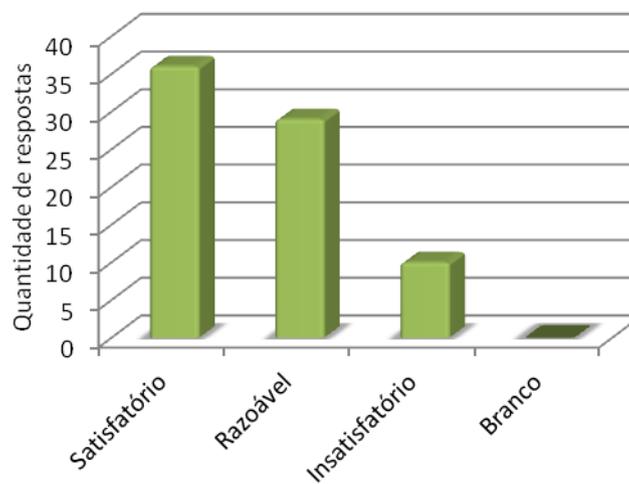


Gráfico 2. Quantidade de respostas em cada nível (pós-teste).

Analisando os gráficos acima (1 e 2) podemos observar, nas três turmas, um aumento significativo das respostas satisfatórias: 11% nos pré-testes e 48% nos pós-testes. Em contrapartida as respostas insatisfatórias diminuíram de 30% para 13%. As

avaliações das respostas podem ser visualizadas de forma mais detalhada na Tabela 1.

Tabela 1. Porcentagem de respostas em cada nível de ambos os testes.

	Satisfatória	Razoável	Insatisfatória	Branco
Pré-teste (Q1+Q2+Q3)	11%	56%	30%	3%
Pós-teste (Q1)	48%	39%	13%	0%

Mesmo trabalhando com vitaminas ao longo de toda a intervenção, muitos foram capazes de utilizar os conceitos de polaridade das substâncias orgânicas para explicar o que acontece na extração do etanol da gasolina. O aumento das respostas satisfatórias e a redução das insatisfatórias nos mostra que houve evolução no aprendizado do conteúdo. De acordo com Schnetzler e Aragão (1995), um dos aspectos mais importantes do processo de ensino e aprendizagem é a evolução conceitual dos alunos, levando em conta suas concepções prévias acerca de conceitos fundamentais da química. Então, para ter maior dimensão do aprendizado individual, decidimos avaliar esse avanço de forma qualitativa, verificando se cada aluno obteve melhor desempenho ou não na explicação dos conceitos. Esta análise foi feita a partir dos pré e pós-testes e está expressa no Gráfico 3:

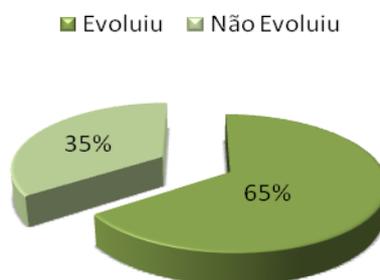


Gráfico 3. Porcentagem da evolução conceitual individual dos alunos em seus conceitos.

A evolução de 65% dos alunos em seus conceitos pode se ancorar no conjunto de práticas propostas, trabalhadas de forma conectada e divergente da prática docente de memorização. Percebemos que as atividades foram capazes de estimular a participação nas aulas e permitiram que cada discente se expressasse de várias formas, fortalecendo as relações interpessoais na sala de aula. Essa intervenção nos permitiu assumir o papel de lançar desafios e propiciar o desenvolvimento das ideias, tornando-a o centro do processo avaliativo do aluno. (SCHNETZLER e ARAGÃO, 1995)

Curiosamente, 95% dos 75 estudantes não usaram os termos dipolo-dipolo, permanente ou induzido, e ligação de hidrogênio para formular suas explicações para a extração do álcool da gasolina utilizando água (pós-teste). Os outros 5% que fizeram uso destes termos não necessariamente deram resposta satisfatória a essa pergunta.

Além dos testes aplicados, usamos como item avaliativo as redações produzidas referentes ao trabalho proposto. Foi pedido que a partir das pesquisas fosse entregue uma redação sobre o tema, e apesar da criatividade empenhada nas apresentações, de 18 produções textuais que recebemos, apenas duas foram feitas na forma de redação. Todas as outras foram pesquisas, com o assunto colocado em tópicos. Em conversa com as três turmas sobre isso, todas colocaram que sempre fazem pesquisa dessa forma e que nunca produziram redação nas aulas de ciências exatas e naturais. Wenzel e Maldaner (2014, p. 314) afirmam que “escrever um texto fazendo uso coerente das palavras e dos significados químicos historicamente estabelecidos requer um nível cognitivo que supera a simples memorização e que reporta para diferentes níveis de significação conceitual”.

Considerações finais

Certamente, grande parte da evolução observada é devida à motivação dos alunos em aprender com práticas inovadoras. Por ser um assunto atual, veiculado em vários meios de informação e estar presente nos diversos ambientes de atividade

física, utilizar a abordagem do conteúdo com o tema *Vitaminas hidrossolúveis e lipossolúveis* permitiu estabelecer uma boa relação entre realidade e ciência, levando a um maior interesse sobre o consumo das vitaminas e criando boas condições de aprendizagem acerca dessas substâncias sob o olhar da Química. Nem sempre é fácil realizar esse movimento, pois:

Aprender ciências é adentrar uma cultura diferente que requer experiências diferentes, métodos diferentes e formas de expressão características. Nesse contexto, a experimentação é uma forma de contato com essa nova cultura e, por essa razão, imprescindível em qualquer aula de ciências. (FRANCISCO JÚNIOR, 2008, p. 23)

A clareza do fenômeno observado no experimento nos ajudou a explorar os três níveis do conhecimento químico no que tange a solubilidade de substâncias orgânicas, pois nos momentos de discussão, os alunos tiveram que se lembrar de suas observações macroscópicas para propor explicações submicroscópicas, para isso utilizando o nível simbólico. A modelagem molecular veio complementar a interpretação do experimento a partir da teoria, uma vez que construindo o modelo, os alunos conseguiram expressar fisicamente a realidade microscópica que lhes é abstrata. Concluímos, então, que a experimentação e a modelagem molecular foram cruciais nesta intervenção para auxiliar a transição entre os níveis, e possibilitou também identificar as ideias prévias ao conhecimento químico.

Como mostram os resultados, a metodologia adotada para a intervenção permitiu uma melhora na elaboração do saber químico. No entanto, percebemos que muitos alunos conseguiram fornecer uma explicação correta para o fenômeno do pós-teste sem a utilização dos termos químicos dipolo-dipolo, permanente ou induzido, e ligação de hidrogênio. Entendemos então que a fixação dos termos não ocorreu, mas isso não necessariamente implica ausência de entendimento de seus significados. Essa vivência docente nos mostrou que, ainda que os termos químicos tenham grande importância dentro da Educação Química, somente se apropriar dos mesmos não implica um entendimento químico do mundo, como já confirmado por muitos autores e colocado pelos PCNs:

Deve-se considerar que a Química utiliza uma linguagem própria para a representação do real e as transformações químicas, através de símbolos, fórmulas, convenções e códigos. Assim, é necessário que o aluno desenvolva competências adequadas para reconhecer e saber utilizar tal linguagem, sendo capaz de entender e empregar, a partir das informações, a representação simbólica das transformações químicas. A memorização indiscriminada de símbolos, fórmulas e nomes de substâncias não contribui para o desenvolvimento de competências e habilidades desejáveis no Ensino Médio. (BRASIL, 2000, p. 34)

Ao utilizar a abordagem aqui relatada é interessante, então, pontuar com os discentes a importância de se saber os termos para se expressar quimicamente, pois este trabalho nos mostrou que o aluno dá maior dimensão àquilo que o professor destaca em suas aulas. Essa reflexão nos direciona na busca por um caminho intermediário entre o extremo rigor da memorização de termos e a liberdade de não os usar, pois essa também pode ser prejudicial.

Os resultados corroboram para afirmarmos que grande parte dos alunos conseguiu mobilizar o conteúdo trabalhado em diferentes contextos, que era o objetivo principal da intervenção. Sendo passível de ajustes e aperfeiçoamento, a metodologia desenvolvida nas turmas é interessante de ser usada como inspiração em outras realidades escolares.

Referências

ALENCAR, E. M. L. S. Criatividade no contexto educacional: três décadas de pesquisa. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 23, n. especial, p.045-049, 2007.

ALLCHIN, D. **Teaching the Nature of Science: perspectives e Resources**. SHiPS Education Press. Saint Paul, USA, 2013.

BRASIL, 2000. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. **Química Nova**. v. 23, n. 3, p.401-404, 2000.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para inclusão social. In: **Revista Brasileira de Educação**. n. 22, p.89-100, 2003.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 32-36, 2008.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.11, n. 2, p.219-238, 2006.

HODSON, D. Experimentos em ciências e ensino de ciências. **Educational Philosophy and Theory**. v.20, 1988, p. 53-66, 1988.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E. Uma abordagem problematizadora para o ensino de interações intermoleculares e conceitos afins. **Química Nova na Escola**. n. 29, p. 20-23, 2008.

MELO, M. R.; NETO, E. G. L. Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em química. **Química Nova na Escola**. v. 35, n. 2, p. 112-122, 2013.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. *Aprendizagem Significativa em Revista*. v.1, n. 3, p.25-46, 2011.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; SILVA, R.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; MATSUNAGA, R. T.; FARIAS, S. B.; SANTOS, S. M. O.; DIB, S. M. F. Química e sociedade: uma experiência de abordagem temática para o desenvolvimento de atitudes e valores. **Química Nova na Escola**. n. 20, p. 11-14, 2004.

SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R.M. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de Química. **Química Nova na Escola**. n.1, p.27-31, 1995.

SOLÁZ-PORTOLÉS, J. J. Sobre cómo el conocimiento científico intenta aproximarse a la realidad. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.34, n.1, p.1308-1 – 1308-5, 2012.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.16, n. 2, p.275-290, 2011.

WENZEL, J. S.; MALDANER, O. A. A prática da escrita e de reescrita em aulas de Química como potencializadora do aprender Química. **Química Nova na Escola**, v.36, n.4, p.314-320, 2014.