

Forças Intermoleculares: Desenvolvimento e Avaliação de uma Oficina

Ana Clara Jesus Abe Santos¹, Davi Cotrim², Evelyn Jeniffer de Lima Toledo³

¹ Universidade de Brasília/Instituto de Química, anaclcarajesusantos@gmail.com

² Universidade de Brasília/Instituto de Química, davi.iq.pf@gmail.com

³ Universidade de Brasília/Instituto de Química, jeniffer.toledo@gmail.com

INTRODUÇÃO

Os avanços científicos e tecnológicos vêm exigindo a aquisição de conhecimentos cada vez mais especializados. De acordo com Vieira (2006), os problemas do nosso século demandam maneiras cada vez mais complexas e ferramentas adequadas para serem resolvidos. Santos e Schnetzler (1996) argumentam que no ensino de ciência, especificamente a Química, busca-se formar cidadãos mais qualificados e capazes de tomar decisões diante das adversidades.

O Ensino de Química engloba diversos desafios, assim concordamos com Marques *et al.* (2023) ao dizer que:

As dificuldades em aprender Química, e as Ciências em geral, são visíveis nos estudantes do Ensino Médio, isso porque os conceitos científicos são afastados da realidade em que vivem devido a abordagens tradicionais e teóricas, que acabam desmotivando os alunos, assim, seu aprendizado se torna desnecessário na visão desses sujeitos (RODRIGUES *et al.*, 2018 *apud* Marques *et al.*, 2023, p.1).

Outro obstáculo são as barreiras impostas pela linguagem. Segundo Vygotsky (2001), o significado de uma palavra é encarnado pela fala e se completa em conjunto com o pensamento. Ainda de acordo com ele, os significados são construídos a partir das relações sociais e transformações do próprio indivíduo. Entretanto, os perigos da linguagem se estabelecem na sua própria formação e internalização, emergindo as chamadas Concepções Alternativas (CA). Leão e Kalhil (2015) definem CA como conhecimentos acerca dos fenômenos naturais estabelecidos pelos alunos e que estão em desacordo com os conceitos científicos, teorias e leis que descrevem o mundo em que vivem. Ainda de acordo com as autoras:

É perceptível a necessidade do professor em mapear estratégias a fim de minimizar essas dificuldades e utilizá-las no ensino de ciências identificando as concepções alternativas e planejando atividades de aprendizagem para estabelecer relações significativas entre o conhecimento científico e as concepções dos alunos (Leão; Kalhil, 2015, p.3).

Entre as diversas concepções alternativas relatadas na literatura, podemos chamar atenção as relacionadas ao ensino de Forças Intermoleculares (FI), como as citadas por Gomes, Fortes e Selvero (2017) (Quadro 1).

Quadro 1: Concepções Alternativas acerca das Forças Intermoleculares

Não há diferenças significativas entre as FI e as ligações químicas
As FI são mais fortes que as ligações intramoleculares
Existe ligação hidrogênio em todas as moléculas que possuem hidrogênio e a força dessa interação é medida pela quantidade de hidrogênios que a molécula possui, por exemplo, as interações entre as moléculas do CH_4 são mais intensas do que as do NH_3
No processo de ebulição, as moléculas de água são quebradas e as bolhas observadas são efeitos dos átomos de oxigênio e hidrogênio

Fonte: Elaborado a partir Gomes, Fortes e Selvero (2017)

Portanto, é necessário que no ensino de FI essas sejam diferenciadas das forças intramoleculares, por exemplo, discutindo que na quebra das forças intramoleculares há a formação de novas substâncias, diferentemente das FI que afetam as propriedades físicas da substância, como pontos de fusão e ebulição, entalpia de vaporização, entre outros. Além da apresentação de conceitos chaves como carga elétrica, força eletrostática e polaridade (Gomes; Fortes; Selvero 2007).

Entre as possibilidades de superação das concepções alternativas, a abordagem investigativa situa-se como uma estratégia essencial, pois desloca o foco da mera manipulação para a construção crítica do conhecimento, e assim, pode auxiliar os estudantes a aprenderem melhor por experiências diretas (Borges, 2002).

Para Borges (2002), o ensino por investigação ocorre por três etapas principais, 1. Problemática; 2. Procedimento; 3. Conclusão. Em que é estabelecido o grau de liberdade (GL) da investigação. O GL estabelece a quantidade de informações fornecida pelo professor. Sendo dividido em quatro níveis, ilustrado na Figura 1. A escolha do nível é feita, preferencialmente, de acordo com o público-alvo. Ao escolher esta estratégia, sugere-se diversas abordagens práticas como: modelamento e representação, simulações em computador, desenhos, pinturas, colagens ou atividades de encenação e teatro. De acordo com Hodson (1988), a prática decidida pelo professor deve visar objetivos que desenvolvam habilidades importantes como observação, levantamento de hipóteses, coletar dados, entre outros.

Figura 1 – níveis de investigação no Laboratório de ciências

Nível de Investigação	Problemas	Procedimentos	Conclusões
Nível 0	Dados	Dados	Dados
Nível 1	Dados	Dados	Em aberto
Nível 2	Dados	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Fonte: Borges (2002)

Diante do exposto, no presente texto, visando a superação de concepções alternativas, apresentamos um relato de experiência em que discutimos os conteúdos de FI a partir de uma atividade investigativa.

METODOLOGIA

A oficina, denominada “Cheiros e Soluções: desvendando a química do dia a dia”, foi desenvolvida no âmbito de uma atividade de extensão realizada no Distrito Federal, tendo um único encontro com três horas de duração. Em relação ao Grau de Liberdade, de acordo com Borges (2002), ela é de nível 1. Para iniciá-la a partir de uma problematização foram utilizadas duas perguntas motivadoras: “Por que o cheiro do café atravessa a casa?” e “Por que a gordura só sai da panela com detergente, e não só com água?”.

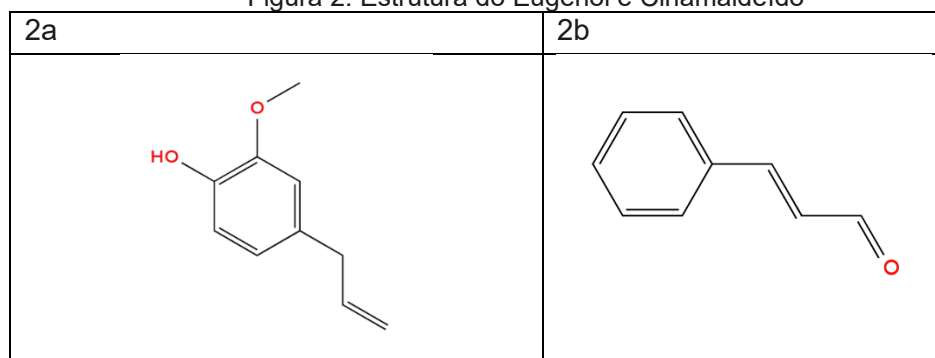
No primeiro momento, solicitamos que aos participantes que respondessem as questões pelo formulário *on-line* criado com o Google Formulários, para isso, foi exibido um *QR CODE*. Esse questionário teve a finalidade de coletar o perfil e os conhecimentos prévios de modo diagnóstico, além de estimular a elaboração de hipóteses para responderem ao problema.

Em seguida, de forma expositiva e dialogada, foram apresentados alguns conceitos fundamentais para a compreensão de polaridades, sendo eles: vetores e eletronegatividade, tendo em vista a importância desses conceitos na discussão sobre FI.

Para o prosseguimento, foram exibidas substâncias responsáveis pelo odor de alguns alimentos. O eugenol (figura 2a), do cravo, o cinamaldeído (Figura 2b), da canela. Iniciamos uma atividade prática que consistia na construção do modelo molecular de cada uma dessas substâncias com a utilização de jujubas. O objetivo era que eles montassem e pudessem identificar as partes das moléculas que fossem

polares e partes apolares. Uma vez identificadas as polaridades delas, iniciamos a explicação de interações intermoleculares, suas classificações e influência na miscibilidade entre substâncias.

Figura 2. Estrutura do Eugenol e Cinamaldeído



Fonte: Autores, 2025

Uma vez fundamentados estes conceitos, propomos a atividade experimental de extração das substâncias dos alimentos previamente expostos a eles, para isso foi entregue um *kit* com os materiais necessários e os procedimentos a serem seguidos, acompanhado de um roteiro. Cada *kit* continha: 2 béqueres de vidro de 250 mL; funil de plástico; papel filtro; pistilo; almofariz; 1 pau de canela; 10 folhas de hortelã; 5 cravos-da-índia; água destilada; e álcool etílico 95%.

O experimento consistia na extração dessas substâncias com a utilização de dois solventes diferentes, a água e o álcool. Objetivando a observação das diferenças macroscópicas. No roteiro continha um quadro para que eles pudessem anotar as observações e duas perguntas a serem respondidas no final da prática. As perguntas pós-experimento eram: 1. *Explique, em nível submicroscópico, como ocorre a extração das substâncias presente nestes alimentos por meio da utilização dos solventes água e álcool.*; 2. *Explique, em nível submicroscópico, as diferenças observadas na extração de essência quando se utiliza a água e o etanol como solventes.* Relacione as propriedades químicas das substâncias envolvidas.

Diante do exposto, entregamos um segundo formulário *on-line* com oito questões a fim de verificar se os educandos seriam capazes de aplicar o que aprenderam. Sendo três questões discursivas e cinco objetivas.

A finalização da oficina se deu pela discussão do experimento e a conclusão alcançada por eles. Além disso, as perguntas motivadoras foram retomadas e, finalmente, respondidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram inscritos 23 alunos para participarem da oficina, entretanto compareceram somente 13, com idades entre 20 e 26 anos. Sendo aproximadamente 92% universitários e os outros 88% do Ensino Médio. Entre os universitários, aproximadamente 67% eram do curso de Química, os demais de cursos de pedagogia, educação física e letras. Para este trabalho foi analisada as respostas dos alunos referentes às perguntas pós-experimento. Elas foram lidas, agrupadas em três categorias e quantificadas. As categorias emergida foram: 1. incoerente (IN); 2. Coerente (CN); e 3. Fenomenológico/Descritivo (FD).

As respostas arranjadas na categoria IN são aquelas que usam termos químicos (e.g., polar, apolar, interações intermoleculares) que não explicam o fenômeno observado, ou que demonstram uma compreensão fundamentalmente errada dos conceitos (e.g., erro na polaridade de substâncias, uso incorreto de termos). As respostas classificadas como CN são aquelas que utilizam o princípio de que substâncias com polaridades semelhantes tendem a se dissolverem, e demonstram uma compreensão quimicamente coerente sobre a polaridade da água (polar) e do álcool/etanol (anfifílico), mesmo que a explicação seja concisa. E, por fim, aquelas organizadas em FD se limitam a descrever as observações (e.g., cor, cheiro, extração é fraca/melhor) sem apresentar um mecanismo químico ou que utilizam termos muito vagos, não chegando a uma explicação química (correta ou incorreta).

Para representar as respostas dos estudantes, foi criado um código, a fim de manter a anonimidade deles. O código é demonstrado da seguinte forma: EX_Y, em que X é o aluno e Y é referente a pergunta.

A categoria CN foi a mais representativa, englobando 12 das 26 respostas analisadas (46,1%). As respostas aqui contidas demonstraram uma compreensão química coerente do princípio de miscibilidade e da natureza dos solventes, aplicando o conceito de polaridade de forma correta ao fenômeno de extração. Os estudantes, em geral, identificaram corretamente a água como um solvente essencialmente polar, enquanto o álcool foi reconhecido como uma molécula anfifílica, ou seja, possuindo uma porção polar (o grupo hidroxila) e uma porção apolar (a cadeia carbônica). Esse entendimento permitiu que justificassem a maior eficiência do álcool na extração, argumentando que a presença da porção apolar no álcool facilita a interação com os componentes de cheiro e cor que são predominantemente apolares ou possuem

grandes cadeias carbônicas. Essa aplicação é um indicador positivo de que o conceito está sendo utilizado corretamente.

A coerência desse raciocínio é ilustrada pelas falas dos estudantes E2 e E4:

E2_2: A água não possui parte apolar, apenas polar. O álcool, devido à presença do carbono, possui um sítio polar e outro apolar. Como as cadeias das substâncias com cheiro são extensas e apolares, o álcool extraiu com maior polaridade, já que interage com a parte polar e a apolar.

E4_2: Algumas substâncias foram extraídas mais facilmente no álcool, evidenciando um caráter mais apolar na substância. Enquanto outras substâncias foram extraídas mais facilmente em água, evidenciando um maior caráter polar da molécula em questão.

A categoria FE abrange 8 das 26 respostas (30,8%) e caracteriza-se por agrupar as falas que se restringem puramente à descrição das observações feitas durante o experimento, sem recorrer a qualquer tipo de explicação baseada em modelos ou conceitos químicos. Os estudantes neste grupo focaram em relatar as diferenças perceptíveis entre os solventes (água e álcool) em termos de cor, intensidade do cheiro e eficácia da extração, utilizando vocabulário avaliativo como "fraca", "melhor" ou "forte" para qualificar o resultado. A característica central dessas respostas é a ausência de uma tentativa de justificar quimicamente o porquê de um solvente ter desempenho superior ao outro. Elas se limitam a analisar o fenômeno no nível macroscópico e sensorial, descrevendo o que aconteceu, mas falhando em abordar o porquê em termos de polaridade ou FI, marcando-as como estritamente fenomenológicas.

Esta abordagem descritiva é evidente nas falas dos estudantes E1 e E3:

E1_1: Quando colocamos os alimentos com água dependendo do alimento a extração é fraca. Já o álcool subtrai melhor, não só o cheiro, mas a cor também.

E3_2: Tem essências que ficam mais fortes por interagirem melhor a depender do solvente, também cor com cheiro.

A categoria IN englobou 6 das 26 respostas (23,1%) e representa o conjunto de falas que, apesar de tentarem fornecer uma explicação química para o fenômeno de extração, acabam por utilizar os termos técnicos de forma equivocada, contraditória ou com erros conceituais graves. O cerne da incoerência reside no uso de termos como polaridade, apolaridade e interações intermoleculares de modo incompatível com a explicação quimicamente aceita para o processo de solubilização. Em muitos casos, os estudantes demonstraram confusão sobre a polaridade fundamental dos solventes (como classificar a água ou o álcool de forma incorreta) ou sobre o que está sendo extraído. Tais respostas indicam uma compreensão incorreta dos conceitos centrais que regem a miscibilidade, resultando em argumentos que são internamente inconsistentes ou factualmente equivocados do ponto de vista da Química.

Essa fragilidade conceitual é bem ilustrada pela fala do estudante E13:

E13_1: Todos os solventes são apolares, logo se dissolvem melhor com o álcool que possui uma parte mais apolar.

Em conclusão, a análise das 26 respostas dos estudantes sobre o fenômeno de extração revela um panorama misto, mas instrutivo, sobre a compreensão dos conceitos de polaridade e miscibilidade. Embora a maioria das respostas tenha conseguido atingir a coerência química, uma parcela significativa da turma demonstrou dificuldades em ligar a observação fenomenológica à teoria subjacente ou incorreu em erros conceituais graves.

O resultado mais positivo é o domínio da categoria CN, indica que a maioria dos estudantes conseguiu aplicar o princípio fundamental de que o álcool, sendo anfifílico, interage de maneira mais eficaz com as moléculas apolares dos extratos, enquanto a água polar age de forma mais seletiva.

No entanto, a dificuldade persiste na transição do nível descritivo para o explicativo. A categoria FE, sugere que uma parte considerável dos alunos consegue observar e relatar os resultados da extração, mas falha em conectar essas observações com as interações intermoleculares e a polaridade das substâncias, permanecendo em um nível superficial de compreensão.

A preocupação maior reside nas respostas IN. Este grupo indica a presença de fortes equívocos conceituais, como a confusão sobre a polaridade de solventes comuns, o que sugere que o vocabulário técnico (polar, apolar, solvente) está sendo utilizado sem o domínio do seu significado.

Em síntese, o desempenho da turma aponta para um sucesso significativo na assimilação do princípio CN, mas sublinha a necessidade de intervenção pedagógica focada em dois aspectos cruciais: (1) fortalecer a ligação entre o que é observado em laboratório (fenômeno) e o modelo explicativo (teoria química) e (2) corrigir ativamente os erros conceituais persistentes que levam ao uso incorreto e incoerente da terminologia essencial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relato de experiência propôs uma sequência didática investigativa, avaliando sua eficácia na superação dos desafios impostos pelas CA no ensino de FI. O resultado mais positivo do estudo reside no sucesso da maioria dos participantes em se mostrarem aptos a aplicarem o princípio da miscibilidade, conforme evidenciado pela predominância das respostas na categoria CN. A alta incidência de acertos confirma

que a metodologia empregada, que articulou a problematização, a modelagem molecular e a experiência prática, auxiliou os alunos a reconhecerem a natureza anfífila do álcool e a justificar a extração em termos de polaridade.

Contudo, a análise revelou que o sucesso não foi uniforme. A persistência significativa de respostas FE e a presença de respostas IN apontam para duas lacunas pedagógicas cruciais. O grupo FE, ao limitar-se à descrição dos resultados sensoriais (cor e cheiro), demonstra a dificuldade em realizar a transposição do nível macroscópico para o submicroscópico da explicação química. Já o grupo IN, marcado por erros conceituais graves e o uso incorreto da terminologia, confirma que as Concepções Alternativas persistem, minando a aplicação correta dos fundamentos teóricos.

Em síntese, o estudo reforça a importância da abordagem investigativa para mobilizar o conhecimento, mas sublinha a necessidade de intervenções pedagógicas mais focadas. O sucesso do ensino de FI depende da capacidade do professor em fortalecer a ponte entre a observação empírica e o modelo explicativo, garantindo que o vocabulário químico seja empregado com precisão e corrigindo ativamente os erros conceituais que impedem a plena apropriação da polaridade e da miscibilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- GOMES, A. C. M.; FORTES, M. E. B.; SELVERO, M. P. Concepções alternativas sobre forças intermoleculares: um estudo a partir das publicações da área de ensino. **Enseñanza de las Ciencias**, n. Extra, p. 1807-1812, 2017.
- Hodson, D. Experiments in science and science teaching. **Educational Philosophy and Theory**, V. 20, p. 53-66, 1988
- LEÃO, M. M.; KALHIL, J. B. Concepções alternativas e os conceitos científicos: uma contribuição para o ensino de ciências. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 9, n. 4, p. 3, 2015.
- MARQUES, V. S.; PECCINI, L. R.; CARVALHO, M. A. de *et al.* PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ABORDAGEM DE SOLUÇÕES QUÍMICAS. (Iniciação Científica) da UNIVAP, 2023, São José dos Campos. UNIVAP, 2023. p.1
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 28-34, 1996.
- VIEIRA, J. A. Complexidade e conhecimento científico. **Oecologia Brasiliensis**, v. 10, n. 1, p. 10-16, 2006. Disponível em: [Complexidade e conhecimento científico - Dialnet](#)
- VYGOTSKY, L. S. Pensamento e Linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 2001.