

Concepções de um grupo de estudantes do ensino médio sobre forças intermoleculares

Conceptions of a group of high school students on intermolecular forces

Resumo

O presente trabalho consiste na investigação e análise de concepções de um grupo de 30 estudantes da 2ª série do ensino médio acerca do conceito de forças intermoleculares, tema que os alunos geralmente apresentam dificuldade de aprendizagem no ensino de química. A pesquisa foi realizada em uma abordagem qualitativa, cuja coleta de dados se deu por meio de questionários aplicados no início, durante e no final de uma sequência didática realizada em uma Escola Pública da Rede Estadual de São Paulo. Como principais resultados, apontamos uma transformação das concepções dos estudantes refletida na apropriação da linguagem científica frente aos questionamentos propostos.

Palavras chave: concepções dos estudantes, forças intermoleculares, ensino de química.

Abstract

This work consists of the investigation and analysis of the conceptions of a group of 30 high school students about the concept of intermolecular forces, a theme that students usually have difficulty learning in chemistry teaching. The research was carried out in a qualitative approach, whose data collection was done through questionnaires applied at the beginning, during and at the end of a didactic sequence carried out in a Public School of the São Paulo State. As main results, we point out a transformation of student conceptions reflected in the appropriation of the scientific language in front of the proposed questions.

Key words: student conceptions, intermolecular forces, chemistry teaching.

Introdução

O estudo das forças intermoleculares é um tema de grande relevância tratado no Ensino de Química, pois a compreensão acerca deste conteúdo é essencial para o desenvolvimento do estudante nas aulas, ajudando-o na compreensão dos aspectos relacionados às propriedades macroscópicas e microscópicas das substâncias, como por exemplo, a interação entre os átomos e moléculas e suas diferentes forças de atração. Conceitos relacionados a esse conhecimento científico associam-se a vários fenômenos e processos e são usados para explicar situações no cotidiano, tais como: as diferentes reações químicas que ocorrem no interior do corpo humano, as durezas exibidas pelas substâncias e a condutividade elétrica de diferentes materiais. Para Fourez (2003), a construção de conhecimentos científicos no contexto escolar deve promover a compreensão do mundo por meio dos conteúdos trabalhados.

No entanto, não devemos desconsiderar os conhecimentos oriundos da vivência do sujeito na sua vida fora da escola, mesmo que estes sejam contraditórios à visão científica do mundo. Tais palavras vão ao encontro da proposta para o ensino de Química apresentada nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 1999), que afirma que:

(...) a química pode ser um instrumento de formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade (...) (BRASIL, 1999, p.36).

De acordo com Coll (1990) os estudantes carregam com si uma série de concepções e representações que nada mais são do que os conhecimentos adquiridos no decorrer de suas próprias experiências humanas. Neste sentido cabe ao professor levar em consideração todas essas concepções durante o seu planejamento de ensino; sua ação pedagógica deve estar direcionada à integração entre os conhecimentos dos estudantes e aqueles aceitos como conteúdos escolares, buscando transformar o estudante. Essa transformação pode ocorrer de forma poderosa tendo em vista uma mudança conceitual, que segundo Mortimer (1995), se dá como resultado da integração das concepções iniciais dos estudantes com os conceitos científicos.

Carvalho (2004) destaca a importância do papel do professor na construção do conhecimento e argumentação científica dos seus alunos. Faz parte da atuação docente propiciar um ambiente de reflexão e discussões coletivas para que os alunos sejam capazes de reconstruir as suas concepções frente aos conhecimentos estabelecidos nos conteúdos escolares. De acordo com a autora:

Para que ocorra uma mudança na linguagem dos alunos – de uma linguagem cotidiana para uma linguagem científica –, os professores precisam dar oportunidade aos estudantes de exporem suas ideias sobre os fenômenos estudados, num ambiente encorajador, para que eles adquiram segurança e envolvimento com as práticas científicas. (CARVALHO, 2004, p.9).

Porém a aprendizagem do tema em questão gera dificuldades apresentadas pelos alunos devido ao nível de abstração exigido. De acordo com Marcondes (2006), as dificuldades conceituais que alunos apresentam sobre o tema forças intermoleculares são atribuídas a problemas como a compreensão da natureza de átomos e moléculas. Assim, podemos extrair a seguinte questão geral de pesquisa: “Quais são as concepções dos alunos sobre forças intermoleculares e como elas se alteram no decorrer de uma sequência didática?”. Tal questionamento nos permite dimensionar em que medida as intervenções possibilitaram a superação de concepções equivocadas e a construção de concepções que se aproximem dos conceitos científicos. Sendo assim, neste trabalho pretendemos identificar as concepções prévias de um grupo de alunos do ensino médio sobre forças intermoleculares e utilizá-las como ponto de partida para planejar estratégias didáticas com intuito de promover nos alunos mudanças conceituais rumo aos conhecimentos científicos.

Desenvolvimento

A presente pesquisa é uma investigação com abordagem metodológica qualitativa, utilizando de questionários como instrumento direto de coleta de dados. Lüdke e André (1986) direcionam para o questionário como um recurso extremamente vantajoso, pois pode permitir o estudo de pontos levantados pelo pesquisador. Sendo assim, com o uso dos questionários

pode-se elencar informações sobre as concepções relacionadas às forças intermoleculares apresentadas pelo grupo de estudantes investigados e acompanhar o desenvolvimento destas por meio de uma sequência didática (quadro 1). Nesse sentido, o questionário proposto continha questões abertas para que os alunos pudessem expressar sua opinião de forma mais elaborada. A coleta se deu em 3 diferentes momentos ao longo da sequência didática (SD) junto a um grupo de 30 alunos da 2ª série do ensino médio, com idades entre 15 e 17 anos, em uma escola Estadual localizada na zona leste do município de São Paulo. Apresentamos no Quadro 1 uma síntese das atividades desenvolvidas na SD que foi o lócus da pesquisa.

Aulas	Objetivos	Desenvolvimento
1	Apresentar uma problemática referente ao tema forças intermoleculares como forma de investigar as concepções prévias dos alunos.	Leitura do texto “O segredo da lagartixa” junto aos estudantes e questionário inicial para obter registro das concepções prévias dos estudantes.
2	Discutir elementos apresentados nas respostas com relação à natureza atômica e seus modelos.	Reflexão sobre o questionário inicial discutindo-se sobre o desenvolvimento histórico dos modelos atômicos e usando-se alguns experimentos simples em sala de aula para exemplificar as explicações.
3	Propor observações e questionamentos acerca da interação entre substâncias.	Realização da atividade experimental em grupo sobre solubilidade de algumas substâncias.
4	Discutir os resultados obtidos durante a atividade experimental.	Discussão das concepções dos estudantes acerca da interação entre as substâncias e questionário acerca da aula experimental.
5	Expor conceitos sobre eletronegatividade, ligações químicas e polaridade.	Reflexão dos alunos sobre como as forças intermoleculares explicam o sabão interagir com o óleo de cozinha.
6	Demonstrar macroscopicamente as interações entre as substâncias e questionário final.	Reciclagem do óleo de cozinha em uma oficina de produção de sabão

Quadro 1: Resumo da sequência didática

Neste sentido, as respostas obtidas nos questionários auxiliaram no direcionamento das questões a serem abordadas durante o desenvolvimento da sequência didática. Destacamos os três momentos de coleta de dados para realização da pesquisa:

I) Primeira coleta de dados

Inicialmente foi aplicado um questionário para sondar os conhecimentos prévios dos alunos sobre as interações entre as partículas. Neste momento inicial, foi lançado aos alunos um questionamento sobre o tema por meio da seguinte pergunta: “Você consegue explicar o fato de uma lagartixa se manter no teto sem cair? ”. Em seguida, para fomentar a discussão, os estudantes leram um texto que abordava a questão e empregava termos como moléculas e interações. Solicitamos então aos alunos que respondessem após a leitura do texto às seguintes perguntas: “O que você entende ao ler a palavra força intermolecular? ”; “O que são átomos e moléculas e como ocorre a atração entre eles?”. É importante ressaltar que, nesta etapa, os alunos foram orientados a responder aquilo que soubessem, com as suas próprias palavras, e que desta forma estariam contribuindo para uma pesquisa sobre o ensino de química.

II) Segunda coleta de dados

Nesta etapa foi aplicado outro questionário após o desenvolvimento de parte da sequência didática, para extrair dados e realizar uma análise intermediária das concepções dos estudantes investigados. Ele continha questões que exploravam conceitos acerca dos conteúdos discutidos em sala de aula.

III) Terceira coleta de dados

Nesta etapa foi aplicado um questionário após o desenvolvimento de uma oficina temática sobre a produção de sabão, realizada por meio de um roteiro disponibilizado para os alunos com as informações necessárias para a prática. Durante toda a atividade experimental foram feitas discussões com os alunos de modo que o conteúdo abordado durante a sequência didática fosse revisado.

A análise dos questionários da pesquisa se deu a partir dos pressupostos da análise de conteúdo, apoiada em Bardin (2011), que propõe análise de conteúdo como uma forma de “conhecer aquilo que está por trás das palavras sobre as quais se debruça. A análise de conteúdo é uma busca de outras realidades por meio das mensagens.” (BARDIN, 2011, p. 50).

Resultados

Análise do primeiro questionário

Na análise do questionário inicial, foi possível extrair as concepções mais recorrentes que os alunos apresentaram. Foi realizada uma “leitura flutuante” das concepções, organizando as respostas e buscando interpretá-las. Partindo dessa leitura foi possível formular hipóteses sobre as relações de termos que o grupo de estudantes pesquisados utilizava ao responder às questões (BARDIN, 2011).

A questão 1 foi proposta aos alunos antes da leitura do texto, sendo que eles contariam apenas com as suas próprias vivências para responder à questão. A partir das respostas foi possível identificar dois tipos de concepções mais recorrentes (quadro 2) que os alunos deste grupo usaram para explicar o fato da lagartixa se manter no teto. Tais concepções foram divididas em duas categorias.

Questão 1	Categoria 1	Categoria 2
“Você consegue explicar o fato de uma lagartixa se manter no teto sem cair?”	Substância grudenta/cola nas patas e barriga da lagartixa.	Mecanismo/adaptação do corpo da lagartixa.

Quadro 2: Categorias de respostas apresentadas nas questões 1.

Essas categorias podem ser exemplificadas pelas respostas dos alunos 8 e 10.

Categoria 1: “Eu já fiquei observando uma lagartixa no teto, e acho que ela não cai porque as patas têm um tipo de cola.” (Aluno 8)

Categoria 2: "Bom eu penso que na pata dela tenha algum tipo de musculo a vácuo que mantém ela presa na parede." (Aluno 10)

É possível notar que os alunos possuem concepções oriundas de suas observações no cotidiano, e que buscam explicar o fenômeno por meio de suas vivências. No entanto, a princípio foram apresentadas apenas explicações dadas a nível macroscópico.

Na análise das questões 2 e 3 notamos que os alunos se apropriaram de alguns termos do texto, utilizando-os em suas respostas, tais como forças intermoleculares, átomos, moléculas e atração. No quadro 3 apresentamos as respostas de alguns alunos nas quais foi possível notar o uso de palavras científicas para responder às questões. Percebemos, pelas respostas, que os alunos apenas conhecem os termos, não sabendo articulá-los adequadamente devido à perceptível dificuldade em compreender os conceitos científicos inerentes a essas palavras.

<p>Questão 2: "O que você entende ao ler a palavra força intermolecular?"</p>	<p>Questão 3: "O que são átomos e moléculas e como ocorre a atração entre eles?"</p>
<p>Atração das moléculas por agitação ou por algum tipo de reação química, moléculas juntas (Aluno 2)</p>	<p>Todos os seres vivos são compostos por moléculas, e os átomos compõem tudo, a agitação dos elétrons com alguma outra coisa causa a atração (Aluno 1)</p>
<p>Forças intermoleculares, as moléculas se agitam e se atraem e de alguma forma acaba atraindo o corpo da lagartixa com a superfície (Aluno 1)</p>	<p>Todas as substâncias que existem são átomos e moléculas, juntos se tornam mais fortes (Aluno 2)</p>
<p>Essa tal força intermolecular talvez seria uma força dentro das moléculas, ou uma agitação dessas moléculas (Aluno 3)</p>	<p>Moléculas seriam micro células de um ser vivo, uma partícula (Aluno 3)</p>

Quadro 3: Respostas apresentadas pelos alunos nas questões 2 e 3.

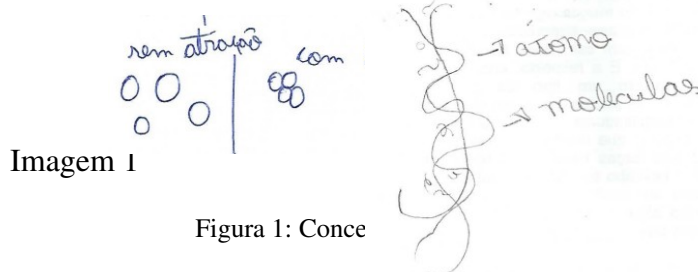


Imagem 1

Figura 1: Conce

Na imagem 1 da Figura 1, pode-se notar a existência de uma concepção sobre modelos atômicos, visto que são representadas partículas esquematizadas conforme o modelo atômico de Dalton, na qual os átomos têm um formato circular. Essa observação nos remete ao trabalho de Mortimer (1995) que indica que a maioria dos estudantes na faixa etária estudada utiliza representações que ignoram a existência de espaços vazios entre as partículas. Na imagem 2, é possível observar semelhanças entre a representação feita pelos alunos com o

modelo aceito cientificamente para a molécula de DNA. No entanto, não é possível identificar exatamente o significado da indicação de átomos e moléculas propostas na figura, apenas que a palavra molécula remete a tal representação. As respostas obtidas nessa primeira etapa foram importantes para planejar o desenvolvimento das aulas e das discussões com os alunos. Considerou-se então realizar algumas experiências em sala de aula em conjunto com discussões acerca da história dos modelos atômicos, colocando-os em reflexão sobre a natureza da matéria.

Análise do segundo questionário

O segundo questionário foi analisado levando-se em consideração a sequência de aulas brevemente descritas anteriormente (Quadro 1), e suas questões tinham como foco a aula experimental sobre solubilidade realizada com o grupo de alunos pesquisados. Nesse sentido, esperava-se que os alunos articulassem as observações em laboratório com explicações científicas abordadas durante as discussões, provocando uma mudança no repertório de termos e conceitos em suas respostas. Foi pedido que eles propusessem explicações para a solubilidade da água e do óleo de acordo com as suas estruturas moleculares. Essas respostas foram categorizadas e apresentadas no gráfico da Figura 2.

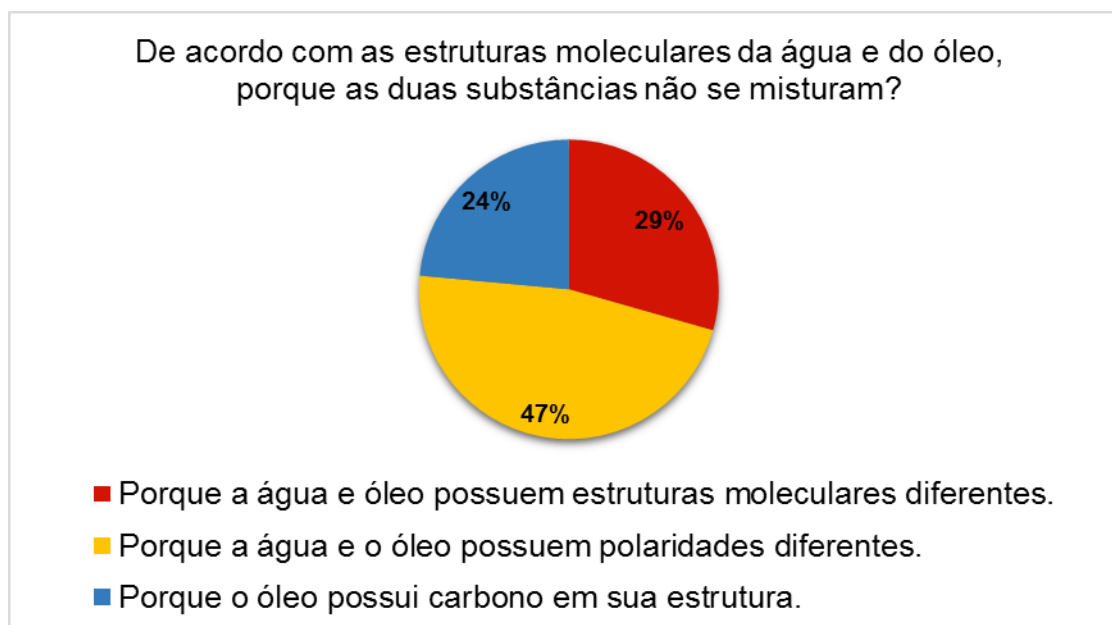


Figura 2: Gráfico representativo das respostas.

Analisando o gráfico pode-se perceber que os alunos conseguiram fazer associações das observações da aula experimental com as estruturas moleculares das substâncias. A maioria deles citou a polaridade como explicação para a solubilidade, conceitos discutidos em sala de aula. Alguns ainda associaram o fato do carbono na estrutura ser responsável pela não miscibilidade das substâncias. Isso pode ter origem nas discussões em sala, em que a eletronegatividade também foi discutida. A presença de uma cadeia carbônica longa confere caráter apolar às moléculas. Abaixo, um exemplo de resposta:

Acho que devido a polaridade das moléculas da água que tem um polo bem definido. O óleo é uma molécula orgânica fortemente apolar. Devido essa falta de afinidade a água e o óleo não se misturam. (Aluno 2)

Além dessa questão, também foi apresentada a problemática do sabão ser usado para retirar resíduos de gordura e novamente os estudantes tiveram que propor explicações para este tipo de fenômeno. O gráfico da Figura 3 apresenta a categorização das respostas apresentadas pelos alunos.

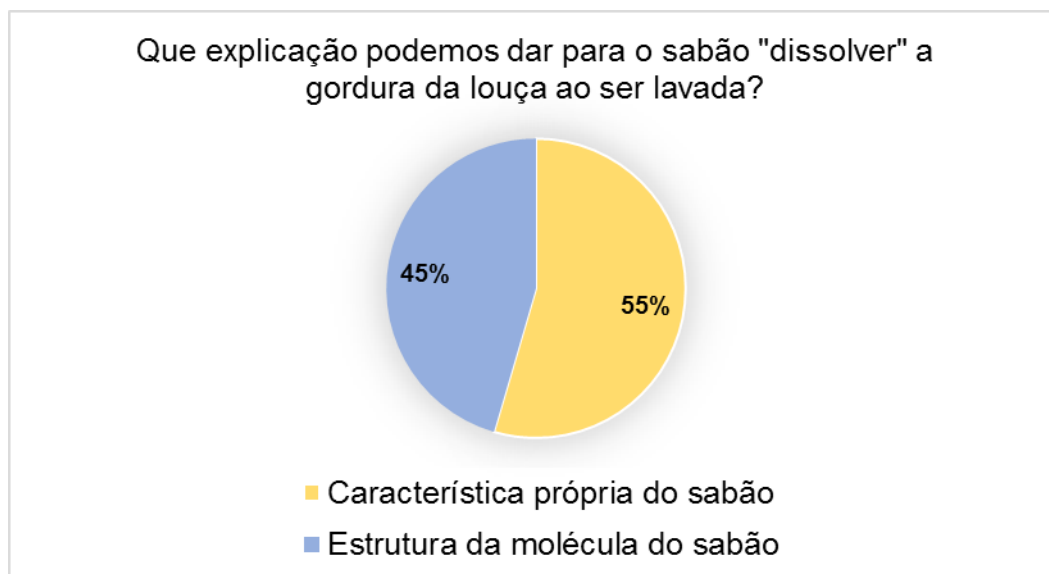


Figura 3: Gráfico representativo das respostas

Em relação às categorias mencionadas no gráfico da Figura 3, nota-se que parte dos alunos não consegue compreender adequadamente o funcionamento e explicação da ação do sabão na gordura, uma vez que apenas 45% explicam de maneira completa que a razão do sabão dissolver o óleo refere-se a sua estrutura molecular.

Análise do questionário final

No terceiro questionário analisado, em uma das questões, os alunos responderam como o óleo era descartado em casa e quais as consequências para o meio ambiente. Alguns responderam que o descarte era feito diretamente na pia, ocasionando uma série de riscos ao meio ambiente, como também risco de entupimento nas tubulações de esgoto, conforme observamos na fala de um aluno:

O óleo as vezes é jogado diretamente no lixo ou na pia, e isso pode prejudicar na fauna, flora, solo, águas superficiais e subterrâneas e acarretar entupimento das tubulações. (Aluno 9)

Algo que chamou a atenção na resposta de um aluno foi a associação do descarte com a interação do óleo com a água, o que nos mostra o início da mudança de um conhecimento de senso comum para um conhecimento científico:

Ele é reutilizado para fazer sabão. O óleo é apolar e a água polar, então eles não se misturam, muitas vezes o óleo é descartado via esgoto e chega ao mar causando as manchas coloridas, intoxicação de animais aquáticos, etc. (Aluno 1)

A análise das respostas da segunda questão resultou em 3 categorias, apresentadas no gráfico da Figura 4. Esta questão referia-se à polaridade da molécula de sabão.

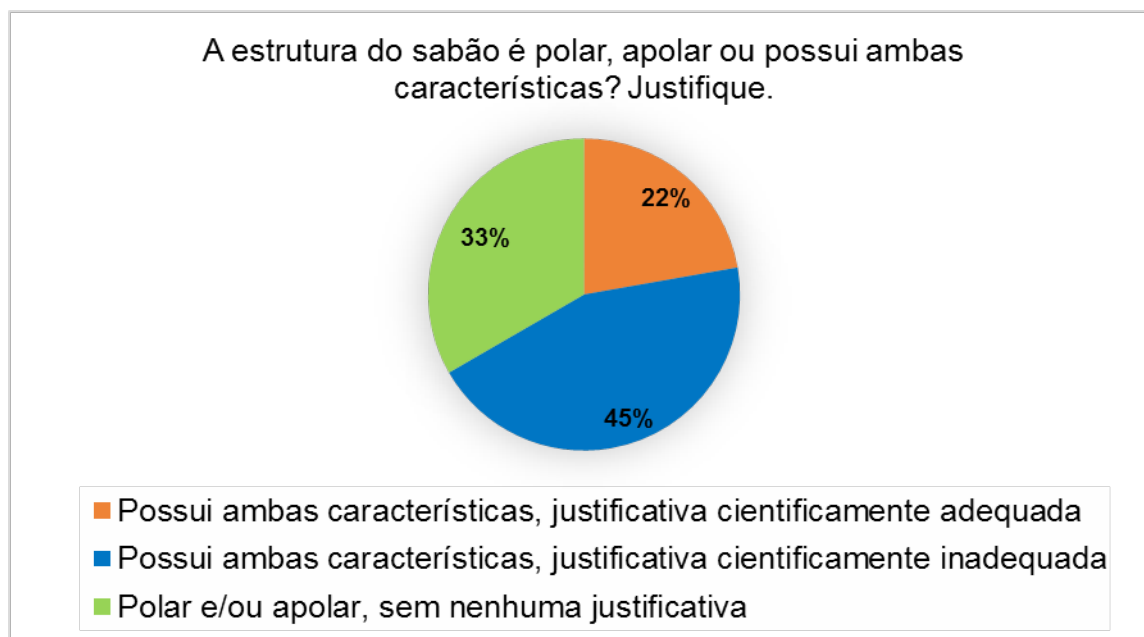


Figura 4: Gráfico representativo das respostas

Ao analisar os resultados apresentados no gráfico da Figura 4, notamos que a maioria das respostas corresponde ao conceito de que a estrutura do sabão é composta por uma molécula com características polar e apolar. No entanto, tal afirmação não se relaciona corretamente quando são dadas as justificativas. Desta forma, a maior parte dos alunos aparenta memorizar um conceito simples de maneira superficial, deixando de lado seu real entendimento sobre forças intermoleculares.

Outro caso presente são as respostas que caracterizam o sabão apenas como uma molécula polar ou apolar, sem justificativa. Nessa situação os alunos apresentam um conhecimento abaixo do esperado, que não condiz com o que foi trabalhado em sala de aula. Em contrapartida nesta mesma questão os alunos teriam que desenhar a estrutura da molécula de sabão, que estava representada na reação de saponificação presente no roteiro. Conforme mostrado na Figura 5, o aluno 4 conseguiu representar no desenho da estrutura o caráter apolar e polar, fazendo associação do caráter polar com a presença do oxigênio na molécula e conferindo à cadeia carbônica longa um caráter apolar. Isso nos permite inferir que o aluno construiu sua resposta de acordo com a regra da eletronegatividade explicada em uma das aulas.

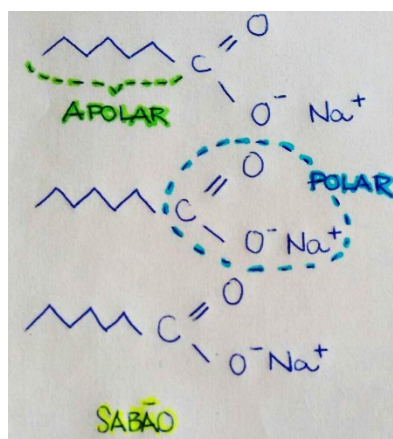


Figura 5: Estrutura do Sabão (característica polar e apolar)

Considerações Finais

Considerando-se todas as etapas envolvidas no presente trabalho, e principalmente as análises extraídas dos questionários, foi possível perceber um desenvolvimento na linguagem científica dos alunos. No início eles apenas usavam uma associação de termos científicos ao expor seus pensamentos, mas os conceitos muitas vezes não eram empregados de maneira correta. Nesta etapa, pode-se notar uma forte associação de termos químicos com conceitos provenientes da biologia como, por exemplo, o fato de muitos dos alunos não conseguirem diferenciar átomos de células. O fato dos alunos possuírem poucos conhecimentos prévios sobre a interação entre as moléculas nos guiou na proposta da sequência didática, colocando-os em contato com discussões que os levassem a refletir sobre os fenômenos da natureza sob uma visão microscópica.

Em uma segunda análise das concepções, os termos científicos já apareciam sendo usados de maneira mais coerente e os alunos apresentaram maior relação entre explicações de origem microscópica para fenômenos macroscópicos. A mudança foi evidenciada durante a terceira análise quando se percebeu que os alunos conseguiam representar a estrutura das moléculas associando com os conceitos apresentados em aula e ainda fazendo associações com problemáticas do mundo real.

No entanto, é importante destacar que parte dos estudantes, mesmo ao final da SD, não conseguiu demonstrar compreensão do tema proposto, o que reforça a importância de propor novas formas de acompanhamento de modo a possibilitar também a eles essa compreensão. Ainda que a SD tenha procurado aproximar o tema discutido a situações cotidianas, conferindo ao conteúdo químico maior significado, lembramos que aprender Química – ou outra ciência, humana ou exata – implica apropriar-se de modos de pensar, de lógicas e de linguagens que se diferenciam do senso comum, representando a inserção em outras formas de pensamento, o que torna a aprendizagem um processo bastante complexo. Aprender um conhecimento científico significa justamente distanciar-se da realidade imediata e realizar novas leituras dessa mesma realidade, com base na lógica da ciência aprendida, o que pode explicar a dificuldade dos estudantes em relação ao tema.

Para desenvolver estratégias didáticas que viabilizem a construção de conhecimentos cientificamente corretos, os professores atuam como parte fundamental no processo de construção de uma sequência didática. Para isso, é importante que o docente conheça as concepções conceituais de seus alunos e então ofereça para eles subsídios teóricos para o desenvolvimento de conhecimentos científicos, propondo intervenções que possibilitem a desestabilização de concepções prévias e a construção de novos conceitos em diálogo com situações que tenham significado para os estudantes.

Agradecimentos

Agradecemos à CAPES pelas bolsas concedidas.

Referências

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011, 229 p.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: SEMT, 1999.

CARVALHO, A. M. P. Os critérios estruturantes para o ensino das ciências. In: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 1-17, 2004.

COLL, C. um marco de referencia psicológico para la educacion escolar: la concepcion constructivista del aprendijaze y la enseñanza. In: COLL, C; PALACIOS, J; MARCHESI, A. Desarrollo Psicologico y Educacion: 435-453, 1990.

FERNANDEZ, C.; MARCONDES, M. E. R. Concepções dos Estudantes sobre Ligação Química. Química Nova na Escola. n.24. Maio, 2006. p.20-24.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? Investigações em ensino de ciências 8 (2): 109-123, 2003.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MORTIMER, E.F. Concepções atomistas dos estudantes. Química Nova na Escola n. 1, p. 23-26, mai. 1995.

MORTIMER, E.F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? Investigações em Ensino de Ciências, v.1, n.1, p. 20-39, 1996.