

A composição da água mineral: Uma proposta de projeto para a discussão de conceitos de Hidrólise Salina

A. F. Pitanga¹; B.L.S.R. Santos²; L.D. Santos²; L.B. Rocha²; S.J. Cunha³; W.M. Ferreira⁴

¹Instituto Federal da Bahia, 44900-000, Irecê-BA, Brasil; ²Faculdade Pio Décimo, 49095-000, Aracaju-SE, Brasil;

³Secretária de Estado da Educação, 49040-780, Aracaju-SE, Brasil; ⁴Instituto Federal de Sergipe, 49500-000, Itabaiana-SE, Brasil

angelopitanga@ifba.edu.br

(Recebido 03 de fevereiro de 2015; aceito 09 de junho de 2015)

O presente artigo tem por objetivo divulgar informações relativas à execução de um projeto, uma proposta didática desenvolvida com alunos do 2º ano do Ensino Médio, usando a composição da água mineral e a hidrólise salina como tema para as discussões. O uso de imagens e de ilustrações durante as aulas e os fundamentos sobre os níveis de conhecimento químico nortearam a escolha dos recursos didáticos e a organização do projeto. Na metodologia, o levantamento dos dados foi realizado através da aplicação de dois questionários. Durante o processo de análise, após a comparação das informações obtidas, ficou evidente a melhoria significativa dos índices de acerto, caracterizada por dois aspectos: primeiro, os alunos participantes passaram a apresentar discursos mais elaborados; e, segundo, conseguiram estabelecer relações entre os níveis de conhecimento.

Palavras-Chave: Hidrólise salina, Água mineral, Níveis de conhecimento, Imagens e ilustrações.

Composition of Mineral Water: A project proposal for a discussion of Concepts of Hydrolysis Saline

This paper aims to disseminate information relating to the implementation of a project about a didactic proposal developed with the students of the second year of high school, using the composition of mineral water and salt hydrolysis as a theme for discussion. The use of images and graphics during the lessons and the foundations of chemical knowledge guided the choice of teaching resources and the organization of the project. Concerning the methodology, the data collecting was performed by the application of two questionnaires. During the analysis process, after comparing the information, it was evident the significant improvement in the number of right answers, which was characterized by two aspects: first, the participating students showed a more elaborate discourse and, second, they were able to establish relations between the levels of knowledge.

Keywords: Salt hydrolysis, Mineral water, Levels of knowledge, Images and graphics.

1. INTRODUÇÃO

Os alunos do Ensino Médio, de acordo com Gibin & Ferreira [1], afirmam não gostar de química por se tratar de uma disciplina de difícil compreensão. O fato, guarda uma estreita relação, segundo eles, com a necessidade de decorar fórmulas e equações. Diante dessa situação, os alunos manifestam suas inquietações associadas às dificuldades de aprender os conceitos científicos dessa disciplina, e assim, acabam se desestimulando no decorrer de suas caminhadas escolares, provocando inclusive uma obstrução mental que impede à aquisição e a compreensão de novos conceitos [2].

Em contraposição ao exposto, o professor deve assumir o papel de mediador entre os conhecimentos químicos e o aluno, criando condições propícias a partir da utilização de recursos e de estratégias que permitam a aquisição de conceitos tornando a aprendizagem significativa, motivando-os a aprender sobre soluções, compostos orgânicos, hidrólise salina ou qualquer outro assunto inerente à Química.

A hidrólise salina é um conteúdo que pode ser considerado de difícil aprendizado, pois apresenta uma grande necessidade de abstração. Aliada à complexidade do tema, as práticas dos professores em sala de aula constituem-se um complicador, pois induzem os alunos à mera memorização do comportamento do meio, se ácido, básico ou neutro, partindo da simples análise das fórmulas químicas dos compostos. Mesmo considerando que alguns conceitos precisam ser memorizados, se faz necessário afirmar que as atividades propostas pelos professores devem instigar os alunos à reflexão e ao discernimento de tais conceitos, ao invés de forçá-los a buscar o mecanismo de memorização no intuito de tentar aprender os conteúdos.

Com o propósito de contribuir para mudar o quadro apresentado, e tendo como referência teórica os trabalhos [3] e [4], esse trabalho optou por produzir uma proposta pedagógica que envolvesse o uso de imagens e ilustrações, experimentação, problematização de situações do cotidiano dos alunos, e hidrólise salina como tema. Assim, o projeto por nós construído e aqui apresentado buscou, a abertura de espaços para discussões dos conteúdos científicos partindo das seguintes problematizações: *Por que as diversas marcas de água mineral não possuem o mesmo pH? Qual(is) será(ã)o o(s) possível(is) fator(es) que pode(m) influenciar nessa variação de pH?*

De acordo com Johnstone (1993; 2000 *apud* [1]), no processo de compreensão dos conhecimentos químicos estão (ou podem estar) envolvidos três níveis de representação do conhecimento: o macroscópico (fenomenológico), o submicroscópico (conceitual) e o representacional (simbólico).

“O nível de representação macroscópico engloba todos os fenômenos que são observáveis como, por exemplo, experimentos e fotografias de sistemas químicos. No nível submicroscópico o fenômeno químico é representado por meio do arranjo espacial e pelo movimento/interação de moléculas, átomos, íons, elétrons ou outras espécies químicas. [...] O nível simbólico refere-se à linguagem empregada pelos químicos como, por exemplo, as representações simbólicas de átomos, moléculas, fórmulas, equações e estruturas” [1, p. 1811].

Partindo desse pressuposto teórico, tanto os procedimentos experimentais, quanto o planejamento das aulas foram confeccionados para que, de maneira planejada, esses três níveis de abordagem fossem trabalhados de modo encadeado ao longo das aulas, a fim de facilitar os processos de abstração de conteúdos considerados complexos e, então, fosse promovido o estabelecimento de relações entre esses níveis por parte dos alunos. Pois,

“No ensino de Química, ao tentar desenvolver nos estudantes a habilidade de construir modelos mentais¹ sobre conceitos químicos, é interessante iniciar as atividades didáticas por meio da observação ou manipulação de algo concreto, no nível macroscópico, como a realização de um experimento, por exemplo, em seguida é importante trabalhar em nível submicroscópico, seja por meio do uso de imagens, animações, vídeos ou modelos moleculares para estimular os alunos a raciocinarem em nível submicroscópico e elaborar modelos mentais adequados sobre o sistema químico em estudo. Deve-se enfatizar que o nível simbólico é importante e que também deve ser trabalhado nas aulas, pois trata da linguagem aplicada empregada na Química” [4, p. 1811].

Com base nas ideias de [5, p. 235], “A experimentação no ensino pode ser entendida como uma atividade que permite a articulação entre fenômeno e teorias”. Os experimentos utilizados tem como intenção inicial, promover a observação do comportamento dos sistemas, buscar as suas evidências, e, por fim, elencar as suas generalizações, para daí criar um ambiente onde os alunos possam suscitar as suas ideias, na perspectiva de tentar explicar os processos, baseando-se na concepção de que, a realização de experimentos no ensino, como a capacidade de promover generalizações e previsões de uma teoria, garantindo assim, o seu caráter investigativo [5]. Cabe aqui ressaltar todo o cuidado para se evitar que, as observações e explicações durante a execução da experimentação não levassem a um indutivismo ingênuo,

mas sim ao desenvolvimento de atividades que procurassem promover habilidades em níveis mais elevados pelos alunos.

Caminhando na fundamentação, deve-se retomar a ênfase no papel do professor nesse processo, pois depois de observadas e testadas às previsões e generalizações com a realização do experimento, o professor parte para a confrontação das ideias levantadas pela classe, na perspectiva de poder construir os conceitos científicos objeto da discussão. Para [6; p.4]:

“Uma das principais razões que justificam o laboratório didático certamente é o “tratamento” das ideias prévias. Por meio do laboratório didático, se torna possível, através de um diálogo questionador, perceber quais as argumentações utilizadas pelos estudantes para explicar o fenômeno envolvido. As diferentes argumentações permitirão ao professor mapear quais os equívocos de interpretação. Cria-se, então, uma oportunidade importante para o professor, que pode discutir tais ideias prévias, colocando-as em cheque concretamente”

Em seguida, parte-se, para trabalhar o desenvolvimento do nível submicroscópico, que trata da tentativa de propor modelos teóricos que possam justificar o comportamento de átomos, íons, moléculas, etc. no sistema investigado. Ele, por sua vez, é caracterizado pelo alto grau de abstração e exige dos discentes uma grande capacidade de articular ideias para construir os modelos mentais [7]. Para tal investida, as ações do professor durante as aulas devem manter uma postura objetivando a condução de um processo dialógico e encadeado segundo os níveis de conhecimento propostos por Jonhstone (1993 *apud* [1]).

Assim, diante da preocupação com a dificuldade de aprender conceitos químicos, em especial se tratando da hidrólise salina, este artigo tem por objetivo apresentar e discutir as informações levantadas relativas à execução de uma proposta didática desenvolvida com alunos do 2º ano do Ensino Médio, usando a composição da água mineral e a hidrólise salina como tema para as discussões. Sendo que, o uso de imagens e de ilustrações durante as aulas e os fundamentos sobre os níveis de conhecimento químico nortearam a escolha dos recursos didáticos e a organização do projeto.

2. METODOLOGIA

O projeto foi aplicado em uma turma de 2º ano do Ensino Médio, num total de 41 estudantes na cidade de Aracaju, em Sergipe. Como instrumentos de coleta de dados foram utilizados dois questionários, um inicial (QI) e um final (QF), que tratavam desde questões meramente conceituais a situações problemas para resolução dos alunos. A construção dos questionários considerou a importância da existência de conhecimentos prévios dos alunos, iniciando-se por perguntas relativas ao nível macroscópico para depois ilustrar o fenômeno em discussão no nível submicroscópico [1], intencionando-se investigar as possíveis correlações existentes, nas respostas dos alunos, entre os diferentes níveis de conhecimento químico. Assim, e de acordo com os fundamentos teóricos, o projeto foi construído, de modo que diversas atividades fossem propostas, inclusive a realização de experimentos. Para a análise dos dados coletados, os autores optaram pela pesquisa qualitativa, entendendo que a mesma permite-nos fazer inferências e interpretações dos dados obtidos com os instrumentos de coletas, como também das impressões que foram captadas por conta do convívio dos mesmos como os sujeitos participantes em seu meio social.

A proposta de intervenção didática foi organizada em seis momentos: o 1º momento aplicação do questionário inicial (QI) para levantamento preliminar das concepções dos alunos; seguido de aula expositivo-dialógica, o qual envolveu à análise de vários rótulos de água mineral, que foram recolhidos pelo professor (primeiro autor), com intuito de iniciar as discussões sobre os conceitos de hidrólise. Para à análise dos rótulos foi criada uma tabela com as características físico-químicas de suas composições e, em seguida, partindo de alguns questionamentos (*Por que as diversas marcas de água mineral não possuem o mesmo pH?*

Quais são os possíveis fatores que podem influenciar essa variação de pH?), foram iniciadas as discussões.

No 2º momento - realização de experimento: Esse momento foi planejado com a finalidade de dar prosseguimento às discussões dos conteúdos. Cabe ressaltar, que na construção da atividade experimental foi utilizada a metodologia proposta por [3], com a realização de algumas adaptações, por conta de vários materiais incrementados, como exemplo, indicadores e utilização de fitas de pH. Procurou-se, também, nas intervenções do professor durante a realização do experimento, estabelecer relações entre os diferentes níveis de conhecimento.

O 3º momento teve como objetivo aprofundar o estudo dos conceitos associados à hidrólise salina por meio de leitura e discussão de texto. Esse foi produzido a partir de adaptação da discussão teórica e das ilustrações contidas no artigo [3], pois, o uso de imagens é relevante por facilitar e estimular a lembrança dos conceitos que foram aprendidos [1, p. 20]. Esse momento garantiu a continuidade das discussões, para que algumas concepções coletadas no início das aulas, consideradas equívocas, levantadas no QI, pudessem ser debatidas e confrontadas. Novas concepções se tornaram conhecidas, como num processo que se manifesta de maneira contínua, à medida que as atividades ocorriam. O 4º momento: aula expositivo-dialógica: Nessa etapa, a ação do professor centrou-se em elencar e sistematizar com os alunos os conteúdos trabalhados em sala. E, o 5º momento: aplicação de questionário final (QF) para conhecimento das concepções dos alunos e, posterior, comparação com as concepções prévias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o levantamento das concepções (prévias e ulteriores) dos alunos foram utilizados dois questionários: um inicial (QI), a fim de conhecer as concepções iniciais dos alunos sobre os conteúdos; e um final (QF), para que se observassem mudanças por parte dos alunos com relação às operações dos conceitos químicos. Na fase de elaboração dos questionários, os mesmos foram confeccionados de modo que os níveis de conhecimento fenomenológico, conceitual e representacional pudessem ser avaliados a partir das respostas. Ambos os instrumentos de coleta utilizados eram compostos de 4 (quatro) questões, com a diferença básica que no QF os enunciados apresentavam um maior grau de dificuldade e incluíam a necessidade do aluno se apropriar dos conhecimentos representacionais para responder as questões.

Nas análises, os resultados serão tratados com base nas referências da pesquisa qualitativa e interpretativa, onde os dados obtidos no questionário inicial, quanto no final, serão apreciados à luz das teorias científicas que abordam o tema, e em seguida, dar-se-á a comparação entre os mesmos no intuito de poder encontrar semelhanças, diferenças, regularidades, concepções prévias, entre outros aspectos objetos da investigação. Assim, buscando-se nos textos discursos mais elaborados, e verificar se os alunos conseguem estabelecer relações com maior complexidade entre os vários níveis de conhecimento.

No QI foi perguntado aos alunos: *o que é pH?* Sendo ele um conceito chave para as diversas discussões que seriam empreendidas ao longo da execução do projeto. A partir da análise dos questionários aplicados, constatou-se que todos os alunos responderam à pergunta, podendo-se inferir que em momentos pretéritos os mesmos já haviam vivenciado o conceito de pH. Todavia, em 43% das respostas apresentadas percebeu-se claramente que eles o operacionalizaram de modo simples, fazendo a associação direta do conceito com a sigla, ou seja, “pH é potencial hidrogeniônico”. 40% dos respondentes indicaram que se tratava de um “índice de acidez”; porém, foram observados diversos equívocos, tais como: acidez de uma substância, de uma molécula, da água e de uma solução. Por fim, 17% dos respondentes apresentaram respostas que foram classificadas como corretas, pois estas mostravam certa amplitude científica (conceitual), como pode ser observado na transcrição das falas dos alunos [A27 e A32]:

[A27] *potencial hidrogeniônico, indica se um determinado sistema é ácido ou básico, expressando a concentração de H^+ presente no sistema.*

[A32] *é um valor quantitativo que permite avaliar se uma determinada solução é básica, neutra ou ácida, que é conhecido como potencial hidrogeniônico.*

Num segundo questionamento, que foi utilizado tanto no QI quanto no QF, os alunos foram indagados sobre: *O que é hidrólise?* As análises evidenciaram que todos responderam, tanto no QI quanto no QF, até porque esta não é uma das perguntas que apresentam um elevado grau de dificuldade, e também por terem tido oportunidades anteriores, mesmo em outras disciplinas, de discutir sobre o assunto. Mas, observou-se, fazendo-se uma acurada comparação entre os distintos momentos, que, inicialmente as respostas foram apresentadas eram mais generalizadas como: *“processo de quebra de substâncias, moléculas ou ligações na presença de água”*. Porém, ao final, eles expuseram respostas com maior amplitude conceitual, denotando a evolução de suas concepções relativas ao tema trabalhado no projeto, como pode ser observado na transcrição do posicionamento do [A16].

[A16] *é a dissociação de um sal na presença de água que a depender da composição do ácido ou da base que o originou vai interferir no pH do meio, tornando-o ácido, básico ou neutro.*

As questões seguintes foram elaboradas procurando estabelecer relações entre situações do cotidiano e as informações das discussões inseridas no projeto sobre água mineral, poluição da água, etc.

No QI, solicitou-se aos alunos que justificassem *por que o pH da água mineral consumida em Sergipe é de aproximadamente 5,60?* Das respostas encontradas, 7% se abstiveram e 63% apresentaram respostas erradas. A maioria desses alunos expressou, em suas respostas, a concepção de que: [A25] *“a variação do pH deve-se a uma possível manipulação externa com adição de substâncias químicas”*. Já os 30% restantes, responderam corretamente, associando a variação do pH com a composição dos sais minerais presentes na água, como mostrado a seguir:

[A4] *Porque o produto que adicionam a água tem caráter ácido, que dissolvida na água torna o meio ácido.*

[A33] *Pois a água pura contém um pH = 7, mas na água mineral há adição de mais substâncias que possam conter caráter ácido, e por isso a água mineral tem pH ácido.*

Já no QF um dos problemas discutia a importância da utilização do bicarbonato de sódio (NaHCO_3) como medicamento e do sulfato de alumínio [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$] no tratamento de água. Além disso, foi solicitado que eles fizessem a previsão de qual seria o pH do meio depois da dissolução dos dois sais em água e, em seguida, representassem os processos de hidrólise envolvidos.

Inicialmente, deve-se deixar claro, que não é uma tarefa simples para alunos de Ensino Médio efetuar a previsão do pH de um meio, tendo como partida somente o conhecimento das fórmulas químicas dos sais em questão, pois, o entendimento desses processos exige bastante da capacidade de abstração dos mesmos para propor as possíveis soluções.

A partir da análise dos dados obtidos, concluiu-se que os alunos apresentaram rendimento satisfatório, pois dois terços (2/3) da turma fizeram corretamente as previsões solicitadas para as soluções dos problemas. Contudo, quando pedidos para que representassem os processos de hidrólise, os resultados obtidos não foram satisfatórios, pois nenhum aluno fez as devidas representações solicitadas. Para esse questionamento 39% dos participantes se abstiveram de responder. Já 37% equacionaram as reações corretamente. O restante dos alunos, 24%, apesar do esforço empreendido não lograram êxito. Escreveram as equações, porém de forma equivocada. Assim sendo, os dados reforçam a já conhecida dificuldade dos em operar o nível representacional do conhecimento químico. Independente da utilização de recursos visuais imagéticos, o estabelecimento das relações entre os níveis de conhecimento foi praticamente insignificante.

Os dados indicam que os alunos têm uma concepção associada com a química descritiva, onde a representação de um fenômeno restringe-se à mera redação de uma equação química devidamente balanceada. Para [1; p.24], isso se deve *“à exploração praticamente exclusiva do nível de conhecimento simbólico nas aulas de química”*.

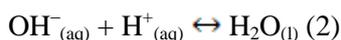
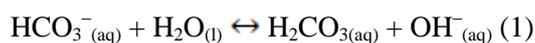
Isso traz evidências de que os mesmos não conseguem diferenciar o fenômeno da reação química, da representação de sua equação, fazendo com que a maioria deles acabe vendo esse

procedimento como o simples ato de escrever as fórmulas e acertar os seus coeficientes, de maneira exclusivamente algébrica [8]. Na busca de discutir esse comportamento [9, p. 923] afirmam que os alunos do Ensino Médio apresentam as representações de estruturas simbólicas, mas sem nenhuma explicação, e que conseqüentemente o ensino de Química, em especial química orgânica, objeto de análise da citação, “acaba se fundamentando na memorização de nomes, símbolos e fórmulas, sem os devidos esclarecimentos”.

Partindo ainda da ideia de questões que tivessem uma perspectiva problematizadora, no questionário inicial, foi requerido aos alunos que justificassem por que utilizar o NaHCO_3 no combate à azia?

De acordo com [10, p. 33], “O pH do suco gástrico situa-se normalmente na faixa de 1,0 a 3,0. É comum, entretanto, esse suco tornar-se mais ácido que o normal, causando a chamada azia e prejudicando a digestão. Quando isso acontece, faz-se uso de comprimidos antiácidos, que têm como função elevar o pH até a faixa da normalidade”.

Os comprimidos antiácidos apresentam em sua composição um sal básico, geralmente, o hidrogenocarbonato (ou bicarbonato) de sódio (NaHCO_3). Quando o comprimido é dissolvido em água, o NaHCO_3 se dissolve totalmente para produzir ânions (HCO_3^-). A hidrólise dos ânions hidrogenocarbonatos, ou seja, sua reação com a água, representada na equação 1, remove prótons das moléculas de água formando um ácido fraco $\text{HA}_{(\text{aq})}$ e íons hidroxilas hidratados ($\text{OH}^-_{(\text{aq})}$), tornando assim a solução básica ($\text{pH} > 7$) [3]. Os íons hidroxila reagem com os íons H^+ do ácido clorídrico do suco gástrico (equação 2), minimizando a azia.



Buscando uma resposta ao questionamento proposto, a maioria absoluta deles se apropriou das ideias prévias existentes em suas estruturas cognitivas sobre neutralização ácido-base e fundamentou-se, ainda, nas informações contidas no texto fornecido que indicava a presença do HCl e o pH do estômago. Deve-se levar em consideração que esse é um exemplo bem comum devendo fazer parte do conhecimento de todos, quicá do senso comum. Com isso, as respostas demonstraram caráter bastante simplista, com várias generalizações grosseiras, por exemplo: [A13] “*NaHCO₃ se transforma em base e assim neutraliza a ação do ácido*”, não se reportando aos conceitos de hidrólise e à alteração do pH do meio, conforme observado na transcrição abaixo.

[A30] “*a acidez das substâncias pode ser neutralizada adicionando-se base à mistura, no caso o bicarbonato de sódio que é uma base. O indivíduo ao tomar esse tipo de medicamento ameniza a sensação de acidez, pois neutraliza o excesso de HCl*”.

O problema utilizado no QF fazia a descrição de uma suspeita de poluição de um rio com chumbo (Pb^{2+}), e uma das prováveis causas seria a instalação de uma planta industrial que produz baterias para veículos. Então, partindo da suspeita de poluição provocada por uma indústria, tendo a diminuição do pH como uma das possíveis evidências para o fato, solicitou-se aos mesmos que justificassem o fato a partir dos dados expostos.

Diferentemente da pergunta do QI, este não é um problema associado ao senso comum dos alunos, e já exige por parte deles um maior repertório de conhecimentos científicos para justificar uma possível elucidação do fato. E assim, as concepções associadas às reações de neutralização (ácido-base) por si só não seriam suficientes para propor as explicações solicitadas.

Então, diante da situação, percebeu-se que 71% dos alunos responderam corretamente, e que precisaram utilizar os conceitos associados com hidrólise. Segundo eles, “o aumento da concentração de chumbo, provocaria diminuição do pH da água do rio, tornando-a assim mais ácida”. O que traz indícios de que os mesmos estabeleceram relações entre os vários níveis de conhecimento.

[A29] “o indicativo de que a água está ficando mais ácida devido a maior concentração de íons Pb^{2+} , que é um cátion de metal de transição, sofre hidrólise e diminui o pH”.

Diante de todos os dados apresentados e discutidos, é claramente notável uma melhoria sobremodo significativa, o que nos leva a inferir que, mesmo sendo um conjunto de conceitos que envolvem uma elevada necessidade de abstração por parte dos alunos, o caminho proposto é bastante frutífero, pois, como se pode observar ao longo de todas as discussões apresentadas, os dados obtidos no QF são sempre mais expressivos quando comparados aos do QI, em utilização de conceitos e de termos científicos.

É pertinente ainda ressaltar, que a atividade foi realizada com alunos de Ensino Médio, assegurando um mérito maior aos resultados expostos, pois de acordo, com [4], alunos de graduação e de pós-graduação, apresentam dificuldades, ou ainda, não sabem fazer as representações submicroscópicas adequadas e/ou não estabelecem relações corretas entre uma representação submicroscópica e o conhecimento químico. Por isso, consoante [1, p. 24], “é importante explorar o nível submicroscópico nas aulas, pois este reflete a ocorrência dos fenômenos em nível atômico-molecular”, seja para alunos do Ensino Médio ou do Superior.

Por fim, encerramos as discussões refletindo com base nos apontamentos propostos por [8, s/n], que fornecem um caminho pelo qual devemos conduzir as nossas atividades.

“Assim, aprender química não se deve resumir a domínio de terminologias e procedimentos avulsos, que sendo necessários, são largamente insuficientes. É também necessário aprender e utilizar adequadamente à lógica e os procedimentos próprios da disciplina, aprendendo a procurar e incorporar informação, interpretá-la e transpô-la de um código ou formato para outro, compreendendo os seus significados e estruturas, e desenvolvendo capacidades e competências, não só de interpretar e compreender explicações formuladas, mas também de elaborar e formular explicações plausíveis e inteligíveis”.

4. CONCLUSÃO

Os dados coletados apontam que os alunos se apropriaram dos conceitos científicos relacionados com o tema proposto, isto pode ser percebido a partir do número maior de respostas corretas, comparando-se o QI e o QF, e em virtude de as respostas apresentadas pelos alunos trazerem uma maior apropriação dos conteúdos químicos trabalhados e o estabelecimento de relações entre os níveis de conhecimento, que pode ser evidenciado pela qualidade de alguns dos discursos apresentados no corpo do texto deste artigo.

Deve-se creditar o sucesso desse projeto a um conjunto de fatores, dentre eles: a utilização de atividades diversificadas que procuravam tratar os conceitos químicos a partir de uma situação-problema, que envolvia a água mineral; o referencial teórico, tomado como norte, que auxiliou na montagem das aulas procurando seguir uma sequência de forma encadeada em que os níveis de conhecimentos dos conceitos químicos (fenomenológico, conceitual e representacional) fossem trabalhados; e por fim, sem deixar de frisar, todo o empenho e participação dos alunos na realização do projeto. E com isso, os dados mostram fortes evidências, de certa mobilidade mental dos estudantes entre os vários níveis de conhecimento.

Por fim, quanto ao ponto de vista do conhecimento representacional, os dados apontam para a maior dificuldade por parte dos alunos. Logo, se faz necessário (re)pensar estratégias que possam solucionar essa dificuldade no intuito de poder melhorar o desempenho dos alunos quanto a este aspecto, como proposto por [9], e adotar estratégias de ensino diferenciadas como, por exemplo, o uso de um maior número de imagens e de ilustrações e/ou ferramentas tecnológicas que permitam explicar os fenômenos em 3D e, principalmente, a realização de investigações com a finalidade de entender o motivo de os alunos não conseguirem realizar as supraditas representações.

¹São estruturas cognitivas internas das pessoas, que correspondem ao modo como elas compreendem os fenômenos químicos. Na Química, os modelos mentais são estabelecidos principalmente pela relação entre os níveis macroscópicos e submicroscópicos, pois o nível submicroscópico basicamente consiste em um modelo explicativo da natureza da matéria [4, p. 1810-1811].

-
1. GIBIN, B.G.; FERREIRA, L.H. Avaliação dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar no Ensino de conceitos Químicos. *Química Nova na Escola*. 1(35): 19-26 (2013).
 2. KOVALEK, M.N.; CHICOSKI, R. Leitura da Imagem no Ensino de Língua Estrangeira. *Revista Eletrônica Lato Sensu*. 1 (3): (2008).
 3. FATIBELLO-FILHO, O.; WOLF, L.D.; ASSUMPCÃO, M.H.M.T.; LEITE, O.D. Experimentos simples e rápido ilustrando a Hidrólise de Sais. *Química Nova na Escola*. 24: 30-34 (2006).
 4. GIBIN, B.G.; FERREIRA, L.H. A formação inicial em Química baseada em conceitos representativos por meio de modelos mentais. *Química Nova*. 8(33): 1809-1814 (2010).
 5. SILVA, R.R.; MACHADO, P.L.F.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In. SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O.A. (Ed). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Unijuí; 231 – 265 (2010).
 6. PINHO-ALVES, J. Atividade experimental: uma alternativa na concepção construtivista. In: VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - SP, Águas de Lindóia: 2002. Anais ... Águas de Lindóia: Instituto de Física (2002).
 7. RAPOSO, P.N.; MÓL, G. S. diversidade para Aprender conceitos científicos: A ressignificação do Ensino de Ciências a partir do trabalho pedagógico com alunos cegos. In. SANTOS, W.L.P.; MALDANER, O.A. Maldaner, O.A. (Ed). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Unijuí; 287 – 312 (2010).
 8. DAMASCENO, H.C.; BRITO, M.S.; WARTHA, E.J. As representações mentais e a simbologia Química. In. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química – PR, Curitiba: 2008. Anais ... Curitiba: Departamento de Química (2008).
 9. ROQUE, N. F.; SILVA, J.L.P.B. A linguagem Química e o ensino de Química Orgânica. *Química Nova*. 4(31): 921-923 (2008).
 10. LIMA, V.A.; BATTAGIA, M.; GUARACHO, A; INFANTE, A. (1995). Demonstração do efeito tampão de comprimidos efervescentes com extrato de repolho roxo. *Química Nova na Escola*. 1: 33-34 (1995).