

## Concepções alternativas na formação inicial de professores de química: pressuposto para uma reflexão sobre o processo ensino/aprendizagem

Maria Stela da Costa Gondim (PQ)<sup>1,2</sup>, Mírian Rejane Magalhães Mendes (PQ)<sup>1,3</sup>

[stelagondim@yahoo.com.br](mailto:stelagondim@yahoo.com.br), [mirianmendes@unb.br](mailto:mirianmendes@unb.br)

1 - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Instituto de Química, UnB, 70919-970 Brasília - DF

2 - Instituto Superior de Educação de Brasília – FACGAMA, SIG quadra 03 lote 1080/1160 Gama Leste - DF

3 - CEFET Januária - MG

O presente artigo relata o trabalho realizado com estudantes de licenciatura em química, objetivando conscientizá-los da existência de concepções alternativas a partir da percepção de suas próprias concepções. A metodologia utilizada incluiu a aplicação de pré e pós-testes sobre concepções alternativas acerca dos fenômenos de dissolução de substâncias em água e expansão térmica do ar, apresentação por grupos de estudantes de artigos científicos referentes a concepções alternativas e questionário. Os resultados obtidos mostraram que os estudantes, embora estejam em um nível superior de ensino, não utilizam adequadamente os conceitos científicos abordados. Percebemos que, além de identificarem suas concepções alternativas relativas a tais conceitos, os estudantes vislumbraram a complexidade do processo ensino/aprendizagem, sobre o qual também possuem concepções alternativas.

**Palavras Chave:** Concepções alternativas, formação inicial de professores.

### Introdução

A década de 70 foi marcada, nas pesquisas em educação em ciências, por estudos sobre as concepções alternativas dos estudantes. Tais estudos são direcionados pelo paradigma construtivista. Duas características fundamentais do construtivismo aplicado à educação e que fundamentaram o desenvolvimento de tais pesquisas são: a aprendizagem se dá através do ativo envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento e as idéias prévias dos estudantes desempenham um papel fundamental no processo de aprendizagem.

Concepções alternativas são caracterizadas por apresentarem natureza eminentemente pessoal e estruturada, bem como esquemas dotados de certa coerência interna, pouco consistentes, resistentes à mudança e cuja persistência vai além da aprendizagem formal. Elas podem ainda apresentar um paralelo com modelos históricos da ciência<sup>(1, 2)</sup>.

A maior contribuição do movimento das concepções alternativas foi trazer a pesquisa em ensino de ciências para a sala de aula, possibilitando a compreensão das necessidades do professor e as especificidades do ensino de conteúdos relativos à ciência<sup>(3)</sup>.

No caso específico da ciência química, a maioria das concepções alternativas não deriva da experiência cotidiana do mundo dos estudantes, Unicamp, Campinas, SP, de 24 a 27 de Julho de 2006

mas do entendimento que os estudantes fazem de conceitos anteriormente ensinados<sup>(4)</sup>. Deste modo, a persistência de concepções alternativas em estudantes universitários de química pode ser explicada pela não apropriação efetiva dos conceitos vistos nas etapas anteriores da sua educação formal, os quais permanecem em um nível superficial de compreensão.

Entendemos que o conhecimento das idéias prévias dos estudantes se torna fundamental para o desenvolvimento de metodologias e estratégias de ensino, no sentido de promover a evolução conceitual e potencializar o entendimento das concepções cientificamente aceitas.

Nessa perspectiva, desenvolvemos este trabalho com o objetivo de levar os estudantes de licenciatura em Química a se conscientizarem da existência de concepções alternativas a partir da percepção de suas próprias concepções. Essa tomada de consciência é essencial para que os licenciandos percebam a importância de se buscar os conhecimentos prévios dos estudantes, objetivando direcionar sua futura prática, além de se atentarem para a dimensão do papel da linguagem na construção do conhecimento químico.

Acreditamos que o uso inadequado de algumas figuras de linguagem pode ser uma das causas da construção de concepções alternativas pelos estudantes, como o substancialismo,

animismo e outras interpretações indesejáveis na construção do conhecimento químico.

Os estudos realizados por Vygotsky<sup>(5)</sup> sobre as relações entre a linguagem e o pensamento oferecem contribuições importantes relacionadas ao papel da mesma na elaboração conceitual. De acordo com o seu processo de formação, os conceitos são caracterizados por este autor como cotidianos e científicos e são mediados pela palavra. Os primeiros são formados na vivência com o objeto, enquanto os conceitos científicos são organizados hierarquicamente de forma sistematizada. Nesta perspectiva, a linguagem assume, além de seu papel comunicativo, uma dimensão constitutiva na elaboração conceitual<sup>(3)</sup>.

O presente trabalho foi desenvolvido na disciplina Metodologia do Ensino de Química do curso de Licenciatura em Química do Instituto Superior de Educação de Brasília – FACGAMA e busca ressaltar a necessidade de se dar continuidade à linha de pesquisas sobre concepções alternativas. Embora, atualmente, a ênfase dada a essa linha de pesquisa tenha diminuído, acreditamos, em consonância com Nardi e Gatti<sup>(6)</sup>, ser imprescindível: “...encorajar a continuidade da investigação nessa área, procurando envolver nessa tarefa futuros docentes, ainda em seu processo de formação profissional, e os docentes em exercício com a finalidade de trazer para a academia as reflexões ocorridas em sala de aula para a verificação dos modelos que vem sendo propostos” (p.146).

## Metodologia

Esta pesquisa foi realizada em turma única composta por 25 alunos, no primeiro semestre de 2006, na disciplina Metodologia do Ensino de Química. Tal disciplina é oferecida no 2º período do curso e possui como um dos objetivos fomentar o senso crítico do licenciando para que este desenvolva habilidades gerais e específicas necessárias à sua formação. É também objetivo dessa disciplina ressignificar o conhecimento científico específico e psicopedagógico, buscando aproximá-los no sentido de superar a dicotomia existente entre os mesmos.

Inicialmente, os estudantes foram convidados a responder um teste contendo três perguntas referentes à dissolução de substâncias em água e à expansão térmica do ar para investigar suas concepções sobre a natureza corpuscular da matéria. Conhecer o modelo corpuscular e utilizá-lo na interpretação de fatos e fenômenos é da competência dos professores de Química e, portanto, é essencial que haja a preocupação, durante a formação inicial desses docentes, de que a compreensão, tanto do modelo corpuscular, quanto de outros modelos científicos, seja alcançada pelos estudantes.

O teste foi adaptado a partir do trabalho de Silva et al.<sup>(7)</sup> e o tempo médio de realização do mesmo foi de 15 minutos.

Em um segundo momento, realizou-se a leitura e discussão do artigo “O papel mediador do professor no processo de aprendizagem do conceito átomo”<sup>(8)</sup>. O intuito de se trabalhar com esse artigo foi apresentar aos licenciandos algumas concepções que estudantes de Ensino Médio podem construir sobre conceitos científicos ensinados em sala de aula.

Na etapa seguinte, a turma foi dividida em cinco grupos formados por cinco componentes. Cada grupo recebeu um artigo referente às concepções alternativas de estudantes de Educação Básica para que fosse estudado e apresentado à turma. A professora da disciplina colocou-se à disposição para a discussão dos artigos com cada grupo e para orientá-los quanto à preparação da apresentação.

Os artigos estudados foram:

- **Concepções atomistas dos estudantes**<sup>(9)</sup>: neste artigo são apresentadas e analisadas interpretações dadas pelos estudantes sobre a matéria.
- **Idéias em movimento**<sup>(10)</sup>: neste artigo o autor apresenta uma reflexão sobre o resultado de atividades, realizadas por seus alunos, referentes à elaboração de modelos para o movimento de partículas atômicas.
- **Quanto mais quente melhor – calor e temperatura no ensino de termoquímica**<sup>(11)</sup>: neste artigo os autores apresentam e discutem as concepções dos estudantes relativas a calor e temperatura, explicitadas a partir da realização de algumas atividades experimentais.
- **Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico**<sup>(12)</sup>: neste artigo são discutidas as concepções dos estudantes em relação ao equilíbrio químico.
- **Aprendizagem de Química – reprodução de pedaços isolados de conhecimento?**<sup>(13)</sup>: os autores buscam correlacionar as concepções dos alunos em relação à matéria às dificuldades apresentadas pelos mesmos na aprendizagem de cinética química.

Na última etapa, os licenciandos foram convidados a refazer o teste e a responder a um questionário a fim de averiguar as suas impressões sobre o trabalho desenvolvido. No questionário foram abordados os seguintes pontos: se ele identificou alguma concepção que possuía, se houve modificação desta, qual trabalho melhor contribuiu para modificar suas concepções, como o conhecimento das concepções dos alunos poderia auxiliar o trabalho do professor.

Os resultados obtidos nos testes foram categorizados e analisados.

## Resultados e Discussão

Os resultados de cada etapa realizada serão apresentados e discutidos separadamente para dar suporte a uma discussão final.

### 1. Resultados do teste inicial


O teste inicial foi aplicado em dois dias distintos. No primeiro dia, foram respondidas as questões de nº 1 e nº 2 pelos 20 alunos presentes na aula quando o mesmo foi realizado. No segundo dia, foi respondida a questão nº 3 pelos 22 alunos presentes em sala de aula.

Na questão nº 1 investigou-se a representação dos estudantes sobre a dissolução do açúcar em água. Ela é mostrada abaixo:


**Questão nº 1**

1) Partindo das seguintes representações para as substâncias:

ÁGUA



AÇÚCAR



Desenhe, abaixo, como se encontram as espécies na solução

Explique a sua representação:

Dois estudantes (10,00%) não responderam a essa questão. As respostas dos demais estão agrupadas nas seguintes categorias:

**Tabela 1.** Resultados do teste inicial para a questão nº1:

QUESTÃO 1	
Categorias	% de respostas
Aproximação com a concepção cientificamente aceita	15,00
Não-dissolução	5,00
Proporção 1:1	50,00
Formação de nova substância	20,00

A dissolução do açúcar em água ocorre porque as moléculas desta última são polares e fazem ligações de hidrogênio com as moléculas de açúcar, uma substância molecular polar. As moléculas do solvente (água), em maior quantidade, envolvem as moléculas do soluto (açúcar). As novas interações são mais intensas do que as interações existentes inicialmente entre as moléculas de água e entre as moléculas de açúcar. Tratando-se da água, a dissolução é chamada de hidratação<sup>(14, 15, 16)</sup>.

Na categoria “aproximação com a concepção cientificamente aceita”, três alunos fizeram uma representação coerente com os conceitos científicos. Entretanto, a resposta de um deles mostra ainda uma confusão em relação aos níveis micro e macroscópico: “As moléculas de água envolvem os grãos de açúcar que se dissolvem sendo envolvidos pelas moléculas de água” (grifo nosso).

Na categoria “não-dissolução”, as moléculas de açúcar foram representadas na parte inferior do quadro, distribuídas linearmente, enquanto as moléculas de água ocuparam todo o espaço restante.

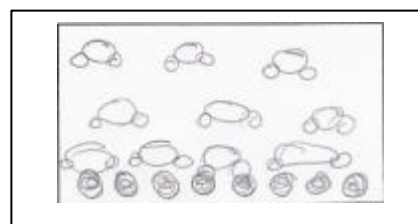


Figura 1: Representação da categoria “não-dissolução” para a questão nº 1.

Pode-se inferir que o estudante visualizou o quadro como um recipiente, no qual o açúcar estaria depositado no fundo. Acreditamos que tal estudante considera que a dissolução do açúcar só possa ocorrer a partir de agitação mecânica. Como nada foi dito a respeito disso, a sua representação mostra que o açúcar não se dissolveu. Esta concepção também foi observada em uma das respostas dos alunos na pesquisa realizada por Silva et al.<sup>(7)</sup>.

A representação 1:1 foi utilizada pela metade da turma e corresponde àquela na qual cada molécula de açúcar está próxima a uma única molécula de água. Em alguns casos, os estudantes utilizaram apenas uma molécula de água e uma de açúcar, numa representação discreta. Em outros, os estudantes colocaram várias moléculas de água e açúcar, mas sempre na proporção 1:1.

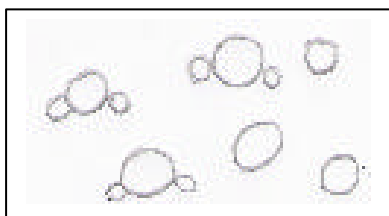


Figura 2: Representação da categoria “proporção 1:1” para a questão nº 1.

Observamos que os estudantes não levam em consideração o excesso de solvente em relação ao soluto.

Em uma das respostas dadas pelos estudantes pertencentes à categoria “proporção 1:1”, percebe-se novamente a não-distinção entre os níveis macro e microscópico (“a substância açúcar é envolvida por substâncias de água ...”).

É importante ressaltar ainda a representação dada por um estudante sobre a ligação de hidrogênio. Acreditamos que este queria ressaltar a existência de ligação de hidrogênio como interação. Entretanto, o estudante entende essa ligação como uma interação entre átomos de hidrogênio (Figura 3), representação também encontrada por Pereira e Pestana apud Taber<sup>(4)</sup>.



Figura 3: Representação particular da categoria “proporção 1:1” para a questão nº 1.

Na categoria “formação de nova substância” estão agrupadas as respostas que evidenciam a visão de dissolução como reação química, como exemplificam a representação (Figura 4) e explicações dadas pelos estudantes: “a molécula de açúcar se acopla a molécula da água que é quebrada”; “as moléculas constituintes das substâncias estão dispersas formando uma nova substância”.



Figura 4: Representação da categoria “formação de nova substância” para a questão nº 1.



Aragão et al.<sup>(17)</sup> relatam que, normalmente, os alunos não fazem a necessária distinção entre transformação química e mistura de substâncias.

Com a questão nº 2 pretendia-se investigar as concepções sobre a dissolução do cloreto de sódio em água. Todos os alunos presentes na sala de aula responderam a essa questão, que é reproduzida abaixo:

**Questão nº 2**

2) Partindo das seguintes representações para as substâncias:

ÁGUA
CLORETO DE SÓDIO

Desenhe, abaixo, como se encontram as espécies na solução:

Explique a sua representação:

A tabela 2 apresenta as categorias encontradas nesta questão:

**Tabela 2.** Resultados do teste inicial para a questão nº 2:

QUESTÃO 2	
Categorias	% de respostas
Aproximação com a concepção cientificamente aceita	10,00
Formação de nova substância	25,00
Proporção 1:1 com separação de íons	35,00
Proporção 1:1 sem separação de íons	30,00

Na dissolução do cloreto de sódio em água, os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  são retirados do retículo cristalino pelas moléculas de água. A solução resultante contém íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , cada um rodeado por um aglomerado de moléculas de água<sup>(14)</sup>.

Apenas as respostas de dois estudantes se aproximam da concepção cientificamente aceita, como mostram a figura e a explicação dada por um deles:





Figura 5: Representação da categoria "aproximação com a concepção cientificamente aceita" para a questão nº 2.

Logo abaixo são exemplificadas algumas das representações categorizadas como "formação de nova substância". As explicações dadas pelos estudantes reforçam a concepção de dissolução como reação química ("perda de hidrogênio...", "forma um ácido e uma base").

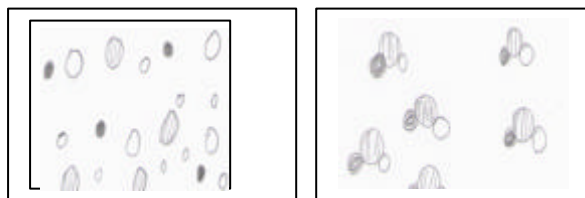


Figura 6: Representação da categoria "formação de nova substância" para a questão nº 2.

É de especial interesse a explicação "forma um ácido e uma base" dada por um dos alunos. Acreditamos que o estudante fez uma associação com o estudo, no Ensino Médio, de reação ácido/base tendo como produto sal e água. Assim, sua representação mostra uma "reversibilidade" de tal reação. Ou seja, "se ácido + base  $\rightarrow$  sal + água, então sal + água  $\rightarrow$  ácido + base".

Na categoria "proporção 1:1 com separação de íons", os estudantes demonstram entender que haverá uma dissociação de íons. No entanto, parecem não compreender o fenômeno hidratação, pois não representam as moléculas de água envolvendo cada íon.

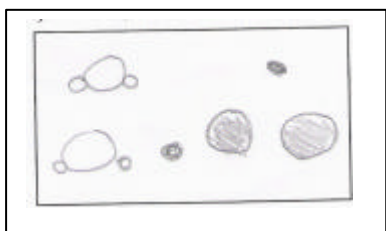


Figura 7: Representação da categoria "proporção 1:1 com separação de íons" para a questão nº 2.

Na categoria "proporção 1:1 sem separação de íons", os estudantes não fazem a representação da dissociação iônica. Fica clara, além da não-compreensão do fenômeno pelos estudantes, a sua dificuldade em distinguir propriedades de substâncias moleculares e iônicas, fato enfatizado nas pesquisas realizadas por Butts e Smith apud Taber<sup>4</sup> com estudantes australianos.



Figura 8: Representação da categoria "proporção 1:1 sem separação de íons" para a questão nº 2.

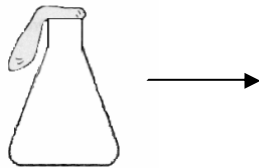
Observamos que 80% dos estudantes utilizaram a mesma concepção para responder as questões nº 1 e nº 2, indiferente de a mesma ser a cientificamente aceita ou não. Isto demonstra consistência na utilização de suas teorias. Adotamos aqui o conceito de consistência dado por Oliva Martinez<sup>(18)</sup> "... a maior ou menor tendência que apresentam os alunos e suas explicações em conduzir suas idéias e concepções semelhantes através de contextos ou situações diferentes" (p. 87).

A questão nº 3, reproduzida a seguir, buscou investigar as concepções dos estudantes sobre a expansão térmica do ar:

**Questão nº 3**

**3)** Um erlenmeyer com um balão em seu bocal é levado ao aquecimento.

**a)** Complete o desenho abaixo, propondo uma representação para o que ocorre durante o aquecimento.



**b)** Explique o fenômeno que você representou.

Todos os 22 alunos presentes fizeram a representação. Entretanto, um deles não explicou o fenômeno (4,55%). As outras respostas se enquadram nas categorias mostradas na tabela 3.

**Tabela 3.** Resultados do teste inicial para a questão nº3:

QUESTÃO 3	
<i>Categorias</i>	<i>% de respostas</i>
Aproximação com a concepção cientificamente aceita	4,55
Presença de líquido	13,64
Explicação macroscópica	50,00
Explicação microscópica	18,18
Sem modificação no balão	9,09

Esperava-se que o estudante interpretasse o fenômeno ocorrido buscando explicações microscópicas. Ao se elevar, à pressão constante, a temperatura de um sistema contendo gás, o volume deste sistema irá aumentar porque o gás irá expandir-se. Este comportamento de gases é explicado pela teoria cinético-molecular, segundo a qual o aumento do espaço ocupado por suas moléculas é consequência do aumento da velocidade média das mesmas, o que aumenta também o seu número de colisões <sup>(14)</sup>.

Apenas um estudante expressou satisfatoriamente a concepção cientificamente aceita para o fenômeno em questão (“o aquecimento eleva o grau de agitação das partículas presentes no erlenmeyer, a distância entre as partículas aumenta e o ar ocupará mais espaço enchendo o balão”).

Em consonância com os resultados da pesquisa de Silva et al. <sup>(7)</sup>, alguns estudantes consideraram a existência de um líquido dentro do erlenmeyer (“houve um aquecimento do líquido...”, “a água passando para o estado vapor”). Acreditamos que a demonstração do experimento poderia levar a um resultado diferenciado, no qual a categoria “presença de líquido” fosse menos representativa. No entanto, não se pode excluir totalmente a possibilidade da existência de tal concepção, o que é evidenciado na resposta inadequada dada por um estudante no trabalho citado anteriormente: “o ar que está dentro do erlenmeyer possui gotículas de água...” (ibid).

Na categoria “explicação macroscópica” estão incluídas as respostas que consideram a ocorrência de uma transformação e a mesma é explicada em nível macroscópico, como exemplo: “aquecimento do ar dentro do erlenmeyer”; “pelo aquecimento o ar dentro do erlenmeyer expande, pois torna-se menos denso”. As explicações permanecem em nível superficial, não esclarecendo, em nível microscópico, como ocorre a

expansão do ar, ou porque ele se torna menos denso quando aquecido.

Segundo Julián et al. <sup>(19)</sup>, interpretar os fenômenos macroscópicos em termos microscópicos é um dos objetivos da escolarização secundária. Neste trabalho, realizado com licenciandos em Química, do 7º período, observa-se que as respostas agrupadas na categoria “explicação macroscópica” perfazem 50,00% do total de respostas, um valor bastante representativo, que evidencia falhas na educação secundária.

Um estudante explicou o fenômeno dado de forma muito anômala: “ebuliometria ? ocorre o aquecimento de um determinado gás e ocorre a evaporação total”. Percebe-se que o aluno busca utilizar termos químicos sem ter, no entanto, um entendimento concreto do significado dos mesmos. Essa utilização inadequada de termos químicos, evidenciada pelo seu uso de forma incoerente e descontextualizada das situações propostas, evidencia uma não apropriação efetiva de conceitos.

Na categoria “explicação microscópica” foram agrupadas todas as respostas que consideraram a ocorrência de modificação no balão e que explicaram esta modificação usando termos pertencentes ao âmbito microscópico. Algumas das explicações dadas para o enchimento do balão foram: “aconteceu um aquecimento das moléculas existentes (ar) fazendo com que o balão se enchesse”, “expansão das moléculas, pois ocorreu mais choques”, “as partículas de ar vão se agitar e se expandir pelo meio do sistema”. Das quatro respostas encontradas nessa categoria, três (75%) evidenciam a presença de substancialismo, que é a atribuição de propriedades do nível macroscópico às partículas microscópicas.

A presença de substancialismo indica que os estudantes entendem tais partículas como grãos de matéria, o que já foi constatado por diversos pesquisadores <sup>(20, 19, 7)</sup>.

Segundo Mortimer <sup>(20)</sup>, “um estudante com a visão substancialista provavelmente não representa as partículas como um modelo, mas como uma cópia da própria realidade” (p. 129). Essa visão realista se relaciona à ausência de uma visão apropriada de modelo científico.

Percebemos então, a partir de tais resultados, a existência de obstáculos epistemológicos <sup>(21)</sup> que persistiram ao longo da educação básica e da graduação dos estudantes. Acreditamos que essa falta de entendimento e compreensão manifestada pelos mesmos está relacionada aos programas de ensino e metodologias com os quais conviveram durante a sua formação.

Os resultados do teste inicial mostraram que uma percentagem significativa dos estudantes manifestou concepções inadequadas, apesar de já terem cursado várias disciplinas de conteúdo específico. Isso contraria resultados de pesquisas

segundo os quais, em geral, a percentagem de estudantes que usam idéias cientificamente aceitas aumenta com a idade e com a instrução<sup>(20)</sup>. Tais resultados nos levam a refletir sobre a eficácia dos cursos de formação inicial em proporcionar tal compreensão.

Carvalho e Gil-Pérez<sup>(22)</sup>, ao considerarem o conhecimento da matéria a ser ensinada como uma das necessidades formativas dos professores de ciências, referem-se a estudos que mostram que a preparação proporcionada pela formação inicial em relação aos conteúdos científicos costuma ser insuficiente.

## 2. Resultados da apresentação dos trabalhos pelos grupos

Durante a apresentação dos trabalhos pelos grupos, o debate foi se intensificando à medida que os licenciandos perdiam o “medo” de expressar suas próprias concepções. Algumas de suas atitudes foram muito significativas e merecem ser colocadas.

Os componentes de cada grupo, em suas falas, explicitaram as concepções que possuíam. Foram utilizados termos como “moléculas maleáveis”, “detergente reage com água”, “existência de ar entre as moléculas de água”.

No decorrer do debate, os estudantes apontaram também alguns questionamentos para serem discutidos (por exemplo: o estado de agregação e densidade da água) e fizeram críticas ao livro didático de Ensino Médio. Duas colocações, referentes ao livro didático, foram relevantes: as analogias e metáforas usadas equivocadamente para explicar o equilíbrio químico e as definições dadas de forma simplista para fenômeno químico (irreversível) e fenômeno físico (reversível).

O critério reversibilidade, comumente utilizado pelo livro didático para distinguir fenômeno físico de fenômeno químico, é apontado por Lopes<sup>(23)</sup> como não sendo adotado pela ciência. A fim de desmistificar a visão simplista de fenômenos, foi discutida com os estudantes a complexidade dos mesmos, caracterizada pela coexistência de fenômenos químicos e físicos em várias circunstâncias.

Os licenciandos também questionaram o tipo de ensino recebido por eles, a estrutura curricular adotada no curso e a falta de entrosamento entre os vários conceitos ao serem ensinados. Esta percepção dos estudantes é um consenso entre estudantes dos cursos de licenciatura em química ao refletirem sobre a sua formação, como aponta Maldaner<sup>(24)</sup>.

Um licenciando expressou a importância do conhecimento das concepções alternativas para o exercício da sua profissão em sala de aula. Esta constatação, bem como todo o debate realizado durante as apresentações, vem ao encontro da sugestão de Gunstone e Northfield, apresentada por Vilani e Freitas<sup>(25)</sup>, segundo a qual “qualquer processo de mudança nas idéias e visões dos

alunos deve ser primeiramente reconhecido pelos próprios alunos” (p. 13).

## 3. Resultados do pós-teste

O pós-teste e o questionário foram aplicados após o término das apresentações. No pós-teste constavam as mesmas questões do teste inicial. Ele foi respondido por 17 estudantes.

Observamos que houve um aumento no número de respostas condizentes com a concepção cientificamente aceita para a questão nº 1. A percentagem obtida foi de 47,06%, correspondente a oito alunos.

Para a questão nº 2, o aumento no número de respostas próximas à concepção científica foi menor que aquele apresentado na questão nº 1 (29,41%, correspondente a cinco alunos). Observamos o aparecimento de uma nova categoria, que mostra a proporção 1:1, com alguns íons dissociados e outros não. Acreditávamos que isto se devia a um entendimento pelo estudante de que a dissociação das substâncias iônicas em água não é total, hipótese confirmada por um dos estudantes ao ser questionado sobre sua representação.

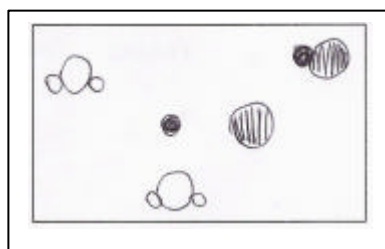


Figura 9: Representação da nova categoria.

Um estudante, ao responder as questões nº 1 e nº 2, enfatizou o movimento das moléculas e íons, como mostra a sua representação para a questão nº 1:

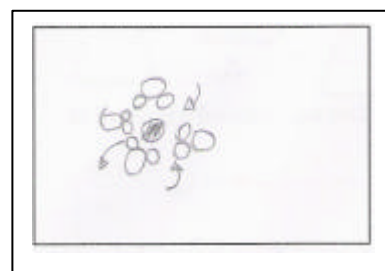


Figura 10: Representação do movimento das moléculas na dissolução do açúcar em água.

Analisando os resultados do pós-teste das questões sobre dissolução de substâncias em água, observamos que vários estudantes não apresentaram consistência nas teorias utilizadas para explicar as mesmas. No teste inicial, havíamos constatado a predominância de consistência no uso

das teorias. Acreditamos que essa inconsistência no pós-teste aponta para geração de conflito cognitivo após os debates realizados em sala de aula. Este resultado é visto por nós como positivo, pois, de acordo com Moreira e Lang da Silveira<sup>(26)</sup>, mesmo que a instrução não leve ao abandono das concepções alternativas pelos alunos (mudança conceitual), há, pelo menos, o surgimento de significados científicos na estrutura cognitiva dos mesmos.

Em relação à questão nº 3, treze estudantes (76,47%) que a responderam fizeram uso de explicações microscópicas. No entanto, destas respostas, somente cinco se aproximaram da concepção cientificamente aceita. Tal resultado enfatiza a crença em se haver promovido um conflito cognitivo. Houve uma desestabilização das concepções anteriores, necessária para a evolução conceitual. Embora novas situações problematizadoras pudessem ser propostas para acompanhar tal evolução, esse não era o objetivo deste trabalho.

#### 4. Resultados do questionário

A percepção da existência de suas próprias concepções alternativas, objetivo principal deste trabalho, foi confirmada pelas respostas dadas no questionário pela maioria dos licenciandos. Algumas dessas respostas evidenciam tal percepção:

- "Sim, pois a questão da cristalização do gelo eu tinha uma concepção de que ficava ar entre as moléculas".

- "Sim. Dilatação térmica e ocorrência de fenômenos físicos nos fenômenos químicos".

- "Possuía várias. A respeito de calor e temperatura, para mim o conceito científico era bem parecido com a realidade".

- "Sim; o estado de agregação das moléculas da água por exemplo, da constituição da matéria, etc".

A maioria dos estudantes considerou o trabalho desenvolvido importante para a sua formação como professor e para a sua futura prática docente, o que pode ser confirmado por algumas respostas dadas:

- "Sim. Com o auxílio dessa disciplina, pude consertar minhas falhas para não transmiti-las aos alunos. Com os novos conceitos adquiridos, as informações a serem transmitidas passam a ser mais claras e precisas".

- "Sim, pois me deu uma visão mais ampla do que os alunos podem compreender e ter a concepção sobre determinado conteúdo ou fenômeno...".

- "Sim. Pois através destes trabalhos pude perceber minhas concepções alternativas, que também são as concepções de muitos alunos, com isto poderei lecionar de forma coerente, desconsertando conceitos que nos livros didáticos

se encontra de forma errada para assim facilitar o aprendizado dos alunos".

Outras colocações feitas pelos estudantes e que consideramos relevantes são apresentadas a seguir:

- Referentes à inter-relação entre os conceitos científicos:

"... eu não conseguia correlacionar os assuntos de química, via cada tópico separadamente e não percebia que um necessita do outro para ser bem interpretado";

"Eu achava que as teorias atômicas só tinham utilidade para entender a estrutura do átomo. Eu não conseguia fazer conexão dessas teorias com outros conteúdos".

- Referentes ao processo ensino/aprendizagem:

"... tinha a concepção de que todos os alunos iam para sala de aula sem conhecimento do conteúdo, me esquecia das experiências adquiridas pelos alunos fora da sala";

"... a concepção de que o professor tem a função de ensinar e assim sendo nunca aprende..."

A partir das respostas dos estudantes, percebemos que, além de identificarem algumas de suas concepções alternativas relativas aos conceitos científicos abordados, os mesmos vislumbraram a complexidade do processo ensino/aprendizagem, sobre o qual também possuem concepções alternativas.

#### 5. Reflexões finais

O trabalho realizado demanda algumas considerações acerca do ensino e aprendizagem de química e da formação inicial do professor de ciências.

Primeiramente, queremos abordar a forma descontextualizada que os professores e livros didáticos tratam os níveis macroscópicos, microscópicos e representacionais no nível superior de educação, questão também levantada por Machado<sup>(3)</sup> em relação ao ensino de química na educação básica. Enfatizam-se os níveis representacionais e teóricos, sem, contudo, haver uma discussão sobre os modelos científicos e as representações matemáticas.

As explicações em nível microscópico envolvem conceitos abstratos, com linguagem diferenciada. Segundo Taber<sup>(4)</sup>, embora o professor consiga transitar pelos níveis macroscópico e microscópico de forma coerente, isto não acontece com os estudantes. Como consequência da dificuldade em transitar entre esses dois níveis do conhecimento químico, os estudantes desenvolvem idéias dúbias, que podem culminar em obstáculos epistemológicos, como o substancialismo e animismo. Daí destacarmos a importância do professor de química enfatizar e tratar com clareza



as transições que realiza ao explicar fenômenos do nível macroscópico a partir do nível microscópico.

Outro fator importante, também inerente ao processo ensino/aprendizagem de conhecimento químico, é o papel da linguagem. De acordo com Gilbert e Osborne apud Molina<sup>(27)</sup>, as interpretações dadas pelo estudante, ao ler ou ouvir uma palavra em um contexto científico, podem ser de caráter prosaico e apresentar pouca profundidade.

A necessidade de reflexão sobre a formação inicial refere-se tanto à questão pedagógica quanto ao conteúdo específico. Na grande maioria dos cursos de licenciatura em química do nosso país existe uma dicotomia entre estes dois aspectos. Professores universitários de conteúdo específico não possuem um preparo pedagógico e o seu ensino concentra-se na transmissão e cobrança de conteúdos científicos como verdades absolutas<sup>(24)</sup>.

Em relação às concepções alternativas dos estudantes, é necessário que os professores universitários percebam a sua dimensão e as barreiras que elas criam para uma aprendizagem significativa. Caso contrário, muitos estudantes irão construir seu novo conhecimento sob fundações instáveis, por melhor que a química universitária tenha sido explicada<sup>(28)</sup>. Como consequência, tais estudantes não compreendem ou compreendem superficialmente o conteúdo ensinado e tendem a reproduzir a mesma prática pedagógica de seus professores.

Assim, a carência de conhecimentos científicos transforma o professor em um transmissor mecânico dos conteúdos do livro didático e é apontada como a principal dificuldade para que os professores afetados se envolvam em atividades inovadoras<sup>(22)</sup>.

## Conclusões

Embora estejam em um nível superior de ensino, os estudantes investigados não utilizam adequadamente os modelos científicos para explicar os fenômenos.

As dificuldades encontradas pelos estudantes na interpretação dos fenômenos têm implicações nas relações de ensino de química.

Há a necessidade de se refletir sobre a capacidade de atuação dos professores que já estão nas escolas, bem como dos que estão sendo formados em cursos de licenciatura.

Trabalhos que procuram investigar as concepções alternativas dos estudantes de licenciatura justificam-se, na medida em que esses, ao identificarem as suas próprias concepções, possam refletir sobre a importância de se atentar para os conhecimentos prévios dos seus futuros alunos no processo ensino/aprendizagem.

## Agradecimentos

Agradecemos aos estudantes do 7<sup>o</sup> período do curso de Licenciatura em Química do Instituto Superior de Educação de Brasília-FACGAMA do 1<sup>o</sup> semestre de 2006.

- <sup>1</sup> Diniz, R.E.S. *Questões Atuais no Ensino de Ciências* (Nardi, R.) Concepções e práticas pedagógicas do professor de ciências. 4<sup>a</sup> reimp. São Paulo: Escrituras Editora, **2005**, p.27-33 (Educação para a ciência).
- <sup>2</sup> Mortimer, E. F. *Investigações em Ensino de Ciências*, **1996**, 1(1).
- <sup>3</sup> Machado, A. H. *Aula de química: discurso e conhecimento*. Ijuí: Ed. Unijuí, **1999**. (Coleção Educação em Química).
- <sup>4</sup> Taber, K. S. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, **2001**, 2(2), p. 123-158.
- <sup>5</sup> Vygotsky, L. S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, **1987**.
- <sup>6</sup> Nardi, R. e Gatti, S. R. T. *Ensaio*, **2004**, 6(2).
- <sup>7</sup> Silva et al. VENEQ, **2005**, Anais...
- <sup>8</sup> Romanelli, L. I. *QNEscola*, **1996**, n° 3, p. 27-31.
- <sup>9</sup> Mortimer, E. F. *QNEscola*, **1995**, n° 1, p. 23 -26.
- <sup>10</sup> Beltran, N.O. *QNEscola*, **1997**, n° 5, p. 14 -17.
- <sup>11</sup> Mortimer, E.F. e Amaral, L.O.F. *QNEscola*, **1998**, n° 7, p. 30-34.
- <sup>12</sup> Machado, A.H. e Aragão, R.M.R. *QNEscola*, **1996**, n° 4, p. 18 -20.
- <sup>13</sup> Justi, R.S. e Ruas, R.M. *QNEscola*, **1997**, n° 5, p. 24 -27.
- <sup>14</sup> Russell, J.B., *Química Geral*, vol.1, 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Mc Graw-Hill, **1994**.
- <sup>15</sup> Atkins P.W. e Jones, L., *Princípios de Química - Questionando a vida moderna e o meio ambiente*. Port o Alegre: Bookman, **2001**.
- <sup>16</sup> Kotz, J.C. e Treichel Jr., P., *Química e reações químicas*, vol. 1, 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: LTC, **1998**.
- <sup>17</sup> Aragão, R.M.R. et al. *Resumos da 14a. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, Caxambu, **1991**, ED-19.
- <sup>18</sup> Oliva Martínez, J. M. *Ensenanza de las ciencias*, **1996**, 14(1), p. 87-92.
- <sup>19</sup> Julián et al. *Investigações em Ensino de Ciências*, **2002**, 7(3).
- <sup>20</sup> Mortimer, E.F. *Linguagem e conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, **2000**.
- <sup>21</sup> Bachelard, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, **1996**.
- <sup>22</sup> Carvalho, A. M. P. e Gil-Pérez. *Formação de professores de ciências*. 7<sup>a</sup> ed. São Paulo: Cortez, **2003**. (Coleção Questões da Nossa Época).
- <sup>23</sup> Lopes, A. R. C. *QNEscola*, **1995**, n° 2, Nov, p. 7 -9.
- <sup>24</sup> Maldaner, O. L. *A formação inicial e continuada dos professores de química professor/pesquisador*. 2<sup>a</sup> ed. Ijuí: Ed. Unijuí, **2003**.
- <sup>25</sup> Villani, A. e Freitas, D. *Investigações em Ensino de Ciências*, **2002**, 7(3).
- <sup>26</sup> Moreira e Lang da Silveira. *Ensenanza de las ciencias* **1996**, 14(1), p. 75-86.
- <sup>27</sup> Molina, J. A. L. *Ensenanza de las ciencias*, **1988**, 6(2), p. 195-197.
- <sup>28</sup> Taber, K. S. *University Chemistry Education*, **2000**, 4(2), p. 63-72.