

CONCEPÇÕES DE ALUNOS INGRESSANTES NO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA SOBRE ALGUNS CONCEITOS DE SOLUÇÕES

CONCEPTIONS OF NEW STUDENTS AT THE COURSE OF DEGREE IN CHEMISTRY ABOUT ANY SOLUTIONS CONCEPTS

Santos, Luzia Rejane Lisboa; Lima, João Paulo Mendonça; Sarmiento, Victor Hugo Vitorino

Luzia Rejane Lisboa Santos
luziarejanelisboa@gmail.com
Universidade Federal de Sergipe, Brasil

João Paulo Mendonça Lima
jpufs@hotmail.com
Universidade Federal de Sergipe, Brasil

Victor Hugo Vitorino Sarmiento
vhsarmiento@gmail.com
Universidade Federal de Sergipe, Brasil

Revista de Ensino de Ciências e Matemática
Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil
ISSN-e: 2179-426X
Periodicidade: Trimestral
vol. 8, núm. 3, 2017
rencima@cruzeirodosul.edu.br

Recepção: 03 Janeiro 2017
Aprovação: 05 Setembro 2017

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/509/5094445003/>

DOI: <https://doi.org/>

Resumo: A química é uma ciência que circunda em três níveis do conhecimento: o nível macroscópico, o microscópico e o simbólico. Para uma aprendizagem efetiva se faz necessário que o ensino da química transite por esses níveis. Entretanto, trabalhos anteriores mostram que os alunos de química transitam somente entre o macroscópico e o simbólico, possuindo uma falta de compreensão no nível atômico-molecular, o que causa uma lacuna para uma aprendizagem química efetiva. No presente trabalho, buscou-se identificar as concepções dos ingressantes do curso de Licenciatura em Química sobre o conceito de soluções. O aspecto qualitativo e o processo de formação de misturas em nível microscópico foram priorizados, tendo um enfoque teórico na análise das representações mentais dos pesquisados e ampliando a discussão sobre aprendizagem em química. Os dados foram coletados a partir da aplicação de um questionário e entrevistas, e analisados por meio de uma análise do conteúdo por categorias. Os resultados mostraram a falta de compreensão de conceitos a nível atômico-molecular, atribuído ao pré-conhecimento adquirido no ensino médio, que prioriza um ensino quantitativo com uma abordagem macroscópica da ciência.

Palavras-chave: concepções, soluções, níveis explicativos.

Abstract: Chemistry is a science that surrounds on three levels of knowledge: the macroscopic level, the microscopic and the symbolic. For effective learning, it is necessary that the chemistry teaching transits through these levels. However, previous studies have shown that chemistry students know only between the macroscopic and the symbolic, having a lack of understanding at the atomic-molecular level, causing a gap for effective learning chemistry. In this work sought to identify the conceptions of freshmen the Chemistry degree course about the concept of solutions, prioritizing the qualitative aspect and the process of mixtures formation at microscopic level, having a theoretical approach in the analysis of mental representations of the students and expanding the discussion about learning in chemistry. Data were collected from a questionnaire and interviews, and analyzed through analysis

of content by categories. The results showed a lack of understanding of the atomic-molecular level concepts, assigned to the pre-knowledge acquired in high school, which prioritizes a quantitative education with a macroscopic approach to science.

Keywords: conceptions, solutions, explanatory levels.

INTRODUÇÃO

A química é uma ciência que explora seus conceitos em uma perspectiva abstrata. Ensinar química promovendo a aprendizagem significativa requer o uso de métodos que auxiliem o processo de construção do conhecimento, a partir de discussões sobre conceitos abstratos. Os métodos baseiam-se principalmente em elaborações mentais, tais como o estudo das concepções e o uso de analogias, modelos e símbolos.

Na década de 1970, pesquisas mostraram que crianças possuíam concepções prévias sobre tópicos da ciência, diferentes das cientificamente aceitas. Também foi observado que os alunos constroem ideias a partir de suas experiências, tendo assim um pensamento formado por informação meramente sensorial. Tais ideias podem ser um obstáculo para a aprendizagem escolar se não são coerentes com a teoria científica. Na década de 1980, as pesquisas buscaram investigar se essas concepções poderiam ser transformadas ou eliminadas, dando lugar a concepções que fossem coerentes com o conhecimento científico. Tais pesquisas fez surgir métodos para a mudança ou substituição de concepções alternativas pelas cientificamente aceitas. Tarefa nada fácil, tendo em vista que os indivíduos geram diferentes construções mentais a partir de um mesmo conjunto de informações. Entende-se então a necessidade do pluralismo de alternativas para se pensar o ensino e a aprendizagem de ciências (RASTOS et al., 2004).

O ensino de ciências tem como proposta transformar o conhecimento científico em escolar, configurando área importante quanto a questões acadêmicas, principalmente quando se questiona como; e porque ensinar Química. O domínio do conteúdo químico por si só não resolve os problemas de sua aprendizagem, principalmente em cursos de Licenciatura, que tem como objetivo formar professores para atuar na Educação Básica e que devem compreender as questões que favorecem e limitam a aprendizagem (SCHENETZLER, 2002). A pesquisa nesta área busca identificar os interferentes no ensino e aprendizagem, propondo métodos que diminuam as dificuldades dos alunos na compreensão do conhecimento científico, aperfeiçoando-os em sala de aula.

Leão e Kahlil (2015) em um apanhado da história do ensino de ciências no Brasil faz uma abordagem sobre os conceitos e teorias utilizadas. Constataram que a formação dos conceitos se constitui a partir de relações entre o conhecimento presente no mundo e as mudanças produzidas pelo próprio homem, que está em constante construção. A construção do conhecimento científico cabe ao professor com a correta mediação, a partir do conhecimento do próprio indivíduo. A mediação ocorre quando há insatisfação com a concepção existente, sendo necessária uma mudança conceitual, na qual o aluno deve entender como a nova concepção pode modificar os conhecimentos anteriores. Sendo importante ressaltar que a mudança conceitual não é a troca de uma coisa por outra, mas sim algo complicado que requer planejamento e conhecimento do que está a ser modulado.

Gibin e Ferreira (2012) utilizaram “imagens” como método auxiliar em aulas de Química, avaliando a opinião dos estudantes sobre a utilização de tal recurso didático. Os pesquisadores construíram um banco de dados com imagens sobre conceitos químicos, levando em consideração o conhecimento prévio do aluno. Os estudantes envolvidos na pesquisa constataram que o uso de imagens em sala de aula auxilia na aprendizagem. A maioria dos estudantes apresentou dificuldade para associar a teoria com a prática, como também dificuldade para imaginar os fenômenos químicos. A utilização de recursos visuais auxiliou no estabelecimento de relações entre a teoria e a prática no processo de imaginar os fenômenos químicos.

A utilização de recursos visuais na química é de suma importância devido aos três níveis de representação do conhecimento: o primeiro, o macroscópico ou fenomenológico que trata da matéria, suas propriedades e transformações visíveis. Existe também um mundo que não podemos visualizar, esse nível é o microscópico, também denominado de teórico, aonde a química trata de fenômenos em termos de rearranjo dos átomos. O terceiro nível é o simbólico ou representacional. Nele, a descrição dos fenômenos químicos é feita por símbolos químicos e equações matemáticas. Esse nível mantém unido os outros dois, o macroscópico e o microscópico, e assim podemos mapear esses três aspectos da química como um triângulo, aonde cada nível é um vértice (ATKINS; JONES, 2011).

Os alunos apresentam concepções alternativas, por meio das quais criam modelos para transitar do nível macroscópico para o microscópico. Modelos estes que são necessários para a compreensão de uma ciência como a química, que lida com conceitos abstratos e interpreta o mundo por meio de teorias. Os modelos mentais e visuais são utilizados em diversas áreas da ciência. Em química seu uso é essencial, por exemplo, para o ensino de teoria atômica, uma vez que não temos a convicção de que o átomo é real, de que exista, ou como ele seja. Trabalhamos baseados na teoria que foi construída ao longo dos anos e é a partir dela que tornamos possível o ensino e a sua aprendizagem (SANTOS, 2011).

Os modelos mentais possuem algumas características: são normalmente não científicos, pois as pessoas acabam refletindo suas crenças sobre a representação; costumam ser o mais simples possível, deste modo são econômicos e são também incompletos, pois normalmente as pessoas mostram limitações na elaboração de um modelo (GIBIN; FERREIRA, 2010).

Na literatura é possível encontrar várias definições de modelo. De acordo com Moreira, Greca e Palmero (2002, p. 54), “modelos mentais são representações, são formas, intermediárias que a mente humana usa como ferramenta para adquirir entendimento”. Os autores consideram assim modelos como analogias, que criamos para explicar determinados fenômenos e a partir delas podemos entender as concepções que utilizamos para criá-las, pois os mesmos são construídos a partir do discurso e de nossas percepções.

Ferreira e Justi (2008) consideram modelos como ferramentas e produto da ciência. O desenvolvimento de pesquisas sobre modelos auxilia tanto no desenvolvimento de determinado conteúdo quanto no processo de aquisição do conhecimento. Os autores elaboraram uma sequência de atividades relacionadas a construção, reformulação e socialização dos modelos construídos. Segundo os autores:

A atividade de elaborar modelos permite ao aluno visualizar conceitos abstratos pela criação de estruturas por meio das quais ele pode explorar seu objeto de estudo e testar seu modelo, desenvolvendo conhecimentos mais flexíveis e abrangentes. (FERREIRA; JUSTI, 2008, p. 33).

Chassot (1996) considera que construímos modelos para facilitar as interações com os objetos modelados, podendo fazer previsões de propriedades em diferentes situações. Possuímos dificuldade em imaginar devido à forma como interagimos com a natureza, mas por meio da aquisição de novos conceitos nossos modelos podem ser modificados.

Gibin e Ferreira (2009), investigaram os modelos mentais de estudantes do primeiro ano do ensino médio sobre o conceito de solubilidade, baseados na teoria de de Jhonson-Laird, a qual considera modelos mentais como analogias estruturais do mundo. Por meio da realização de um minicurso, os estudantes realizaram experimentos e em seguida construíram animações utilizando a técnica *spot-motion*. As animações permitiram que seus modelos fossem representados e analisados. Observaram-se três principais modelos para a dissolução de sal em água: a primeira dissolução como separação de íons; a segunda como um processo de recristalização e a terceira como hidratação de um cristal sem separação de íons. A existência de diferentes modelos mostrou a importância de investigar os modelos mentais dos estudantes, pois em uma mesma sala de aula pode haver elevada diversidade de modelos mentais.

Em outro trabalho, Gibin (2010) analisou os modelos mentais de estudantes de todos os períodos de um curso de Licenciatura e comparou os modelos dos formandos deste curso com os formandos do curso

de Bacharelado em Química sobre conceitos químicos. Por trabalhar com alunos de todos os períodos, foi possível observar a evolução da aprendizagem ao longo do curso de Licenciatura, os modelos mentais foram melhorando em relação a alguns fenômenos, evidenciando uma aprendizagem química. Entre os bacharéis e os Licenciandos houve um melhor desempenho dos licenciandos, com uma diferença de cerca de 20% de uma turma em relação à outra. De forma geral, concluiu-se que os alunos possuem representações de modelos semelhantes ao dos alunos do ensino médio, o que faz repensar sobre a formação inicial ofertada nos cursos superiores.

Andreu e Recena (2007) verificaram a influência de um objeto de aprendizagem baseado em uma simulação computacional da ebulição da água em nível microscópico, sobre as concepções de alunos do ensino médio. Como resultado, percebeu-se que a maioria dos alunos não identificou as moléculas de água no vapor, como também não as representaram no nível microscópico, tendo assim uma aprendizagem mecânica, possivelmente devido a utilização de métodos clássicos de ensino, que dão ênfase a definição do conceito. Com a utilização do objeto de aprendizagem, os autores observaram uma evolução conceitual, mas parte considerável dos alunos ainda não apresentou compreensão em nível microscópico, e não articularam do macro para o microscópico.

Um dos conceitos químicos facilmente identificáveis no cotidiano do aluno é o de soluções, o qual pressupõe a compreensão de ideias sobre substâncias, misturas, ligações e interação química, existindo também relações com o conteúdo de eletroquímica e reações químicas. No cotidiano de um químico é comum o uso de reagentes e soluções, como também na vida de várias pessoas, pois muitos alimentos, materiais de limpeza, remédios e cosméticos são soluções.

No presente trabalho, buscamos identificar as concepções dos ingressantes do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Sergipe - *Campus* Professor Alberto Carvalho em Itabaiana-SE sobre o conceito de soluções. Foi priorizado o aspecto qualitativo e o processo de formação de misturas em nível microscópico, tendo um enfoque teórico na análise das representações mentais dos pesquisados.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Sujeitos da pesquisa

O estudo foi realizado com estudantes ingressantes no curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Sergipe - *Campus* Professor Alberto Carvalho em Itabaiana/SE, no período 2012/1. Fizeram parte desta pesquisa dezessete alunos, identificados neste trabalho pelo código (A1 à A17). Os sujeitos da pesquisa participavam, no momento da coleta de dados, de um curso de nivelamento, oferecido aos alunos após matrícula na graduação.

O curso de nivelamento faz parte de um projeto desenvolvido no *Campus* Professor Alberto Carvalho em Itabaiana pelos cursos da área de química, física e matemática que se iniciou com preocupação pelo número reduzido de concluintes nas Ciências Exatas, segundo levantamento feito pela equipe da Secretaria Acadêmica (SEAP) em 2010 (ENNES, 2012). A proposta de inserção de cursos de nivelamento nos primeiros semestres dos cursos de graduação é resposta ao fracasso do desempenho dos alunos da educação básica, pois o que se percebe é que a formação oferecida nos ensinos fundamental e médio não é adequada, sendo comuns as queixas dos docentes do ensino superior quanto às falhas de formação e ao baixo nível apresentado pelos alunos, sobretudo no início da graduação.

Por tratar-se de alunos recém-chegados a universidade, o grupo representa parte dos estudantes de Licenciatura em química do *Campus*, sendo o estudo de suas concepções um bom representativo de como estão ingressando na universidade, pois tais concepções são oriundas da aprendizagem obtida no ensino médio. O estudo fornece indicativos das dificuldades apresentadas pelos estudantes ao ingressar no ensino superior, além de contribuir com reflexões sobre a necessidade de modificações na formação inicial, com vistas a favorecer a aprendizagem.

INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Questionário

A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas. A primeira consistiu na aplicação de um questionário, que foi adaptado e validado na literatura (CARMO et. al, 2010).

O questionário é um instrumento de coleta de dados usado na pesquisa quantitativa e qualitativa, sendo formado por uma série de questões destinadas a um determinado grupo. Sua elaboração deve manter objetividade evitando indução de respostas. Entre as vantagens do método, destaca-se a liberdade com que os sujeitos da pesquisa apresentam suas opiniões. Dentre as limitações do seu uso, destaca-se o baixo índice de respostas. Necessita-se assim atenção do pesquisador na elaboração das questões, pois se as perguntas estiverem mal elaboradas ou com duplo sentido pode levar o pesquisado a interpretá-las de maneira errada. Os questionários fornecem dados que possibilitam o aprofundamento do trabalho e utilização de outras técnicas, como a entrevista, podendo ser traçado roteiros mais bem elaborados (JESUS; LIMA, 2012).

O questionário aplicado nesta pesquisa foi composto por três questões sobre o conteúdo de soluções, com a finalidade de avaliar os conhecimentos dos alunos sobre o tema e obter sua noção submicroscópica. No início da aplicação dos questionários, foi explicado aos alunos o propósito da pesquisa e o quanto a participação deles era fundamental para o desenvolvimento do projeto, tentando empenhá-los na resolução das questões, mostrando a importância do trabalho.

Na primeira questão solicitou-se que os estudantes definissem “dissolução”, com a finalidade de diagnosticar seus conhecimentos sobre o processo de formação de uma solução. Nas duas questões seguintes, os estudantes deveriam construir modelos que explicassem o fenômeno da formação de sistemas homogêneos e heterogêneos nas situações citadas. Os exemplos utilizados para os sistemas são situações do cotidiano de cada aluno, aonde se espera que ele utilize os conceitos químicos para explicar ocorrências diárias. Nessas questões foi solicitado que os alunos fizessem desenhos que representassem suas concepções sobre os fenômenos, a um nível microscópico, representando sua visão no nível atômico-molecular de todas as substâncias citadas para formação dos sistemas.

Entrevistas

Outro método de coleta de dados utilizado nessa pesquisa foi a entrevista semiestruturada, baseada na organização de Triviños (1987). O roteiro das entrevistas ocorreu de acordo com as respostas escritas que os alunos apresentaram no questionário, podendo fazer outras perguntas a partir das respostas, caracterizando a semiestrutura inicial. O principal foco das entrevistas foram as concepções mais distantes do conceito científico, tentando compreender de forma mais profunda os tópicos mais relevantes. Os sujeitos responderam a entrevista em posse do questionário as quais foram gravadas e transcritas.

A partir da análise dos questionários, foram realizadas cinco entrevistas individuais. Os sujeitos da pesquisa foram identificados pelo mesmo código usado no questionário. Durante o convite para participação da entrevista explicamos aos alunos que eles não estavam sendo avaliados, fornecemos garantias da manutenção de seu anonimato, por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Nos termos foram disponibilizadas informações sobre os objetivos do trabalho e autorização para publicação dos dados.

INSTRUMENTO DE ANÁLISE

A categorização das respostas dos questionários e entrevistas foi realizada mediante análise de conteúdo de Bardin (2009). A análise do conteúdo pode ser quantitativa ou qualitativa. No método quantitativo considera-se a repetição dos caracteres, fazendo uma contagem destes, enquanto que na análise qualitativa não se observa a frequência das palavras, mas sim a presença ou não de dada característica nos dados.

O método baseia-se de modo geral em dois objetivos: o primeiro é a superação da incerteza no julgamento do pesquisador quanto à leitura crítica sobre os dados, “será minha leitura válida e generalizável?” (BARDIN,

2009, p. 31). Outro objetivo é o enriquecimento da leitura, ler atentamente pode dar o esclarecimento de elementos que em uma primeira leitura não percebemos, tendo uma redescoberta dos conteúdos.

A análise de conteúdo é um método empírico e depende do objetivo que se pretende para a interpretação dos dados da pesquisa, adequando a técnica aos objetivos e seguindo apenas algumas regras de base. A interpretação de respostas a perguntas abertas como é o caso dessa pesquisa é uma exceção quanto a reinventar o método, pois a mesma pode ser feita seguindo uma avaliação por temas (BARDIN, 2009).

Tais regras que podem ser seguidas na análise e categorização do conteúdo são: a homogeneidade de cada categoria, não misturando conceitos; exaustivas, explorando ao máximo o conteúdo; exclusivas, classificando cada elemento de conteúdo em uma única categoria; objetivas, interpretações diferentes devem chegar ao mesmo resultado, devem ser adequadas e/ou adaptadas ao conteúdo e ao objetivo (BARDIN, 2009).

O pesquisador no seu trabalho define unidades de codificação que devem possuir um aspecto delimitado e exato de sentido dos elementos, podendo ainda definir unidades de contexto, superiores a unidade de codificação. Nesse trabalho foram consideradas as unidades de contexto, pois em algumas falas foi encontrado o uso de dois ou mais conceitos em algumas definições, considerando assim que apesar da imagem ser indivisível por natureza uma mesma pessoa possui opiniões diferentes, as quais são o foco dessa pesquisa (BARDIN, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise dos dados coletados com os 17 alunos sujeitos da pesquisa são apresentados por questões e discutidos por categorias. Notou-se a influência de situações observáveis sobre as ideias dos estudantes, que se detêm a uma visão em nível macroscópico. Assim como as explicações, os desenhos também têm uma visão fenomenológica e foram distinguidas em duas dimensões: explicação e representação gráfica.

Na Tabela 1 são apresentadas as concepções dos estudantes sobre o processo de dissolução. Eles definiram o conceito de acordo com o conhecimento químico que construíram no ensino médio.

Carmo e Marcondes (2008) afirmam que na formação da solução ocorre a interação entre as partículas do soluto e do solvente levando em consideração também aspectos quantitativos de ambos. Essa concepção é apresentada nas respostas da primeira categoria, “interação soluto/solvente”, a qual pode ser considerada cientificamente a mais correta quanto ao processo de dissolução e formação da solução. Esta concepção foi observada em poucas respostas, apenas três (3) como visto na Tabela 1, porém esses alunos entenderam que a interação entre essas duas substâncias é que formam uma solução.

“[...] misturar um soluto em um solvente. Tornando-se assim uma solução [...]” (A15).

TABELA 1

Categorias que mostram as concepções dos alunos sobre “dissolver uma substância em outra”.

Categorias temáticas (fi)*	Exemplos: Unidades de Contexto**
1. Interação soluto/solvente (3);	[...] dissolver uma substância em outra, é acrescentar um soluto em um solvente para obter uma solução... [...]
2. Misturar (9);	[...] seria uma maneira de fazer uma mistura de duas, ou mais substância... [...]
3. Diluição (2);	[...] pode ser diluir... [...]
4. Respostas confusas (3);	[...] ela se desmancha no açúcar no café e por ai vai... [...]

* Os valores representados entre parênteses indicam a frequência simples absoluta fi dos temas contidos em cada categoria ** Unidades de contexto que representam cada uma das categorias temáticas

Na maioria das respostas (9) a solução foi considerada somente uma mistura, considerando o ato de dissolver apenas “misturar”, mostrando assim uma visão simplista do processo de interação entre substâncias. Uma explicação que não apresenta o conhecimento químico bem elaborado, mas que talvez tenha sido resultado de uma aprendizagem meramente quantitativa. Entre os alunos desse grupo uma resposta merece destaque, pois a concepção apresentada pelo estudante é de que em uma dissolução ocorre formação de uma nova substância.

[...] É o fato de misturar dois componentes para formar uma substância nova [...] (A16).

Durante a entrevista (entrevista 5) quando o aluno A16 foi questionado sobre se em uma dissolução ocorre formação de uma nova substância, o aluno explicou o processo por meio de um exemplo, a dissolução do sal em água, e disse que ali tinha uma substância nova a água salgada.

Autor: [...] qual é a diferença de componentes pra essa substância nova que foi formada, no seu conceito?

A16: no meu conceito, você quer saber qual a diferença das duas outras pra a nova formada, a mistura?

Autor: então forma uma mistura?

A16: é, você pega dois componentes diferentes pra formar um novo, dissolver é isso... tipo água com sal, você vai ter uma água salgada [...]

Essa concepção é característica de uma transformação (reação) química, em que para a formação de uma nova substância ocorre uma quebra ou formação de uma ligação química. Tal concepção pode ser resultado de um ensino quantitativo, o qual é possível comprovar quando o aluno representa uma reação química para explicar a dissolução da água em nível atômico-molecular, considerando a reação de um ácido com uma base formando água e sal como um processo reversível. A Figura 1 apresenta a representação da interação entre a água e o cloreto de sódio como uma reação química, feita pelo aluno A16.

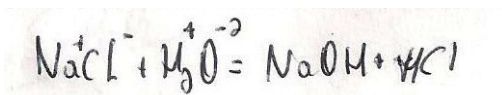


FIGURA 1

Representação da concepção de reação química entre água e cloreto de sódio (A16).

Esse ensino quantitativo é discutido por Echeverria (1996), que ao observar um conjunto de aulas sobre soluções verificou que o nível macroscópico e os aspectos quantitativos foram priorizados pelo professor, com uso de cálculos, tabelas, gráficos e o pouco tempo que dedicou para uma abordagem microscópica sem a participação dos alunos, que na maior parte da aula tiveram um comportamento passivo, participando apenas da resolução de atividades.

O aluno A16 apresentou também equívocos na definição de conceitos químicos, tais como entre substância (componente) e solução, como também o uso do termo “dissolução heterogênea”, que segundo o aluno não tinha conhecimento da definição de dissolução, e como essa palavra foi usada na pergunta ele a utilizou nas respostas, para explicar a formação de sistemas homogêneos e heterogêneos.

Autor: [...] sim por isso ela é heterogênea, mas e dissolução?

A16: eu acho que foi... eu lembro que você colocou dissolução aqui em cima (pergunta), e eu não sabia o que era, eu lembro que eu perguntei ao professor e ele disse é... misturar lá, em todos eu coloquei dissolução [...].

Echeverria (1993), afirma que conceitos como substâncias, mistura e estrutura da matéria são necessários para entender a formação de uma solução. Tais conceitos são adquiridos no processo de ensino, principalmente pela linguagem que o professor utiliza em sala de aula. A autora observou pelas respostas obtidas na pesquisa que o ensino não parece estar contribuindo para a formação conceitual.

Dois alunos mostraram confusão entre o processo de dissolver e diluir, atribuindo a dissolução a característica de diluição. Na literatura, a definição de ambos é bem distinta, a definição de dissolver remete a formação de uma solução, e diluir parte da solução que foi formada durante a dissolução. A mesma aluna utiliza o termo “mistura homogênea insaturada”, que apesar de não ser usual e soar diferente está correto, pois uma mistura homogênea é denominada como uma solução, e insaturação é uma das classificações de uma solução.

“diluir, ou seja, fazer com que se forme uma mistura homogênea insaturada”. (A14)

Em outra categoria se enquadram as respostas que apresentaram confusão de conceitos (3 alunos) sobre a dissolução, não sendo possível enquadrá-las em nenhuma categoria com uma definição considerável. Na resposta do aluno A1, há confusão entre substância e solução e ainda faz uso do conceito de separação de misturas.

[...] podemos dizer que uma solução pode ser dissolvida em outra, separando suas substâncias, como impureza etc... [...] (A1)

A Tabela 2 apresenta as categorias da segunda questão. Situações que apresentam exemplos diários de formação de sistemas homogêneos, aonde são mostradas as opiniões dos alunos sobre a formação das soluções contendo sal e açúcar em água e que deveriam ter apresentado visões microscópicas do processo, mas que aparentemente não apresentam. Tratando-se de compostos formados por interações químicas diferentes, esperava-se a distinção de ambos e principalmente os seus comportamentos durante o processo de dissolução.

O sal (NaCl) sólido é um composto constituído por uma rede ordenada de íons que ao entrarem em contato com a água dissociam-se em íons de sódio e cloro, havendo uma atração entre as cargas opostas. A água é uma molécula polar, possui um polo negativo em uma extremidade no átomo de oxigênio que se atrai ao cátion do soluto e um polo positivo na extremidade (átomos de hidrogênio) que se atraem pelo ânion do soluto. As moléculas de água envolvem os íons do soluto, havendo uma interação intermolecular do tipo íon-dipolo durante a dissolução.

A sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) denominada popularmente de açúcar, é um sólido molecular polar, formada por uma cadeia carbônica com grupamentos hidroxilas (OH) que interagem com a água por ligações de hidrogênio, interações do tipo dipolo-dipolo, e são responsáveis pela dissolução do açúcar. Assim, as moléculas de sacarose ficam dispersas nas moléculas de água (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005). A Figura 2 apresenta a representação do processo de dissolução do sal e do açúcar em água, do nível macroscópico para o nível microscópico.

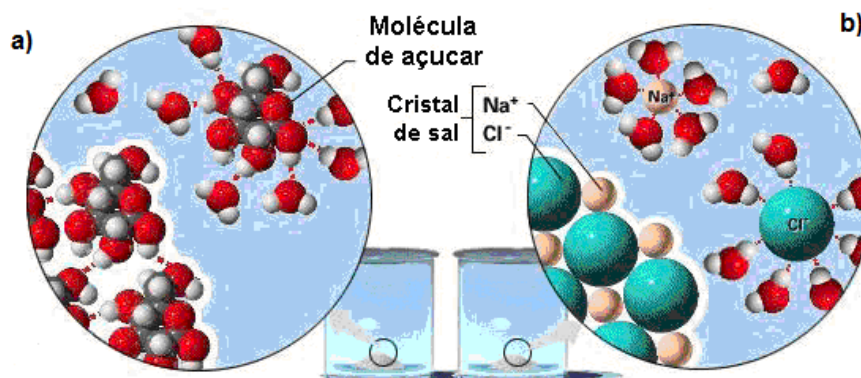


FIGURA 2

Representação no nível atômico-molecular da a) dissolução do açúcar em água b) dissolução do sal em água (SEARA DA CIÊNCIA, UFC).

Em nenhuma das respostas dos questionários e nem nas entrevistas, os alunos expressaram uma ideia microscópica sobre a dissolução, prenderam-se a explicações concretas de ambos os processos. A ideia de homogeneidade foi expressa em várias respostas (13), como a formação de uma solução ou uma mistura, e foram classificadas na primeira categoria. A ideia de quebra de moléculas foi observada em uma das falas, como uma forma de explicar a interação do soluto com o solvente.

Autor: [...] E essa parte que as moléculas de água quebram as de sal, como seria esse “quebrar”?

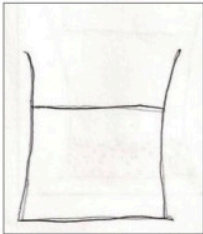

A12: eu achei que tipo assim as de água quebravam as de sal e elas viravam uma só, assim vindo [...].

O uso de expressões redundantes como “solução homogênea” também foi notado, já sendo a solução por definição um sistema homogêneo.

[...] a água e o sal dissolvem formando uma solução homogênea [...] (A15).

TABELA 2

Categorias construídas a partir das explicações para a dissolução de dois solutos em água: sal e açúcar.

Dimensão (fi) *	Categorias temáticas (fi)	Exemplos: Unidades de Contexto**
Explicação	1. Formação de uma mistura/solução (13);	[...] água e sal formam uma mistura homogênea... [...]
	2. Ideia quantitativa (8);	[...] tendo meio copo de água mais uma colher de sal colocar tudo junto e meche... [...]
	3. Confusão entre substância e solução (3);	[...] um misturado com o outro é uma substância homogênea... [...]
	4. Falha no conceito de solubilidade (3);	[...] o açúcar não se dissolve por completo... [...]
Representação gráfica	1. Visão contínua (11);	
	2. Visão submicroscópica (9);	

* Os valores representados entre parênteses indicam a frequência simples absoluta f_i dos temas contidos em cada categoria ** Unidades de contexto que representam cada uma das categorias temáticas

Os alunos estão de um modo presos ao observável, que se remetem ao macro para classificar o micro, como constatado por Rosa e Schnetzler (1998, p. 32) “Muitos concebem o nível atômico molecular como se fosse uma extrapolação do nível fenomenológico. Em outras palavras o que se aplica ao macro também se aplica ao micro”. O aluno A11, mostrou essa visão bem clara durante a entrevista, que utiliza da classificação das soluções para explicar o nível fenomenológico, quando é perguntada sobre o micro. Isso pode ser observado em dois momentos da entrevista.

Autor: [...] Na pergunta seria se você tivesse um microscópio superpotente, então você ia ver dentro, e você fala aqui a olho nu, seria macro ou micro?

A11: No caso aqui não daria pra ver o sal (explicação do desenho) depende da quantidade pra ser uma solução saturada, por que se fosse supersaturada daria pra ver o sal em baixo. Sendo uma solução saturada ela seria macroscópica, no caso né... não, não seria macroscópica se fosse uma saturada [...].

#

Autor: [...] quando você fala de quantidade você está se referindo a solução saturada, insaturada e supersaturada?

A11: isso, por que se fosse insaturada estaria faltando, a saturada ficaria correta e a supersaturada ficaria o sal em baixo, dando pra ver a olho nu.

Autor: então você relaciona isso ao macro e o micro?

A11: isso [...].

Muitos alunos (10) explicaram a dissolução como um procedimento, levando em conta aspectos quantitativos das substâncias, elucidando a quantidade necessária para que o soluto dissolva no solvente.

[...] podemos usar a cada 1 litro de água 500 g de sal e misturar até o sal ser completamente dissolvido [...] (A8).

A confusão entre conceitos também está presente nas respostas desta questão, que foram organizadas na categoria 3 “confusão entre substância e solução”. Tal concepção foi constatada por Carmo e Marcondes (2008, p. 38) “Foi possível verificar, também, certa confusão entre os conceitos de substância pura e mistura homogênea de substâncias (solução), com manifestações de ideias do tipo: solução simples, solução composta, substância homogênea”.

[...] com a dissolução da água com o sal podemos obter uma única substância simples [...] (A10).

A quarta categoria expressa um equívoco entre a solubilidade do açúcar em água, explicando a formação do sistema como uma solução saturada, em que o açúcar não dissolve por completo. O açúcar é uma substância comum no dia-a-dia da maioria das pessoas, tais explicações são fundamentadas em situações diárias, em que se fazem uso de soluções saturadas, com uma quantidade superior do soluto em relação ao que o solvente consegue dissolver. Uma das respostas foi baseada na superfície de contato, aonde o termo utilizado foi “consistência” para explicar o porquê de o açúcar demorar um pouco mais para dissolver do que sal, remetendo-se também a quantidades superiores de soluto para o processo.

Autor: [...] “a água e o açúcar foram misturados, mas mesmo assim o açúcar não se dissolve completamente, acho que por ser mais consistente”. Quando você fala consistente, que característica teria o açúcar pra ter essa consistência?

A13: bom, o açúcar ele é mais cristalizado, e o sal é mais um pó, tanto é que quando nós derrubamos sal em casa, ele se transforma em água, fica líquido, e o açúcar não, ele é mais cristalizado, eu acho que é mais resistente pra se dissolver em água.

Autor: você diz que não se dissolveu completamente, então ele não é solúvel em água?... por exemplo, quando você coloca açúcar no café, ele dissolve?

A13: nem todo, não dissolve todo, a não ser que eu fique muito tempo mexendo, até ele dissolver todo, completamente.

Autor: mas se você colocar pouco açúcar?...

A13: dissolve... [...]

A solubilidade de uma substância pode ser definida como “a quantidade de substância que pode ser dissolvida em certas quantidades do solvente” (BROWN; LEMAY; BRUSTEN, 2005, p.113), porém a solubilização depende da natureza do soluto e do solvente, como também da temperatura e para gases, da pressão. O foco nesse trabalho é com solventes líquidos, quando solutos polares tendem a ser solúveis em solventes polares e solutos apolares são solúveis em solventes apolares. Essa tendência é explorada no ensino médio, como “semelhante dissolve semelhante”.

A polaridade de uma ligação descreve o compartilhamento dos elétrons entre os átomos. Uma ligação covalente apolar é aquela em que os elétrons estão igualmente compartilhados pelos dois átomos. Na ligação covalente polar, um dos átomos da ligação exerce maior atração do que o outro sobre os elétrons. A polaridade de uma ligação é medida pela diferença de eletronegatividade entre os dois átomos de uma ligação “quanto maior a diferença entre na eletronegatividade entre os átomos, mais polares serão suas ligações” (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005, p. 270).

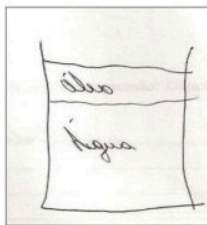
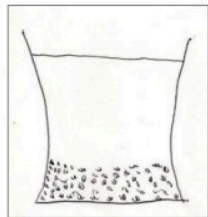
Na Tabela 3 são apresentadas as opiniões dos alunos sobre a formação de sistemas heterogêneos, sendo mais específicos os sistemas com água e areia e água e óleo. Suas explicações assim como as demais são fundamentadas em aspectos visíveis.

A insolubilidade da areia e do óleo é explicada pela diferença de polaridade da água e dessas duas substâncias, a água é um composto polar. A areia composta basicamente de dióxido de silício é um composto apolar. O óleo é um lipídio da classe dos ésteres, também um composto polar. Entre as opiniões dos alunos

poucas foram às explicações coerentes com as cientificamente aceitas. A maior parte das concepções (10) foi baseada na densidade para explicar a formação de duas fases nos sistemas (água e óleo e água e areia), explicaram que a areia fica no fundo e a água em cima e o oposto com o óleo, a água em baixo e o óleo na parte de cima, atribuindo a não interação das substâncias a diferença de densidade.

[...] como a areia é mais densa que a água, ela não consegue dissolver-se na água e acaba ficando no fundo do copo [...] (A5).

TABELA 3
Categorias construídas sobre a explicação da formação de sistemas heterogêneos: água e areia e água e óleo.

Dimensão (fi)*	Categorias temáticas (fi)	Exemplos: Unidades de Contexto**
Explicação	1. Atribui à densidade a formação dos sistemas (10);	[...] não se misturam, pois a areia é mais densa... [...]
	2. Formação de um sistema heterogênea (9);	[...] é uma mistura heterogênea a areia sendo mais densa... [...]
	3. Noção de polaridade (3);	[...] por o óleo apresentar moléculas polar e apolar... [...]
Representação gráfica	1. Visão contínua (9);	
	2. Visão submicroscópica (11);	

* Os valores representados entre parênteses indicam a frequência simples absoluta fi dos temas contidos em cada categoria ** Unidades de contexto que representam cada uma das categorias temáticas

Para Carmo, Marcondes e Martorato (2010) uma das dificuldades na aprendizagem do conteúdo de soluções relaciona-se à associação da “dissolução à densidade dos materiais e apresentam explicações apoiadas nos aspectos perceptíveis do processo” (EBENEZER; GASKELL, 1995 apud CARMO, MARCONDES e MARTORATO, 2010, p. 38). As autoras propõem uma intervenção pedagógica baseada nos dados de sua pesquisa para uma reelaboração conceitual. Em uma das atividades um dos objetivos é “Refletir sobre o fato de que a densidade não é o fator que determina a dissolução das substâncias” (CARMO, MARCONDES e MARTORATO, 2010, p.50). O trabalho mostra que essa ideia, apesar de não ser correta é comum entre os estudantes de química.

Em outra categoria estão as ideias de formação de sistemas heterogêneos. Relatado pela maioria como uma mistura heterogênea, um conceito comumente encontrado nos livros didáticos. Alguns alunos (3) atribuíram à formação do sistema heterogêneo ao fato do óleo ser “gorduroso”, e poucos se remeteram a polaridade para

explicar essa gordura, mas não por falta do ensino, e sim por falta do uso da química para explicar o cotidiano, pois eles não se apropriam do conhecimento.

A16: [...] ah e eu sei lá. Eu acho por causa da gordura né não?

Autor: e o que atribui essa característica gordurosa a ele?

A16: e eu sei.

Autor: seu professor falou de polaridade?

A16: falou, mas eu não lembro [...].

O método de ensino adotado como planejamento para as aulas contribui para que o aluno utilize dos conceitos aprendidos na escola para explicar situações do dia-a-dia, tornando o conhecimento prazeroso para os estudantes, tendo o mesmo seu devido fim “o uso”.

Oliveira, Gouveia e Quadros (2009) consideram que uma aula contextualizada e ligada a questões sociais ajudam no processo de ensino-aprendizagem.

Consideramos que uma aula mais dialogada, associada à contextualização do conhecimento poderia ajudar no processo de ensino/aprendizagem, partindo-se do pressuposto de que os conteúdos, quando ligados a questões sociais e discutidos em termos de ideias, podem promover uma melhor assimilação ou apropriação (OLIVEIRA; GOUVEIA; QUADROS, p. 30, 2009).

Vários trabalhos procuram identificar as concepções dos estudantes sobre conceitos químicos, alguns com o foco em dissolução. Echeverria (1993) afirma que tais concepções não estão ligadas somente ao cotidiano, mas também ao que foi lhe ensinado previamente, estando às ideias dos estudantes vinculadas ao que foi trabalhado anteriormente.

Os desenhos feitos pelos alunos assim como o que escreveram, estão baseados no nível macroscópico. Para os sistemas homogêneos a maior parte dos estudantes apresentaram desenhos apoiados em aspectos visíveis, com figuras uniformes representando apenas a fase visível, com uma ideia totalmente contínua da matéria. Segundo Carmo e Marcondes (2008) desenhos com ausência de símbolos que indiquem uma descontinuidade, como bolinhas, pontinhos e pinguinhas, demonstram essa visão contínua. Algumas representações mostraram uma visão submicroscópica aonde apesar de considerar que o soluto estava dissolvido representaram as moléculas na água, não desconsiderando a existência do soluto no solvente.

As representações dos sistemas heterogêneos apesar da presença de símbolos, não representam uma visão microscópica, pois desenharam somente pontinhos e bolinhas para o óleo e a areia e desconsideraram as moléculas da água, representando a visão macroscópica do sistema.

Para Damasceno, Brito e Wartha (2008), a falta de elaboração nas representações dos estudantes são fruto de um ensino que prioriza o conceito, explorando os elementos químicos que constituem a matéria de forma isolada do universo, desvinculando os mesmos dos fenômenos que se pretende explorar, tendo o aluno uma representação do observável. “Os estudantes apresentam um modelo mental no qual o nível microscópico de representação é uma cópia exata da realidade, do observável, do nível macroscópico. Eles não compreendem corretamente a teoria microscópica da matéria” (DAMASCENO, BRITO e WARTHA, 2008, p. 8).

A falta de representações gráficas consideráveis dá-se também pela dificuldade de transpor para o papel o que imaginam, talvez fruto dessa abordagem não ter sido explorada durante o ensino de química no ensino médio, o que é observado durante as entrevistas onde os alunos relataram dificuldade nas representações.

Autor: [...] em nenhum dos seus desenhos, você representou no micro, você tem alguma dificuldade, em imaginar átomos, moléculas?

A13: eu acho complicado, acho difícil... [...]

No ensino fundamental e no primeiro ano do ensino médio os alunos estudam a estrutura da matéria principalmente por meio dos modelos atômicos, partindo depois para o conceito de elemento, molécula e substância. Por esse estudo anterior pressupõe-se que os alunos possuam uma visão atômica-molecular

científica quando é estudado o conceito de soluções, no segundo ano do ensino médio, porém isso nem sempre ocorre, como é possível observar nas ideias dos alunos ingressantes no curso de Licenciatura em química.

A literatura apresenta que parte dessas dificuldades é resultado de um ensino quantitativo que não explora a visão atomística dos estudantes, sendo necessário para compreensão de fenômenos na química o entendimento no nível microscópico para uma aprendizagem concreta. “Se o aluno não souber como explicar à química utilizando-se de ferramentas ideacionais no nível microscópico, ele (a) efetivamente não aprendeu química” (ROSA e SCHNETZLER, 1998, p. 34).

CONCLUSÕES

A análise das concepções dos alunos ingressantes no curso de Licenciatura em Química mostrou a ausência de definições concretas sobre a estrutura da matéria, com uma visão baseada em aspectos visíveis e considerando a matéria contínua. Na representação e explicação de soluções, não consideram a interação entre componentes como também não compreendem as moléculas como constituintes de uma substância, não demonstrando compreensão no nível microscópico. Mesmo assim apresentam definição de fases de um sistema, distinguiram uma solução de misturas homogêneas, possuem o conceito de solubilidade e a usam corretamente, mostrando o potencial dos mesmos.

A linguagem científica utilizada em sala de aula foi considerada termo determinante na aquisição do conhecimento, pois o uso de conceitos errados deu-se frequente pela não definição clara de alguns termos, como a confusão entre “substância e solução” e o ato de “dissolver e diluir”. A linguagem química possui características diferentes da linguagem comum, a qual às vezes torna-se difícil para o aluno, sendo necessário para a interação entre essas linguagens que o discurso da ciência faça sentido para o aluno, reconhecendo que a ciência é inseparável de sua linguagem.

A falta de compreensão de conceitos a nível atômico-molecular pode ser atribuída ao conhecimento adquirido no ensino médio, que prioriza um ensino quantitativo com uma abordagem macroscópica da ciência. O ensino reflete-se nas concepções sobre a formação de soluções e de sistemas heterogêneos, como também na linguagem científica dos discentes, que muitas vezes a usa sem o devido conhecimento. O conteúdo de soluções foi foco dessa pesquisa por ser considerado uma base para a compreensão de conceitos mais elaborados, considerando assim que não só soluções, mas toda a química deve ser explorada no nível atômico-molecular. Além de relacionar esse nível com o macroscópico e representacional.

Pesquisas como essa podem contribuir para o processo de ensino e aprendizagem, auxiliando os professores no uso de métodos que se adequem as necessidades dos alunos. Considerando a dificuldade na relação microscópica dos estudantes ingressantes no curso de química, espera-se que a graduação contribua no desenvolvimento de suas concepções, ajudando-os na aquisição do conhecimento científico.

REFERÊNCIAS

- ANDREU, M.P.; RECENA, M.C.P. Influência de um objeto de aprendizagem nas concepções de estudantes do ensino médio sobre ebulição da água. *Novas Tecnologias na Educação*, CINTED-Rio Grande do Sul, v. 5, n. 2, dezembro de 2007.
- ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. Bookman, 2011.
- BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. 5ed. Edições 70, 2009.
- RASTOS, F.; CALDEIRA, A. M. A.; DINIZ, R. E. S. & NARDI, R. Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem em ciências. In: NARDI, R; RASTOS, F; DINIZ, R. E. S. *Pesquisa em ensino de ciências contribuições para a formação de professores*; Ed. Escritura, São Paulo, 2004.
- BROWN, T.L.; LEMAY H.E.; BURSTEN, B.E. *Química: a ciência central*. 9ed. Pearson Prentice Hall, 2005.

- CARMO, M.P.; MARCONDES, E.R.; MARTORANO, S.A.A. Uma interpretação da evolução conceitual dos estudantes sobre o conceito de solução e processo de dissolução. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 9, n.1, p. 35-52. 2010.
- CARMO, M.P.; MARCONDES, M.E.R. Abordando soluções em sala de aula – uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 28, p.37-41, maio de 2008.
- CHASSOT, A. Sobre prováveis modelos de átomos. *Química Nova na Escola*, n. 3, p.3, maio de 1996.
- DAMASCENO, H.C.; BRITO, M.S.; WARTHA, E.J. As representações mentais e a simbologia química. In: *Encontro Nacional de Ensino de Química*, 14. , 2008 Curitiba. Anais... Curitiba: UFPR, 2008, p. 7-8.
- ECHEVERRIA, A. R. Dimensão empírico-teórica no processo de ensino aprendizagem do conceito soluções no Ensino Médio. 1993. Tese (Doutorado em Educação)- Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, Campinas, 1993.
- ECHEVERRIA, A. R. Como os estudantes concebem a formação de soluções. *Química Nova na Escola*, n.3, p.15-17, maio. 1996.
- ENNES, M. *Universidades federais e o pequeno número de formandos em Itabaiana*, 2012. Disponível em <http://www.ufs.br/conteudo/4822>. Acesso em: 20 set. 2017.
- FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o “fazer Ciência”. *Química Nova na Escola*, v. 28, p. 32-36, 2008.
- GIBIN, G. B.; FERREIRA, L.H. Investigação de Modelos Mentais dinâmicos sobre a dissolução de NaCl por meio da Elaboração de Animações. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 7, 2009, Florianópolis. Anais... Belo Horizonte: UFMG, 2009.
- GIBIN, G.B.; FERREIRA, L.H. A formação inicial em química baseada em conceitos representados por meio de modelos mentais. *Química Nova*. São Paulo, v. 33, n. 8, p. 1808-1814, agosto 2010.
- GIBIN, G. B.; FERREIRA, L.H. Avaliação dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar no Ensino de Conceitos Químicos. *Química Nova na Escola*, São Paulo, Vol. 35, Nº 1, p. 19-26, fevereiro 2013.
- JESUS, W.S.; LIMA, J.P.M. Pesquisa em Ensino de Química. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe; *CESAD*. 2012.
- LEÃO, N.M.M.; KALHIL, J.B. Concepções Alternativas e os Conceitos Científicos: uma contribuição para o ensino de ciências. *Journal Latino-Americano de Educação Física*, n. 4, V. 9, p. 4601(1-3), dezembro de 2015.
- MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M.; PALMERO; M. L. R. Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza & aprendizaje de las ciencias. *Investigaciones em Ensino de Ciências*, v. 2, n. 3, p. 36-56, 2002.
- OLIVEIRA, S.R.; GOUVEIA, V.P.; QUADROS, A.L. Uma reflexão sobre aprendizagem escolar e o uso do conceito de solubilidade/miscibilidade em situações do cotidiano: concepções dos estudantes. *Química Nova na Escola*. São Paulo, v. 13, n. 1, p. 23-30, fevereiro de 2009.
- ROSA, M.I.F.P.S.; SCHNETZLER, R.P. Sobre a importância do conceito de transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 8, p. 31-35, novembro 1998.
- SANTOS, A.O. Como são formadas as concepções de modelos dos alunos a partir da visão dos professores de ciências. In: *COLÓQUIO INTERNACIONAL “EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE”*, 5. , 2011, São Cristóvão. Anais... São Cristóvão: UFS, EDUCON, 2011.
- SCHNETZLER, R.P; ARAGÃO, R.M.R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 1, p.1-5, maio 1995.
- SCHNETZLER, R.P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Química Nova*. São Paulo, v. 25, p. 14-24, 2002.
- SEARA DA CIÊNCIA. Universidade Federal do Ceará, disponível em <http://www.seara.ufc.br/sugestoes/quimica/quimica017.htm>. Acesso em: 25 set. 2017.
- TRIVIÑOS, A.N.S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais*: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo, Atlas, 1987. 175.