



## Estratégia metavisual para aprendizagem de equilíbrio químico na percepção dos graduandos

Solange Wagner Locatelli<sup>a</sup>, Maisa Helena Altarugio<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidade Federal do ABC, Santo André – SP - Brasil

### ARTICLE INFO

**Recebido:** 06 de março de 2018

**Aceito:** 11 de abril de 2018

**Disponível on-line:** 01 de maio de 2018

**Palavras chave:** Aprendizagem, equilíbrio químico, estratégia metavisual.

**E-mail:**

solangeufabc@gmail.com

maisahaufabc@gmail.com

ISSN 2007-9842

© 2018 Institute of Science Education.

All rights reserved

### ABSTRACT

Visualization is an important theme in science education, and the use of metavisual strategies can assist in the construction and reconstruction of internal visualizations. Specifically with respect to chemistry, the subject of chemical equilibrium is considered very difficult for students. Thus, an activity was proposed using a metacognitive strategy for one hundred university students in a public university in Brazil, during a general chemistry discipline. The activity was carried out in a sports court, with the students organized in groups, involving the proposition of explanatory models at the submicroscopic level with the use of modeling masses. In addition to the teacher, three monitors participated in the mediation, scaled for this purpose. The scope of this work was to attribute meaning to the students' perceptions after the activity was performed, and for that, they answered a questionnaire called google forms for later analysis. From these data and considering the content analysis of Bardin (2011), seven categories were elaborated emerging from the students' speeches. The results indicate that, in the students' view, the concepts of chemistry could be not only revised, but also rethought (metacognitive stage), thus being improved and learned more effectively. The submicroscopic level, difficult to understand, was cited by half of them, in that they showed greater ease in the comprehension by the use of the modeling masses and still, by the work being in group and in an environment different from the classroom. Finally, as a result of this work, it can be considered that activities in this metacognitive perspective and with this format can help in the teaching of large classes, always considering also its limitations.

Visualização é um tema importante no ensino de Ciências, sendo que a utilização de estratégias metavisuais podem auxiliar na construção e reconstrução das visualizações internas. Especificamente com relação à química, o assunto acerca de equilíbrio químico é considerado muito difícil para os estudantes. Dessa forma, foi proposta uma atividade utilizando-se de uma estratégia metacognitiva para cem universitários numa universidade pública no Brasil, durante uma disciplina de química geral. A atividade foi realizada numa quadra esportiva, com os discentes organizados em grupos, envolvendo a proposição de modelos explicativos no nível submicroscópico com a utilização de massas de modelar. Além da docente, mais três monitores participaram da mediação, escalados com esse objetivo. O escopo deste trabalho foi de atribuir significado às percepções dos estudantes após a realização da atividade, sendo que para isso, eles responderam um questionário denominado google forms para posterior análise. A partir desses dados e considerando-se a análise de conteúdo de Bardin (2011), sete categorias foram elaboradas emergentes das falas dos alunos. Os resultados indicam que, na visão dos alunos, os conceitos de química puderam ser não só revisados, mas também repensados (etapa metacognitiva), sendo assim, aprimorados e aprendidos de forma mais efetiva. O nível submicroscópico, de difícil entendimento, foi citado por metade deles, em que eles evidenciaram maior facilidade na compreensão pela utilização das massas de modelar e ainda, pelo trabalho ser em grupo e num ambiente diferente da sala de aula. Finalizando, como fruto desse trabalho, pode-se considerar que atividades nessa perspectiva metacognitiva e com esse formato podem auxiliar no ensino de turmas grandes, sempre considerando-se também suas limitações.

## I. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da habilidade de visualização dos estudantes parece ajudar a promover a aprendizagem sobre modelos (Maia & Justi, 2009), assumindo o papel de ingrediente central do discurso científico (Newcombe & Stieff, 2011). Entretanto, de acordo com esses mesmos autores, embora a visualização seja muito importante no ensino de ciências, ainda nem sempre o uso dela conduz a um eficiente aprendizado. Isso decorre, entre outros fatores, da dependência de habilidades visuais para interpretar as informações corretamente, o que nem sempre acontece, mas que há evidências conclusivas de que seja possível melhorá-las (Newcombe & Stieff, 2011).

Ferreira (2010) pontua que as representações nos diversos níveis (macroscópico, simbólico e submicroscópico) utilizados em química precisam ser acessíveis aos estudantes e a utilização das visualizações tem sido utilizada pelos professores com esse propósito. A autora se preocupa com a forma da utilização da visualização pelos professores, com objetivos superficiais de somente motivar, chamar a atenção ou tornar a aula mais interessante. Embora esses aspectos possam auxiliar, o papel das visualizações precisa perpassar pela compreensão dos modelos e construção de conceitos em química.

Por conseguinte, é importante que o professor considere atividades que possam possibilitar ao aluno, o desenvolvimento e melhora de suas habilidades visuais, visando uma melhor compreensão dos modelos científicos.

Nesse sentido, estratégias metacognitivas têm se revelado importantes na aprendizagem de Ciências, pois possibilitam a reconstrução do conhecimento, oportunizando ao aluno incorporar outros elementos ao seu modelo mental já constituído. Como alguns exemplos concernentes ao uso de estratégias metacognitivas no ensino de Ciências, Jahangard, Soltani e Alinejad (2016) realizaram uma pesquisa com 347 alunos do ensino médio, sendo que eles ressaltam a importância da utilização de estratégias metacognitivas no ensino, pois elas favoreceram atitudes positivas dos estudantes com relação ao aprendizado de ciências. Nessa mesma direção, Listiana et al (2016) investigou as habilidades metacognitivas de 168 estudantes, relacionando a melhora nessas habilidades com a estratégia metacognitiva empregada em ensino de Ciências. Com relação à química, Locatelli e Arroio (2015) utilizaram uma estratégia metavisual no ensino de eletroquímica para alunos do ensino médio e os resultados apontaram a estratégia como sendo eficiente para construção e reconstrução de ideias. Basicamente, as estratégias metacognitivas têm a função de exteriorizar ideias prévias dos estudantes com o objetivando a identificação de concepções alternativas ou espontâneas que não vão ao encontro das científicas, mas que podem ser repensadas pelos alunos e reconstruídas mais adequadamente.

Leão e Kallhil (2017) realizaram uma pesquisa relacionando as concepções alternativas como sendo obstáculos ao aprendizado de física. Nesse contexto, afirmam que o conhecimento prévio dos estudantes assume uma importante função na aprendizagem de conceitos científicos. Ainda de acordo com eles, “os conhecimentos prévios devem ser encarados como construções pessoais, que o professor tem o dever de procurar conhecer, compreender, e valorizar para decidir o que fazer e como fazer o seu ensino, ao longo do estudo de um tópico” (p.1).

Este trabalho compõe uma pesquisa abrangente acerca da utilização de uma estratégia metavisual - metacognição com relação às visualizações (Gilbert, 2005) - para uma turma de graduação constituída por um elevado número de alunos, em que se buscou encontrar estratégias com essa perspectiva, pois de acordo com Mendes et al. (2008), um número grande de alunos pode ser um dos fatores pelos quais há dificuldade na aprendizagem de química, além de muitos outros fatores. A investigação foi realizada numa Universidade pública brasileira, durante uma disciplina de Química Geral (Na Universidade a disciplina recebe o nome de Transformações Químicas) com um grande número de alunos, em que notou-se dificuldade demonstrada pelos alunos na compreensão de conceitos básicos acerca de equilíbrio químico e a partir disso foi proposta uma atividade na perspectiva metacognitiva para que os alunos pudessem expor, compartilhar e conciliar suas ideias, com o objetivo de que compreendessem o tópico.

Dessa forma, nessa pesquisa buscou-se compreender as percepções dos graduandos acerca dessa estratégia metavisual utilizada com vistas à aprendizagem de conceitos básicos de equilíbrio químico.

## II. METODOLOGIA

Cem graduandos do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia de uma universidade pública (Brasil) participaram de uma atividade para aprender e retomar conceitos acerca de equilíbrio químico durante as aulas de Transformações Químicas no ano de 2018, sendo que 14 deles foram analisados neste trabalho – os nomes utilizados neste trabalho são fictícios. Conforme já mencionado, a disciplina de Transformações Químicas corresponde a um curso de Química Geral, em que são trabalhados conceitos relativos às transformações químicas envolvendo balanceamento, cálculo estequiométrico, cinética, equilíbrio químico, entre outros. É oferecida no ano de ingresso à Universidade e, devido ao grande número de alunos, sempre são oferecidas várias turmas com diversos docentes.

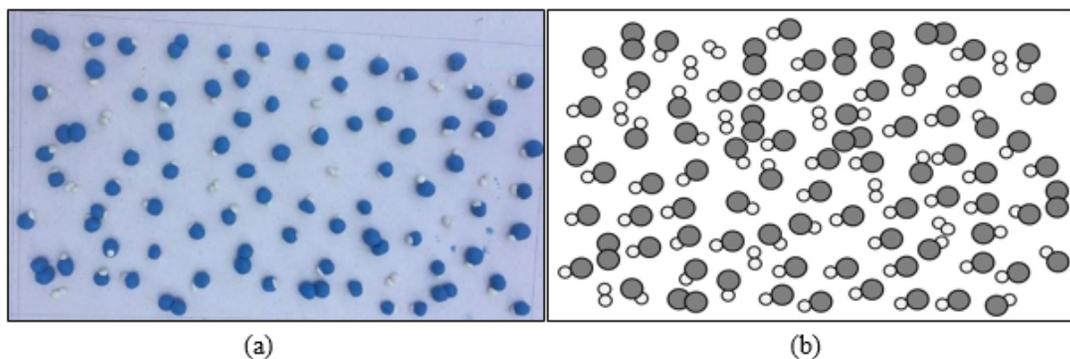
Após algumas aulas com a turma, a professora observou que os alunos estavam com dificuldade em visualizar o equilíbrio químico num sistema, em que todas as interações entre as partículas e condições do sistema são relevantes para se atingir esse estado e, sobretudo, para compreender suas características. Assim, buscou-se por uma atividade em que os alunos tivessem a oportunidade de modelar esses conceitos, expondo seus conhecimentos acerca desse tema. Com isso, o foco da atividade proposta foi a identificação de concepções alternativas frequentes entre os estudantes com posterior reconstrução. Além da condução pela docente da turma, mais três discentes da Universidade foram convidados a participarem como monitores (um mestre, uma mestranda e um graduando), uma vez que, acredita-se na importância da mediação do professor no processo.

Dessa maneira, a atividade proposta foi ministrada numa quadra de esportes da Universidade (figura 1a), com duração de 2 horas. Os alunos foram dispostos em grupos de 5 ou 6 componentes, sendo que todos eles fizeram a montagem de 6 sistemas com transformações químicas reversíveis, utilizando-se massas de modelar (figura 1b).



**FIGURA 1.** (a) Alunos na quadra de esportes da Universidade e (b) Exemplo de montagem de sistema com as massas de modelar

Um exemplo de registro de modelo proposto por um dos grupos de alunos pode ser observado na figura 2 acerca do equilíbrio químico:  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ . Após a montagem do sistema por eles (figura 2a), eles foram confrontados com uma possibilidade de resposta elaborada pela professora na forma de desenho - etapa metavisual (figura 2b):



**FIGURA 2.** Em (a) temos a montagem feita pelos alunos e em (b) uma representação proposta pela docente

O objetivo é que fizessem uma comparação entre o que haviam feito com o que estava sendo mostrado, procurando por diferenças e similaridades, expondo suas dúvidas, discutindo no coletivo e reconstruindo suas ideias prévias. Após a atividade, os alunos responderam a um questionário acerca de suas *percepções sobre a atividade realizada*, tema de investigação neste trabalho (tabela I):

**TABELA I:** Questionário aplicado após a atividade

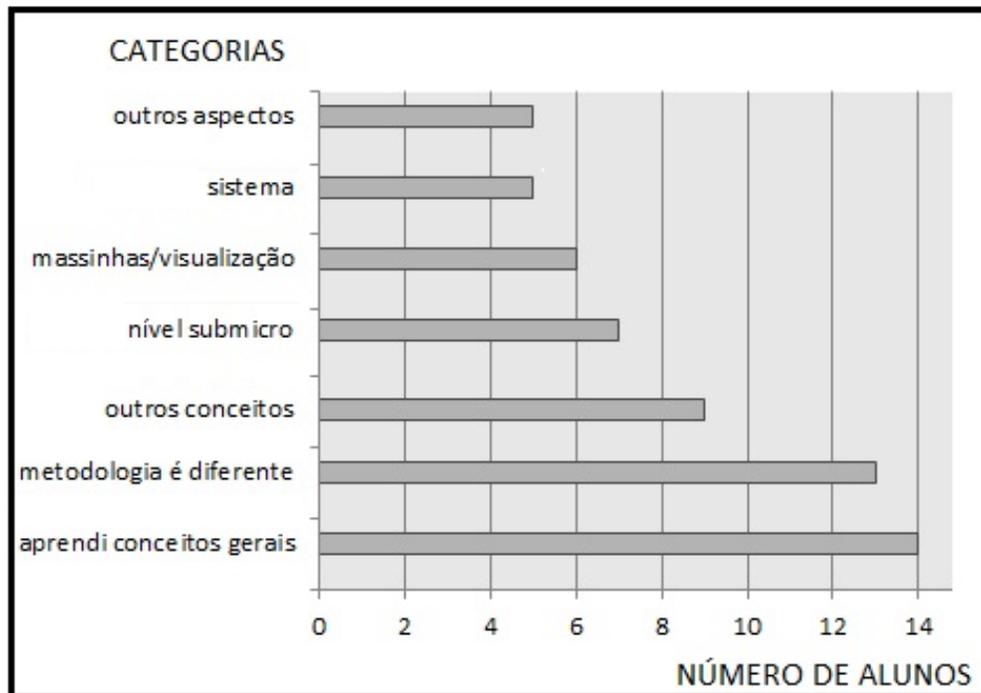
| Questionário |   |
|--------------|---|
| 1)           | Nome completo:  |
| 2)           | Para você a atividade foi: ( ) excelente ( ) boa ( ) regular ( ) ruim<br>Justifique sua resposta. |
| 3)           | Explique o que você aprendeu na atividade.  |
| 4)           | Outros comentários para a professora.   |

Utilizando-se a metodologia proposta pela análise do conteúdo de Bardin (2011), 7 categorias foram elaboradas a partir das respostas dos estudantes, em ordem decrescente de incidência:

1) aprendi conceitos gerais de equilíbrio, 2) a metodologia utilizada foi diferente, 3) outros conceitos específicos de equilíbrio, 4) referência ao nível submicroscópico; 5) utilização das massinhas ou visualização para a aprendizagem e, em mesmo número, temas 6) equilíbrio como um sistema e 7) outros aspectos – figura 3.

### III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 3 traz as 7 categorias e incidências manifestadas pelos 14 alunos envolvidos na atividade, que emergiram a partir de suas percepções:



**FIGURA 3:** Categorias e número de alunos

Na sequência, foi feita uma análise dessas categorias (figura 3) que afloraram dos alunos, procurando-se compreender o significado expresso por elas.

### III.1 Aprender conceitos gerais de equilíbrio

Todos os alunos consideraram a atividade importante para aprender conceitos gerais acerca de equilíbrio químico. O tópico é considerado um dos mais difíceis no ensino de Química (Canpolat et al., 2006; Maskill & Cachapuz, 1989; Tsaparlis, Kousathana & Niaz, 1998). Os alunos puderam vivenciar uma aula numa perspectiva diferente e retomar/aprender diversos conceitos sobre equilíbrio químico que já haviam sido tratados em sala de aula. Inclusive resolver dúvidas que não puderam ser esclarecidas em sala, conforme ilustrado na fala: “definitivamente aprendi conceitos de equilíbrio químico e pude inferir soluções para um dado problema que já me intrigava há muito tempo, a questão da energia de Gibbs” (Kauê). Ainda concernente a conceitos gerais, Rafaela ressalta a aprendizagem do processamento das reações químicas: “Aprendi com mais clareza o processo das reações químicas, como as substâncias se distribuem ao longo delas” (Rafaela). Uma explicação para essa dificuldade pode estar em como o conceito é tratado nas aulas de Química e mesmo pelos livros didáticos utilizados pelos professores de química, não priorizando os conceitos e aspectos qualitativos (Machado & Aragão, 1996). Ainda para eles isso significa

[...] desfocalizar um pouco o quadro negro ou a lousa, desfocalizar um pouco a palavra onipotente do professor, o profundo domínio do livro didático. Significa, então, focalizar o fenômeno. Trazer o fenômeno para o centro de nossa sala de aula, observá-lo. Dar a palavra a nossos alunos e alunas e tentar perceber o que eles pensam sobre o que observam e como podem explicar o que observam utilizando modelos para a constituição das substâncias (Machado & Aragão, 1996, p.20)

### III.2 Metodologia utilizada foi diferente

Quase todos eles (13/14) explicitaram como um ponto positivo, o fato da metodologia utilizada ter sido diferente. Entende-se que estes alunos estudam num contexto em que as aulas são, prioritariamente, expositivas e, propostas assim são, em princípio, bem acolhidas por eles. A fala seguinte exemplifica esse aspecto: “[...] adorei a dinâmica, achei muito legal a ideia de uma aula não convencional e sair um pouco dos moldes da sala de aula, fazendo com que nós pudéssemos discutir um conteúdo com uma construção coletiva no grupo” (Marcos). Thais e Ana acrescentam o lado lúdico proporcionado pela atividade com as massinhas: “Achei muito maravilhosa a proposta, pois conseguimos entender química de um jeito muito mais divertido e pondo em pratica com nossas mãos” (Thais). “Foi muito divertida e deu para aprender bem o conteúdo” (Ana).

### III.3 Outros conceitos específicos de equilíbrio químico

Nessa categoria emergiram alguns outros conceitos específicos acerca de equilíbrio químico, que chamaram a atenção de 9/14 dos estudantes envolvidos. Por exemplo, 3/14 deles citaram a questão do dinamismo, inerente ao sistema em equilíbrio químico, que pode ser visualizado. Existe um não reconhecimento do aspecto dinâmico no equilíbrio químico, considerando-o estático, havendo o equívoco de se pensar que tanto a reação direta, quanto a inversa param nessas condições (Maskill & Cachapuz, 1989, Canpolat et al., 2006, Gorodetsky & Gussarsky, 1986). Com a utilização das massinhas, em que eles tinham que simular a quebra e formação de novas ligações, na mesma proporção, ajudou a repensar sobre esse conceito, conforme a fala: “foi muito interessante ter uma visão de como o equilíbrio ocorre fora dos livros, pois fez com que eu compreendesse realmente o conceito de equilíbrio químico ser dinâmico por meio do uso de massinhas”. Fábio também percebe que a atividade o ajudou a visualizar e ratificar seus conceitos: “Eu pude reforçar o que já havia aprendido em aula. Eu já conseguia imaginar um equilíbrio químico dinâmico, mas a atividade de hoje tornou isso mais intuitivo e mais fácil de ver (Fábio)”. Esse é um aspecto metacognitivo importante na etapa de reconstrução de ideias, chamado de incidente metacognitivo de confirmação (Medeiros, Silva & Locatelli, 2018), com conseqüente acomodação das ideias. Finalizando, outros conceitos específicos citados por um ou dois estudantes foram: a compreensão da energia livre de Gibbs, a conservação das partículas e a não completude da reação, evidenciando que a atividade foi um recurso interessante para se pensar em vários aspectos acerca do fenômeno.

### III.4 Referência ao nível submicroscópico

Metade dos estudantes fez referência ao nível submicroscópico. Entende-se que para explicar qualitativamente um fenômeno químico, é necessária a utilização da representação submicroscópica que é a que envolve partículas, átomos, moléculas, íons, etc. (Gilbert & Treagust, 2009). Al-Balushi (2013) considera que esse tipo de representação facilita a aprendizagem, além do auxílio na predição acerca de um fenômeno macroscópico. Fábio reconhece isso, como pode ser notado na sua fala: “poder manipular os modelos de átomos e moléculas ajuda muito a visualizar o que de fato acontece no equilíbrio químico de verdade” (Fábio).

Entretanto esse entendimento parece não ser espontâneo para os alunos e eles precisam ser encorajados para conseguir, uma vez que isso não é um hábito natural para eles (Locatelli, 2016), conforme declarado pela aluna: “Aprendi que o equilíbrio químico realmente acontece dentro de um recipiente, o modo como as partículas interagem entre si” (Thais).

Em seu estudo sobre a representação submicro, Al-Balushi (2013) atribuiu a baixa compreensão observada à abstração necessária e uma dificuldade demonstrada na transição do nível macroscópico para o submicroscópico, além da complexidade em transferir esse entendimento para compreender outro fenômeno. Portanto, ajudar o aluno a interpretar a química no nível submicroscópico é fundamental. Concernente ao equilíbrio químico, o aluno precisa visualizar e perceber a interação entre as partículas num sistema em equilíbrio e todos os aspectos inerentes à essa condição, que só podem ser entendidos, considerando-se também esse nível de representação.

### III.5 Utilização das massinhas ou visualização para a aprendizagem

Dos 14 participantes da pesquisa, 6 deles citaram esse item como importante para a aprendizagem. De acordo com Gilbert (2008, p.3, tradução nossa): “um modelo pode, num dado nível, ser expresso por representações externas – aquelas versões fisicamente disponíveis aos outros – e em representações internas – aquelas versões mentalmente disponíveis para um indivíduo”. As massinhas foram utilizadas com essa finalidade, na medida que elas poderiam representar o nível submicroscópico para que o aluno pudesse construir e reconstruir seus conceitos, ou melhor, seus modelos mentais (representações internas) com a ajuda da representação externa (massinhas). Isso porque, após ele propor um sistema em equilíbrio químico com a ajuda das massas de modelar, ele era confrontado com um desenho (outra representação externa) para novamente repensar seus modelos mentais, etapa conhecida como metavisual, segundo Gilbert (2005), a metacognição com relação à visualização, envolvendo habilidades de monitoramento e de aprendizagem a partir das representações. Desta forma, a atividade propiciou momentos intensos de repensar as visualizações internas, pensar sobre as suas próprias visualizações (metavisualização) dando a oportunidade ao aluno de melhor compreensão do processo envolvendo a interação entre as partículas. A parte visual foi valorizada pelos alunos, como pode ser constatado no excerto: [...] a modelagem me ajudou a fixar o conteúdo de maneira mais visual” (Tamara). Fábio e Frederico chamam a atenção para a possibilidade de manipulação das partículas: “Poder manipular os modelos de átomos e moléculas ajuda muito a visualizar o que de fato acontece no equilíbrio químico” (Fábio). “Proporcionou a visualização e a manipulação da massinha no modo de representação microscópico, como os átomos e moléculas se juntam” (Frederico).

### III.6 Equilíbrio como um sistema

Apontado por 5/14 dos participantes. É difícil para o aluno compreender e visualizar que num sistema em equilíbrio coexistem todas as substâncias, visto que, de acordo com alguns estudiosos (Canpolat et al. 2006, Driel et al., 1998, Gorodetsky & Gussarsky (1986), Maskill & Cachapuz, 1989) o aluno espera que a reação direta se complete para que então a inversa tenha seu início, ou seja, não haveria coexistência das substâncias ou ainda, na visão da presença de um lado direito ou esquerdo da reação. Isso parece ter sido evidenciado durante a atividade de modelagem, conforme verificado na fala: “Aprendi que não faz sentido dizer que existe lado direito e esquerdo em um equilíbrio químico” (Denis). Além deste importante aspecto, a proposta de representar o sistema com as moléculas sendo representadas por

massinhas, transformando-se o tempo todo, considerando o aspecto dinâmico e a coexistência dos reagentes e produtos parece ter ajudado aos estudantes repensarem suas ideias como pode ser constatado no trecho seguinte:

[...] a atividade me ajudou a desmistificar o equilíbrio químico, que para mim era algo muito complexo anteriormente. O principal ponto a ser destacado foi que eu aprendi a olhar para o equilíbrio químico e analisá-lo como uma mistura de todos os elementos de uma reação, e que nesse momento não existe uma distinção visual macroscópica entre produtos e reagentes, que reagem direta e inversamente a todo o tempo (Emerson).

Uma concepção alternativa frequente no estudo de reações químicas, é o de considerar que: “Uma única partícula de cada reagente interagindo formando partículas únicas de cada produto” (Locatelli, 2016, p.53). Num estudo acerca de eletroquímica, Locatelli (2016) observou que os alunos do ensino médio demonstraram esse tipo de dificuldade, constituindo-se inclusive de uma categoria de análise. Durante a atividade, foi muito comum sentir dos alunos, surpresa com relação a isso: “Nossa, tem que desenhar várias partículas?”. Todas os sistemas eram compostos por muitas partículas, com vistas a se atingir esse objetivo (figura 2).

### III.7 Outros aspectos

Seis dos quatorze alunos mencionaram, além dos aspectos relacionados diretamente aos conteúdos de química, outros aspectos de ordem pedagógica referentes ao trabalho em grupo e a possibilidade de construção dos conhecimentos. Vilches e Gil-Pérez (2011) consideram o trabalho cooperativo uma importante estratégia concernente a uma orientação construtivista no ensino de Ciências. Eles apontam, entre outros benefícios, uma melhora no clima da aula, integrando docentes e discentes para a superação de dificuldades com o surgimento de relações positivas de cooperação. Essa consideração é essencialmente importante no caso em questão, uma vez que a turma era composta por 100 alunos.

As impressões dos estudantes Fábio, Sônia e Kátia corroboram com esse benefício trazido pelos autores, conforme pode ser observado na fala: “[...] além disso, considero discussões em grupo excelentes para o aprendizado” (Sônia). Inicialmente, Fábio achava que seria um obstáculo a formação de grupos de trabalho, mas durante o processo pode perceber que, pelo contrário, isso poderia ser um auxílio:

[...] confesso que tenho dificuldade em trabalhar em grupos e quando vi que seria uma atividade fora, lá na quadra, minha primeira impressão foi negativa. Porém, quando soube que seria para modelagem de um sistema em equilíbrio usando massinhas, já diminuí essa primeira percepção. Durante a realização da atividade, essa impressão sumiu e achei uma ótima atividade (Fábio).

Além da discussão em grupo, Kátia acrescenta o fator do prazer na atividade: “[...] acredito que fica bem mais fácil aprender quando há discussão em grupo, além de ser muito prazeroso” (Kátia). Por fim, Hugo acredita ser um momento que se constitui de “uma construção mais palpável dos conhecimentos adquiridos em sala” (Hugo).

## IV. CONCLUSÕES

O objetivo principal desse trabalho foi o de se atribuir significados acerca das percepções dos graduandos que realizaram a atividade proposta. Para eles, a atividade mostrou-se interessante no sentido de motivar e construir/reconstruir conceitos de equilíbrio químico num intenso exercício metacognitivo com postura ativa dos estudantes. Ainda é muito comum que as aulas na universidade sejam prioritariamente expositivas com postura passiva dos alunos. A atividade propiciou uma ruptura nessa postura, com grande envolvimento desses estudantes com seus aprendizados, pois eles não só gostaram da atividade, como também puderam perceber o quanto ela foi importante na construção/reconstrução dos significados em equilíbrio químico, na medida em que foi possível ratificar alguns conceitos, esclarecer outros e aprender outros tantos, sendo repensando sobre eles (exercício intenso de metacognição). Assim, em alguma medida, parece que eles compreendem o papel das visualizações (no caso a utilização de massas de modelar) como importante na compreensão de modelos científicos.

Concernente a equilíbrio químico, foi possível ressaltar a questão do olhar para o sistema, que é fundamental, e uma visão acerca dos modelos submicroscópicos para adequada compreensão dos conceitos com a utilização das massas de modelar para a visualização do fenômeno químico, além do trabalho em grupo ter sido facilitador e um ambiente diferenciado, no caso, a quadra de esportes. Nesse sentido, atividades que contemplem essa perspectiva descrita nesse trabalho podem contribuir na aprendizagem dos estudantes, sobretudo considerando-se turmas grandes.

Como toda prática escolar, deve-se mencionar as suas limitações, pois é importante frisar que as massas de modelar são representações e não realidades em miniatura e que, embora o material seja colorido, os átomos e moléculas não possuem essa característica que é típica das substâncias. Envolve ainda, um planejamento detalhado de cada etapa para otimizar a aplicação da atividade com todos, nesse sentido, a participação dos monitores foi fundamental na condução.

Por fim, ressalta-se a importância da utilização de estratégias metacognitivas no ensino de Ciências, propiciando momentos de reconstrução de conceitos, sendo um amplo campo de pesquisa com o objetivo de que as práticas escolares possam ser aprimoradas cada vez mais.

## V. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os 14 alunos que, voluntariamente, participaram dessa pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- Al-Balushi, S.M. (2013). *The effect of different textual narrations on students' explanations at the submicroscopic level in chemistry*. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, **9**, 3-10.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Canpolat, N., Pinarbasi, T., Bayaraçeken, S. & Geban, O (2006). The conceptual change approach to teaching chemical equilibrium. *Research in Science & Technological Education*, **24**, 217–235.
- Driel, J.K.V., Vos W.D., Verloop, N. & Dekkers, H. (1998). Developing secondary students' conceptions of chemical reactions: the introduction of chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, **20**, pp. 379-392.
- Ferreira, C.R. (2010). *O uso de visualizações no ensino de química: a formação inicial do professor de química*. (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Gilbert, J. K. (2005). *Visualization: A metacognitive skill in science and science education*. In J. K. Gilbert (Ed.), *Visualization in science education*. Dordrecht: Springer.
- Gilbert, J. K. (2008). *Visualization: an emergent field of practice and enquiry in science education*. In J. K. Gilbert, M. Reiner & M. Nakhleh (Eds.), *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (pp. 29-52). United Kingdom: Springer.
- Gilbert, J.K. & Treagust, D.F (2009). *Introduction: macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: key models in chemical education*. In: J.K. Gilbert & D.F. Treagust (Eds), *Multiple representations in Chemical Education* pp.1-8, *Models and Modeling in Science Education* 4, Springer Science.
- Gorodetsky, M. & Gussarsky E. (1986). *Misconceptualization of the chemical equilibrium concept as revealed by different evaluation methods*. *European Journal of Science Education*, **8**, 427-441.

- Jahangard, Z., Soltani, A. & Alinejad, M. (2016). Exploring the relationship between metacognition and attitudes towards science of senior secondary students through a structural equation modeling analysis. *Journal of Baltic Science Education*, **15**, 340-349.
- Leão, N.M.M. & Kalhil, J.B. (2017). *Concepções Alternativas como obstáculos no Ensino- Aprendizagem da disciplina Física*. Latin American Journal Science Education, **4**, pp. 1-10.
- Listiana, L., Susilo, H., Suwono, H. & Suarsini E. (2016). *Empowering students' metacognitive skills through new teaching strategy (group investigation integrated with think talk write) in biology classroom*. Journal of Baltic Science Education, **15**, 391-400.
- Locatelli, S.W. & Arroio, A. (2015). Metavisual Strategy for the build and rebuilding of chemical concepts in the symbolic level with the assistance of images. *Natural Science Education*, **12**, 65-74.
- Locatelli, S.W. (2016). *Relação existente entre metavizualização e as representações simbólica e submicro na elaboração de atividade em química*. (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Machado, A.H. & Aragão, R.M.R. (1996). *Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico*. *Química Nova na Escola*, **4**, pp. 18-20.
- Maia, P.F. & Justi R. (2009). *Learning of Chemical Equilibrium through Modelling-based Teaching*. *International Journal of Science Education*, **31**, pp. 603–630.
- Maskill, R. & Cachapuz, A.F.C. (1989). *Learning about the chemistry topic of equilibrium: the use of word association tests to detect developing conceptualizations*. *International Journal of Science Education*, **1**, pp. 57-69.
- Medeiros, E.F., Silva, M.G.L. & Locatelli, S.W. (2018). *A argumentação e o potencial metacognitivo de uma atividade baseada na POA Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, **14**, pp. 27-42.
- Mendes, C.C.A., Medeiros, E.S., Ribeiro, F.B., Lima, J.M., Santos, L.A.M., França, R.R., Araújo, C.M., Oliveira, T.C. & Franco, V.A. (2008). *Salas numerosas: aprendizagem ou apenas cumprimento de tarefas? XIV Encontro Nacional de Ensino de Química*, Curitiba, Paraná, Brasil.
- Newcombe, N.S. & Stieff M. (2012). *Six myths about spatial thinking*. *International Journal of Science Education*, **34**, 955-971.
- Tsaparlis, G.; Kousathana, M. & Niaz, M. (1998). *Molecular Equilibrium Problems: Manipulation of Logical Structure and of M-Demand, and Their Effect on Student's Performance*. *Science Education*, **82**, 437-454.
- Vilches, A. & Gil-Pérez, D. (2011). *El trabajo cooperativo en las clases de ciencias: una estrategia imprescindible pero aún infrautilizada*. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **69**, 73-79.