

Atividades de modelagem e o desenvolvimento de habilidades cognitivas de alta ordem em alunos da educação básica.

Activities of modeling and development of high order cognitive abilities in basic education students.

Rebeca Castro Bighetti

UNESP - Universidade Estadual Paulista – Campus Bauru - Brasil
rebecabighetti@hotmail.com

Prislaine Pupolin Magalhães

UNESP - Universidade Estadual Paulista – Campus Bauru - Brasil
profprislaine@gmail.com

Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani

UNESP - Universidade Estadual Paulista – Campus Bauru - Brasil
silviazuliani@fc.unesp.br

Resumo

Neste trabalho discutiremos o uso de modelos em uma proposta didática, com objetivo de promover habilidades cognitivas de alta ordem em alunos do primeiro ano do ensino médio. Foi realizada uma análise de cunho qualitativo, segundo a metodologia descrita por Suart (2008), na qual questões propostas pelo professor foram dirigidas aos alunos e as respostas foram analisadas em dois momentos: antes e após a confecção de modelos atômicos pelos estudantes. Durante a análise, observou-se que, após a construção dos modelos, os alunos apresentaram uma melhora significativa no nível das repostas, sendo nítido o aumento de interesse para respondê-las, indicando que esses ajudam na aquisição e utilização da linguagem científica com maior autonomia, para além da aprendizagem de conceitos essenciais. Desta forma, desenvolver habilidades cognitivas de alta ordem torna o indivíduo capaz de elaborar a formação do pensamento crítico e iniciar o estabelecimento de processos de resolução de problemas.

Palavras chave: habilidades cognitivas de alta ordem, ensino de química, modelos.

Abstract

In this research we will discuss the use of models in a didactic proposal, aiming to promote high order cognitive skills in first year students of high school. A qualitative analysis was performed according to the methodology described by Suart (2008), where questions proposed by the teacher addressed to the students and their answers were analyzed in two moments: before and after the creation of atomic models by students. During analysis, it was observed that after the construction of models, the students had a significant improvement in the level of answers, being clear an increase of interest to answer them, indicating that modeling help in

the acquisition and use of the scientific language with greater autonomy, in addition to learning essential concepts. In this way, to develop high order cognitive skills make the individual capable of elaborating the formation of critical thinking, and initiating the establishment of problem-solving processes.

Key words: high order cognitive abilities, chemistry teaching, models.

Introdução

Ao aprender e ensinar Ciência, lidamos com conceitos que tratam de aspectos microscópicos do conhecimento e nos sentimos vulneráveis. De acordo com Ferreira e Justi (2008), essa sensação não é negativa, pelo contrário, é crucial para despertar a vontade de descoberta e a necessidade de desvendar os fenômenos que nos cercam.

Infelizmente, na prática da Educação em Química ainda há uma grande carência de resultados de investigação, posições filosóficas ou avanços em novas formas de abordar o conhecimento (CHAMIZO, 2011). Por isso, é necessário desenvolver pesquisas e/ou estudos com propostas diferenciadas no Ensino de Química. Pensando assim, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver uma atividade que consiga juntar a modelagem e o desenvolvimento de habilidades cognitivas de alta ordem em alunos e professores. As atividades de modelagem podem propiciar um ensino mais significativo, ajudando o estudante a desenvolver uma compreensão mais racional e crítica. Além disso, aprender através da modelagem pode contribuir para que os estudantes aprendam sobre como o conhecimento científico é produzido – aspecto coerente com um Ensino de Ciências mais autêntico (COSTA, JUSTI e MOZZER, 2011).

Os alunos devem aprender sobre a Química como disciplina científica, incluindo os seus modelos. De acordo com Prins (2010), modelos são geralmente vistos como conexões entre a teoria e a realidade. Os modelos são definidos como um conjunto de representações, regras e raciocínios que permite gerar previsões e explicações, e descrever o comportamento sobre uma ideia, objeto, evento, processo ou sistema (PRINS, 2010).

Como resultado do reconhecimento de que o conhecimento científico tem grande influência na nossa sociedade, a aprendizagem de modelos e modelagem é atualmente encarada como uma parte integrante da compreensão da linguagem científica. Esta influência é visível, por exemplo, em novos produtos (medicamentos, catalisadores), processos mais eficientes (a produção de alimentos, fornecimento de energia) ou (a longo prazo) políticas (alterações climáticas, biotecnologia) (PRINS, 2010).

A exigência que a inserção no mundo do trabalho faz por profissionais com habilidades cognitivas de alto nível é um aspecto relevante, ou seja, necessitamos de profissionais que saibam aprender de forma autônoma, elaborar perguntas, pensar de forma analítica, crítica e reflexiva; tomar decisões, resolver problemas, entre outros (OTERO, PETCH e CATAPAN, 2009).

Considerando o termo “habilidade”, é necessário destacar a diferença entre competência e habilidade. Por exemplo, resolver problemas seria uma competência que supõe o domínio de várias habilidades. Calcular, interpretar, tomar decisões, ler e responder por escrito são exemplos de habilidades requeridas para a solução de problemas de aritmética. Porém, quando saímos do contexto de problema e consideramos a complexidade envolvida no desenvolvimento de cada uma dessas habilidades, podemos valorizá-las como competências que, por sua vez, requerem outras tantas habilidades (MACEDO, 1999).

Habilidades são capacidades complexas que requerem conhecimento e envolvem desempenho.

Existem habilidades físicas e habilidades cognitivas. Certas habilidades são facilmente identificáveis; outras são menos visíveis e devem ser identificadas pelo estudo do comportamento dos indivíduos (HALADYNA, 1997 apud OTERO, PETCH e CATAPAN 2009).

Segundo Otero, Petch e Catapan (2009), as habilidades cognitivas são capacidades que tornam o indivíduo competente e que lhe permitem interagir simbolicamente com seu meio ambiente. Essas habilidades formam a estrutura fundamental do que se poderia chamar de competência cognitiva da pessoa humana, permitindo discriminar objetos, fatos ou estímulos; identificar e classificar conceitos; levantar/construir problemas; aplicar regras e resolver problemas. Dessa forma, Zoller, Dori e Lubesky (2002), classificam-nas em duas categorias: as habilidades de baixa ordem (Lower Order Cognitive Skills - LOCS) e as de alta ordem (High Order Cognitive Skills - HOCS).

Habilidades Cognitivas de Baixa Ordem são caracterizadas por algumas capacidades como a de conhecer, recordar/relembrar as informações, aplicar conhecimentos ou algoritmos memorizados a situações familiares e na resolução de exercícios. Habilidades Cognitivas de Alta Ordem são caracterizadas como as capacidades orientadas para a investigação e resolução de problemas, tomada de decisões e desenvolvimento do pensamento crítico, avaliativo e autônomo.

O desenvolvimento das habilidades cognitivas de alto nível pode ser facilitado com atividades em que os estudantes devem descrever, reconhecer, selecionar e utilizar conhecimentos adquiridos previamente. Segundo Suart (2008), é muito importante para o professor, verificar quais habilidades são demandadas nas perguntas propostas aos seus alunos. Para analisar as perguntas elaboradas pelos professores, a autora elaborou o quadro 1. No quadro 1 (SUART, 2008) são avaliados os níveis de questões orais e escritas propostas pelo professor.

Nível	Descrição
P1	Requer que o estudante somente recorde uma informação partindo dos dados obtidos.
P2	Requer que o estudante desenvolva atividades como seqüenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema.
P3	Requer que o estudante utilize os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.

Quadro 1: Nível cognitivo das questões propostas para alunos. Fonte: Suart (2008).

Entretanto, avaliar um diálogo em sala de aula requer também obter dados sobre as respostas dos estudantes. Para isto, Suart (2008) lança mão dos pressupostos teóricos contidos em Zoller (2001, 2002; ZOLLER e PUSHKIN, 2007). Os autores acompanharam a aplicação de experiências investigativas pré e pós-laboratório e elaboraram suas categorias de análise, caracterizando as habilidades cognitivas com base nas respostas dos alunos. Estas categorias são apresentadas no Quadro 2.

Nível	Categoria de resposta ALG
N1	<ul style="list-style-type: none">• Não reconhece a situação problema.• Limita-se a expor um dado lembrado.• Retêm-se a aplicação de fórmulas ou conceitos
Nível	Categoria de resposta LOCS
N2	<ul style="list-style-type: none">• Reconhece a situação problemática e identifica o que deve ser buscado.• Não identifica variáveis• Não estabelece processos de controle para a seleção das informações.• Não justifica as respostas de acordo com os conceitos exigidos
N3	<ul style="list-style-type: none">• Explica a resolução do problema utilizando conceitos já conhecidos ou lembrados (resoluções não fundamentadas, por tentativa) e quando necessário representa o problema com fórmulas ou equações.• Identifica e estabelece processos de controle para a seleção das informações• Identifica as variáveis, podendo não compreender seus significados conceituais.
Nível	Categoria de resposta HOCS
N4	<ul style="list-style-type: none">• Seleciona as informações relevantes.• Analisa ou avalia as variáveis ou relações causais entre os elementos do problema.• Sugere as possíveis soluções do problema ou relações causais entre os elementos do problema.• Exibe capacidade de elaboração de hipóteses
N5	<ul style="list-style-type: none">• Aborda ou generaliza o problema em outros contextos ou condições iniciais

Quadro 2. Nível cognitivo das respostas dos alunos. Fonte: Suart (2008)

As categorias principais estão propostas em três níveis: ALG, LOCS e HOCS, sendo que as habilidades classificadas como ALG (Algorítmic) são compostas pelo nível N1, as LOCS pelos níveis N2 e N3 e por último as HOCS pelos níveis N4 e N5. Para Suart (2008), a categoria classificada como ALG (N1) indica que o aluno, em suas respostas, fez uso apenas de dados referentes à memorização. Considera-se que esse sujeito lançou mão apenas de dados algorítmicos, com pouco esforço de raciocínio lógico para a resolução do problema apresentado.

Quando o indivíduo consegue apresentar alguma demanda cognitiva em suas respostas, reconhecendo a situação-problema e muitas vezes identificando as variáveis daquele problema, suas respostas são classificadas como habilidades de baixa ordem cognitiva, o que as leva a serem categorizadas como N2, primeiro nível das LOCS. A categoria à qual se dá o nome de N3, segundo nível das LOCS, inclui habilidades intermediárias onde se pode presumir como passagem entre este nível e o primeiro nível (N4) das HOCS, pois o aluno começa a dar indícios de apresentar habilidades que exigem a aplicação de conhecimentos simples a situações conhecidas. Os mesmos podem iniciar o estabelecimento de processos de resolução de problemas.

No nível classificado como HOCS que se divide em N4 e N5, os alunos estão aptos à elaboração de hipóteses, a produzir um pensamento mais complexo sobre os problemas e analisar variáveis para a resolução dos mesmos. Consideradas habilidades cognitivas de alta ordem, no nível N5 o aluno consegue ultrapassar a situação, abordando-a através do estabelecimento de relações entre a situação-problema vivenciada e outros contextos. Essas habilidades cognitivas associam-se às capacidades dos sujeitos de elaborarem a formação do pensamento crítico, permitindo uma interação diferenciada com o meio.

Objetivos

O objetivo do trabalho é avaliar se as atividades de modelagem desenvolvem habilidades cognitivas de alta ordem (HOCS), refletindo sobre sua eficiência em transmitir conceitos abstratos, muito comuns nos conteúdos de ciências, aumentando a capacidade argumentativa de estudantes do ensino médio.

Metodologia

Podemos classificar esta pesquisa como uma pesquisa qualitativa com características de um estudo de caso. Segundo Yin (1994), o estudo de caso permite investigar os fenômenos no seu contexto de vida-real. A pesquisa foi realizada em uma escola técnica de ensino médio pública, na cidade de Bauru, com a participação de uma professora de Química e duas turmas de alunos do primeiro ano do Ensino Médio integrado, totalizando 70 alunos.

A coleta de dados para esta pesquisa foi realizada por meio de gravação em áudio dos momentos de aplicação das atividades. Os dados serão analisados a partir dos referenciais teóricos apresentados, a partir do acompanhamento da aplicação das atividades de modelagem desenvolvidas a fim de identificar seu potencial na produção de Habilidades Cognitivas produzidas a partir dessas atividades.

No presente trabalho, iremos analisar um dos encontros realizados durante a pesquisa. O áudio de duas aulas com duração de 50 minutos foi transcrito e analisado conforme os referenciais adotados. A temática da aula foi a evolução dos modelos atômicos. Os alunos e a professora responsável construíram uma linha do tempo no quadro e, posteriormente, realizaram uma atividade de modelagem, utilizando diversos materiais de baixo custo para a construção dos modelos. A atividade foi realizada em grupos, e cada grupo construiu um modelo atômico diferente que foi apresentado para a turma em sala de aula.

Resultados

A análise dos resultados tem como critérios para análise os quadros 1 e 2 apresentados anteriormente, correspondentes às falas da professora e dos alunos, respectivamente. Também analisaremos as questões escritas propostas pela professora para a atividade de modelagem. Serão apresentados trechos das falas e das respostas dos alunos, além das questões propostas pela professora, durante a análise dos dados. A professora iniciou ambas as aulas informando aos alunos qual era o conteúdo e que deveriam iniciar juntos a construção de uma linha do tempo sobre os modelos atômicos na lousa. Dessa forma, temos, no quadro 3, trechos do diálogo gravado na turma 1 durante o início da discussão sobre evolução dos modelos atômicos.

Tempo	Discurso	Análise
03:12	P: Demócrito...450 a.C. vocês acreditam que existiam experimentos, ou modelos científicos, o que vocês acham?	P2
03:32	A: Tinha	N1
03:36	P: E aí, originou-se a palavra átomo, qual foi o nome dos cientistas? Quem vai responder?	P1
03:48	A: Demócrito? Leucipo?	N1
04:10	P: Tinha um modelo? Não ne, ele só falou sobre a palavra átomo, quem sabe o que significa essa palavra átomo?	P1
04:19	A: Indivisível...	N1
04:30	P: Quem sabe, levanta a mão e me fala, como ele chegou nessa conclusão que a história da ciência conta para nós?	P2
04:39	A: Ele começou a rasgar um papel, e quando ele não conseguia mais rasgar ele disse que aquilo era um átomo, pois aquilo não dava mais para se dividir...	N2
04:46	P: A história da ciência fala que era o que?	P1
04:48	A: Grãos de areia! A2: Uma pedra, algum tipo de rocha? A3: Um jarro de barro...	N1

Quadro 3: Diálogo da turma 1 relacionados a discussão da origem do átomo. Fonte: Autores.

Nesse trecho, podemos observar a discussão dos alunos a respeito da origem da palavra átomo. Percebemos que a maioria dos alunos responde somente com informações vazias, ou seja, termos que foram lembrados ou decorados, partindo de dados obtidos anteriormente, o que classifica as respostas no nível N1, consideradas ALG. Esse tipo de desempenho requer habilidades cognitivas de baixa ordem, pois exigem apenas a aplicação de algoritmos, e está diretamente relacionado ao tipo de questão realizada. De acordo com Suart (2008), alguns alunos preferem questões que exigem HOCS, mas a maioria dos alunos prefere do tipo ALG, pois são questões com as quais estão acostumados, indo à procura de respostas corretas, uma exigência típica de ALG/LOCS, além disso, os alunos atribuem às LOCS maior dificuldade de resolução.

As questões feitas pela professora variam entre níveis P1 e P2. Quando questiona o aluno em nível P1, recebe uma resposta nível N1, porém, quando o nível da questão aumenta para P2, a mesma recebe uma resposta de nível N2, primeiro nível das LOCS. O mais interessante é comparar o mesmo momento dessa aula na turma 2, no quadro 4. A professora varia um pouco seu diálogo, gerando respostas diferentes.

Tempo	Discurso	Análise
02:35	P: Alguém aí já ouviu falar na palavra átomo? Da origem da palavra átomo?	P1
02:44	A: Já...” a” é não e “tomo” divisível...	N2
02:56	P: Você acha que quando surgiu essa palavra, eles tinham...por exemplo, balanças, equipamentos?	P2
03:06	A: Talvez até tivessem, mas não muito precisos...depende da época...	N2
03:10	P: 400 a.C. mais ou menos, 450... como que ele chamava?	P1
03:22	A: Demócrito...	N1
03:28	P: Então nossa aula hoje vai ter um pouquinho de história, ta bom? Quem lembrou do nome Demócrito aí? Tinha outro junto com ele...	P1
03:37	A: Leucipo...	N1
03:42	P: Então...450 a.C. o que que acontece? A gente tem a palavra átomo, ne... como vocês me disseram ai..., Mas como eles chegaram nessa conclusão? Vocês sabem os experimentos que eles fizeram, ou como eles filosofaram a respeito disso?	P3
04:21	P: Quem aí, levanta a mão, já ouviu falar na história do vaso de porcelana?	
04:24	A: Ah, aquele que vai quebrando aos pouquinhos e aí chega uma hora e não quebra mais? Lembro uma vez que a professora contou, você vai quebrando aos poucos uma xicara, e chega uma hora que o pecado é tão pequeno que não quebra mais, e aquilo seria a menor parte dela, ou seja, o átomo.	N3

Quadro 4: Diálogos da turma 2 relacionados a discussão da origem do átomo. Fonte: Autores.

Comparando as turmas 1 e 2, observamos que na turma 2 as respostas dos alunos foram de níveis maiores, como no momento em que aparece uma resposta N3, classificada como HOCS, o que se deve ao tipo de pergunta que foi feita aos mesmos, de nível P3. Isto indica que as perguntas em si influenciam as respostas, portanto, quanto mais elaborada for a pergunta, mais elaborada será sua resposta. Dessa forma, o objetivo do professor deve ser sempre melhorar a forma de abordar os alunos, utilizando perguntas de alto nível e instigando os alunos a responderem com níveis cognitivos maiores.

Na sequência, após explicação de todos os modelos atômicos dada a partir da aula teórica pela professora, iniciou-se a atividade de modelagem, que consistiu na elaboração de modelos físicos a partir de materiais de baixo custo disponibilizados aos alunos. Nesse momento, os alunos se dividiram em grupos, e cada grupo criou um modelo diferente, que posteriormente foi apresentado para toda a turma. Na figura 1, podemos observar alguns dos modelos construídos em sala de aula.

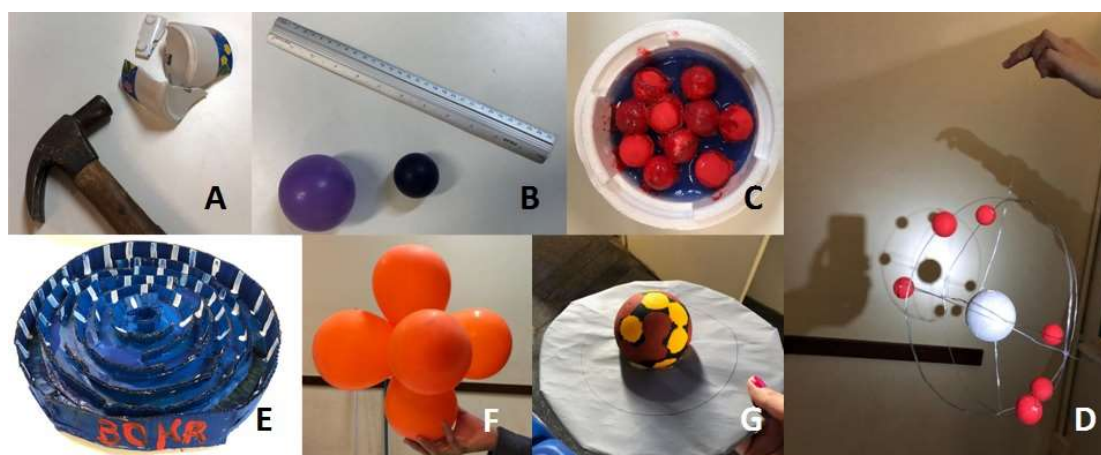


Figura 1: modelos atômicos construídos pelos alunos. Fonte: Autores.

Durante a atividade de modelagem, os alunos responderam oralmente a questões propostas de forma escrita pela professora, no momento em que cada grupo apresentou seu modelo para a turma. Temos, na tabela 3, trechos das apresentações. Os modelos foram utilizados pelos alunos para justificar suas respostas às questões da professora.

Perguntas da professora/Respostas dos alunos	Análise
P: Como vocês acreditam que os filósofos Leucipo e Demócrito estudaram a matéria e sua constituição? Quais as ideias filosóficas que ambos podem ter tido para chegar em suas conclusões?	P3
A: Eles diziam que cada partícula possuía tamanhos e formatos diferentes... Acreditavam que os átomos eram como peças de quebra cabeça, e quando se uniam perfeitamente eles formariam estruturas mais complexas e que cada substância possuía seus átomos que variavam de acordo com suas propriedades, por exemplo, se fosse uma substância sólida, teria um formato mais pontiagudo, já uma substância líquida seria mais redondo...No nosso modelo temos esse martelo, e uma xícara, que vamos quebrando até chegar no menor pedaço possível, que foi quando definiram o átomo...	N4
P: O que levou Dalton a retomar os estudos feitos por Leucipo e Demócrito, que resultou na elaboração de seu primeiro modelo atômico?	P3
A: Diferente de Dalton, Leucipo e Demócrito não eram cientistas, eles eram filósofos... então eles não tinham ferramentas para executar experimentos e comprovar o que eles diziam, já Dalton tinha, como por exemplo a balança, e então ele poderia provar que o átomo era uma esfera indivisível, indestrutível e maciça...ele se baseou nas leis ponderais de Lavoisier e Proust....	N4
P: Qual foi a contribuição de Thomson ao modelo de Dalton? Como você descreveria esse modelo, e porque foi necessário aprimorar o modelo anterior?	P3
A: A principal descoberta de Thomson foi que o átomo era divisível, e então ele pensou que Dalton estava errado, pois na época de Dalton não existia energia elétrica, então não conseguiu ter a ideia que tinha cargas positivas e negativas, por isso que Thomson fez um experimento usando uma pilha, no tubo de raios catódicos, e observou que se o raio foi atraído pela pilha, ali teriam cargas elétricas, então descobriu o elétron, porque o campo era positivo...	N4
P: Com relação ao modelo de Rutherford, ele usou a radioatividade de Marie Curie, vocês acreditam que nesse momento, ele foi filosófico, teórico, experimental, qual recurso ele utilizou? O que ele observou a partir do seu experimento? O que tem a ver com a eletrosfera as partículas terem passado pela lâmina?	P3
A: Era conhecido como modelo planetário, ele foi experimental... Ele fez um experimento que usou uma placa de ouro, que era muito fina, e ele usou um “laser” com partículas alfa na placa, e algumas partículas passaram, algumas desviaram e outras voltaram, então percebeu que o átomo tinha muito espaço vazio... por passarem muitas partículas concluiu que existia um núcleo que era menor que a eletrosfera...	N3
P: Bohr utilizou a ideia de Demócrito? O que Bohr fez para melhorar o modelo de Rutherford, porque isso foi necessário?	P3
A: Não...ele disse que a eletrosfera era dividida em 7 camadas, e cada camada conseguia colocar um número máximo de elétrons...e segundo Bohr, um elétron pode passar de uma camada para outra, quando ele recebe energia ele pula para uma camada mais externa, e quando eles voltam eles liberam um fóton, em forma de luz...	N3

Quadro 5: Diálogos das turmas durante a apresentação. Fonte: Autores.

No quadro 5, podemos observar que a atividade de modelagem, após a aula teórica, contribuiu para que os alunos respondessem às questões propostas pela professora. Durante a apresentação, os alunos discutem seus modelos tentando justificar por que ocorreu a evolução dos mesmos, e alguns ainda dizem que seu modelo é melhor que o anterior e tentam convencer com argumentos o porquê disso. Dessa forma, podemos dizer que os alunos foram estimulados

a se esforçarem para explicar os fenômenos estudados com base em argumentos, o que levou a respostas com maior nível cognitivo. Segundo Suart (2008), diversas pesquisas têm sido realizadas sobre as habilidades que podem ser desenvolvidas em atividades experimentais, portanto, acreditamos que a proposta seria adequada para atividade de modelagem realizada.

O fato de as questões serem mais elaboradas aumenta a um nível P3, o que gerou respostas de alto nível, como N3, que é o segundo nível das LOCS e N4, o primeiro nível das HOCS, pelos alunos. É importante salientar que questões que iniciam com “o que é”, “quem é”, “sim ou não”, e etc., possibilitam respostas pobres, sendo assim, os professores devem ser mais cautelosos ao realizarem as perguntas aos alunos.

Conclusões

As perguntas finais feitas pela professora incentivaram os alunos a responderem às questões utilizando habilidades cognitivas de maior nível. Dentre os modelos apresentados, destacaram-se o experimento de Rutherford, onde se fez analogias da luz emitida por uma lanterna com a emissão de partículas alfa, conceito de difícil compreensão dos alunos, pois envolve conceitos de radioatividade. Outro modelo que chamou a atenção foi a massa fluida no modelo de Thomson que, diferentemente dos modelos até então apresentados e utilizados nos livros didáticos, não leva o aluno a construir conceitos e concepções inadequadas sobre a estrutura atômica.

Após a confecção dos modelos, podemos concluir que os alunos aumentaram a capacidade de argumentação, percebeu-se um aumento da qualidade das respostas dos alunos, chegando ao primeiro nível das HOCS, resultando em uma aprendizagem mais significativa, pois conseguiram construir seus próprios modelos e justificar cientificamente seu sentido e papel no estudo da evolução dos modelos atômicos, dentro das categorias N3 e N4. Pelo fato do conteúdo ser a evolução dos modelos atômicos, não atingimos o maior nível, N5, pois os mesmos não abordaram o problema em outro contexto a não ser a discussão abordada.

Agradecimentos e apoios

PROCAD-CAPES

Referências

CHAMIZO, J. A. A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching. *Science & Education*, 2011.

COSTA, P. P., JUSTI R., MOZZER N. B. O processo de co-construção de conhecimento no contexto de atividades de modelagem e a produção de argumentos por estudantes do ensino médio. *Atas do VIII ENPEC 2011*.

FERREIRA, P. F. M. e JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. *Química nova na escola*, n. 28, p.32-36, maio 2008.

MACEDO, L. **Competências e habilidades: elementos para uma reflexão pedagógica**. Brasília: INEP, 1999.

OTERO, I.W; PETCH, J; CATAPAN, A.H. **Desenvolvimento de habilidades cognitivas de alto nível em educação à distância**, Florianópolis, Brasil, 2009.

PRINS, G. T. **Teaching and Learning of Modelling in Chemistry Education: Authentic Practices as Contexts for Learning**. Freudenthal Institute for Science and Mathematics

Education, Utrecht University, 2010.

SUART, R.C. Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas. **Dissertação (Mestrado em Educação)** Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo: São Paulo, 2008.

YIN, Robert. **Case Study Research: Design and Methods** (2a Ed) Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 1994.

ZOLLER, U. ; PUSHKIN, D. Matching higher-order cognitive skills (HOCS) promotion goals with problem-based laboratory practice in a freshman organic chemistry course. **Chemistry Education Research and Practice**, 2007.

ZOLLER, U. Alternative assessment as (critical) means of facilitating HOCS Promoting teaching and learning in Chemistry Education. **Chemistry Education: Research and Practice** in Europe, 2001.

ZOLLER, U., DORI, Y.; LUBEZKY, A. Algorithmic and LOCS and HOCS (Chemistry) Exam Questions: Performance and Attitudes of College Students. **International Journal of Science Education**, 2002.