

Situações-Problema Como Estratégia Didática Para o Ensino de Modelos Atômicos

José Euzébio Simões Neto(PQ)^{1*}, Mauro de Souza Lima Prates Júnior (IC)².
euzebiosimoes@hotmail.com

1. Unidade Acadêmica de Serra Talhada - Universidade Federal Rural de Pernambuco - Serra Talhada - PE.

2. Departamento de Química - Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte - MG.

Palavras-Chave: Situação-Problema, Modelo, Átomo.

RESUMO:

O presente trabalho procurou investigar como a estratégia situações-problema pode ajudar no aprendizado de modelos atômicos no ensino médio, em uma escola da rede estadual de Minas Gerais, situada em Betim. Para isso, a partir das indicações propostas por Meirieu (1998), foram elaboradas duas situações-problema, com temáticas ligadas aos modelos atômicos. Durante a intervenção, foram ministradas aulas sobre o tema visando auxiliar os estudantes na resolução das situações-problema. A obtenção dos dados foi feita usando, observação durante as intervenções, questionários e as próprias soluções apresentada às situações-problema. A resolução das situações-problema, mediante as condições sugeridas pelo método do trabalho aos estudantes participantes da pesquisa – material didático indicado, trabalho em grupo e interação com o professor-pesquisador, contribuiu de forma significativa para o entendimento do conceito de modelos atômicos e ainda pode mostrar um pouco da preocupante situação do ensino público estadual encontrado neste estado.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas encontrados pelo ensino de ciências no Brasil são os processos de ensino-aprendizagem predominantes nas escolas. Basicamente são observados os métodos *tradicionais* ou o da *educação bancária*, descrita por Freire (2005, apud LOPES et al., 2011) e baseado nas afirmações de que: “educador é o que sabe; os educandos, os que não sabem”; “o educador é o que pensa; os educandos, os que escutam docilmente” e “o educador, finalmente, é o sujeito do processo; os educandos, meros objetos”.

As formas tradicionais de ensino que fazem com predominância o uso de exercícios – mecanismos automatizados priorizando a memorização – não são capazes de formar cidadãos críticos, não os fazem aprender ciências como uma realidade, mas uma ciência totalmente desligada dos fenômenos reais, requerendo mais a memória do que o estabelecimento de relações (MORTIMER, MACHADO, ROMANELLI, 2000). Para a Química, os currículos tradicionais tem enfatizado, na maioria das vezes, apenas aspectos conceituais.

Portanto, faz-se necessário oferecer educação de qualidade, onde não haja uma mera repetição da resolução de exercícios por parte dos alunos, que não é o suficiente. Há a necessidade dos professores usarem questões problematizadoras, para que os alunos possam compreender melhor os aspectos da constituição, das propriedades e das transformações dos materiais, como propõem Mortimer, Machado e Romanelli (1999).

Para fazer uso de questões problematizadoras em alternativa aos exercícios, buscamos apresentar definições e distinções entre os mesmos, em concordância com Batinga e Teixeira (2009):

A proposição e abordagem de problemas pelo professor não se constitui numa tarefa fácil de ser concebida e realizada no contexto escolar. Por isso, insistimos na necessidade de que fique claro para o professor a distinção entre o conceito e as características de um exercício e problema, para que ele se conscientize de que a estratégia de RP (Resolução de Problemas) exige algo mais do aluno do que o simples exercício com ênfase na repetição. (BATINGA, TEIXEIRA, 2009).

Exercício então se trata, pelos mesmos autores, de:

Situação em que o aluno dispõe de respostas, utilizando de mecanismos automatizados que levam a solução de forma imediata, priorizando a memorização de regras, fórmulas, equação e algoritmos. O exercício é normalmente utilizado para operacionalizar um conceito, treinar um algoritmo e o uso de técnicas, regras, equações ou leis químicas, e para exemplificar. (BATINGA e TEIXEIRA, 2009).

Ainda, os mesmos autores definem problema como:

É uma situação que um sujeito ou um grupo quer ou precisa resolver e para a qual não dispõe de um caminho rápido e direto que leve a solução. Uma situação somente pode ser concebida como um problema na medida em que exista um reconhecimento dela como tal, e quando requer dos que a tentam resolver um processo de reflexão ou uma tomada decisão sobre a estratégia a ser seguida no processo de RP (Resolução de Problemas). (BATINGA, TEIXEIRA, 2009 – Página 03).

Com base nas definições, pode-se dizer que são metodologias completamente diferentes, cabendo ao professor saber fazer o uso correto e adequado, pois, ele possui flexibilidade para adaptar seu currículo de acordo com os objetivos para o uso de exercícios ou problemas, além das necessidades, realidades regionais e as características do aluno.

A partir das dificuldades apresentadas pelos docentes em distinguir exercício de problema, além da necessidade de se usar questões problematizadoras, parece necessário que se busque melhorar as concepções e a preparação dos professores, que em conjunto com outras medidas políticas e econômicas, possam tornar o ensino de uma forma geral em um ensino de qualidade. Entre algumas opções de fazê-la, deve-se destacar a importância da formação inicial do docente. Como já destaca Mortimer, Machado e Romanelli (2000) a formação acadêmica destes profissionais não vem sendo adequada, como já dito sobre o ensino médio, os cursos de licenciatura também seguem o padrão tradicional de ensino com base na memorização de conceitos. Então no que diz respeito à postura em sala de aula, do uso de instrumentos, metodologias e estratégias que auxiliem nesta docência, e como sugere Simões Neto (2009), os cursos superiores de licenciatura devem apresentar estratégias didáticas que os licenciandos possam aplicar quando ingressarem nas escolas ou mesmo nos estágios obrigatórios, e um dispositivo que pode ser utilizado é a situação-problema.

Situação-problema (SP) é definida por Meirieu como (1998):

Uma situação-didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. E essa aprendizagem, que constitui o verdadeiro objetivo da situação problema, se dá ao vencer obstáculos na realização da tarefa (MEIRIEU, 1998 – página 189).

Para fazer o uso desta estratégia faz-se necessário permitir que o sujeito consiga efetuar as solicitações operacionais mentais, dentro dos limites individuais, construindo o conhecimento, sendo o verdadeiro objetivo da situação-problema então é a aprendizagem através do processo de construção do conhecimento a partir do conflito cognitivo causado pelas SP's (SIMÕES NETO, 2009).

Segundo Meirieu (1998), as principais características de uma situação-problema são:

Propõe-se aos sujeitos a realização de uma tarefa. A tarefa só pode ser executada se o obstáculo for transposto. A transposição do obstáculo deve representar um patamar no desenvolvimento cognitivo do sujeito. O obstáculo deve apresentar um sistema de restrições a fim de que os sujeitos não executem o projeto sem enfrentar os obstáculos. Deve ser fornecido aos sujeitos um sistema de recursos (materiais e instruções) para que eles possam vencer o obstáculo. (Meirieu, 1998).

Assim, para elaborar uma situação-problema segundo Meirieu, deve-se começar seguindo um caminho proposto pelo autor que consiste em responder previamente as seguintes perguntas que darão às características a SP (MEIRIEU, 1998):

1. Qual o meu objetivo? O que quero fazer com que o aluno adquira e que para ele representa um patamar de progresso importante?
2. Que tarefa posso propor que requeira, para ser realizada o acesso a este objetivo (comunicação, reconstituição, enigma, ajuste, resolução, etc.)?
3. Que dispositivo devo instalar para que a atividade mental permita, na realização de tarefa, o acesso ao objetivo? Que materiais, documentos, instrumentos devo reunir? Que instruções-alvo devo dar para que os alunos tratem os materiais para cumprir a tarefa? Que exigências devem ser introduzidas para impedir que os sujeitos evitem a aprendizagem?
4. Que atividade posso propor que permitam negociar o dispositivo segundo diversas estratégias? Como variar os instrumentos, procedimentos, níveis de orientação, modalidades de reagrupamento? (Meirieu, 1998)

Existe também uma estratégia recursiva de validação de uma situação problema, proposta por Macedo (2002, apud BATINGA, ALMEIDA, CAMPOS, 2005), e que sugere aos professores que se façam o seguinte questionamento:

Quais são os conteúdos que valorizamos ao elaborar uma situação-problema? Como recortá-los em algo concreto, prático, em tarefas ou questões de uma prova? Quais são os indicadores ou elementos que nos possibilitarão saber o quanto nossos alunos dominam esse conhecimento? Como recortar algo significativo para ser discutido, analisado, avaliado? (Macedo, 2002, apud BATINGA, ALMEIDA, CAMPOS, 2005).

Faz-se necessário ainda que a questão apresente outras características essenciais. Por exemplo, o contexto, que gera a motivação no aluno para aprender uma vez que ele a identifique na SP, por se tratar de problemas do cotidiano e não meramente uma teoria sem aplicação implícita. Outra característica deve ser o obstáculo, que vai gerar o conflito cognitivo no aluno entre o que ele sabe e a questão da situação-problema, que tem por objetivo efetuar a aprendizagem uma vez que o aluno não efetua a tarefa proposta pela SP sem vencer este obstáculo, que é definido por Meirieu (1998) como “a dificuldade que surge na realização de uma tarefa e que permite iniciar uma aprendizagem para superá-la”. E ainda deve ser característica da situação-problema possuir dispositivos de aprendizagem que permitam que o sujeito

faça o uso, por exemplo, de um material didático textual, discussão, debates, interrogações, etc..

Espera-se sempre que a situação-problema possibilite que o sujeito consiga vencer os obstáculos que estão presentes nela, ou seja, que a solução esteja ao alcance deste sujeito e ao mesmo tempo venha a obter tal solução, sempre, acompanhado com a aprendizagem.

Neste momento cabe ressaltar a questão da avaliação que deve ser feita de três formas: diagnóstica, formativa e somativa (SIMÕES NETO, 2009). A primeira tem a função de conhecer o grupo de amostragem, para saber quais são os caminhos tomados para elaboração das situações-problema. A segunda avaliação tem o objetivo de avaliar o período em que as SP's estão sendo aplicadas por meio da observação. E por último a avaliação somativa que avalia o final de todo o processo com o uso dos instrumentos avaliativos solicitada aos alunos.

Sendo assim, optamos por abordar as situações-problema no contexto das teorias dos modelos atômicos, por tratar-se de um tema complexo, de grande importância, onde a estratégia do uso das SP's pode contribuir para melhorar a sua abordagem.

Em estudo realizado com alunos do Ensino Médio por Souza, Justi e Ferreira (2006), concluem que a aprendizagem dos modelos atômicos é difícil. A maioria dos alunos não associam as analogias usadas pelos docentes aos modelos, como o modelo do 'pudim de passas' em relação à teoria de Thomson ou o 'sistema solar' de Bohr, tornando o ensino bastante complexo. Cabe ao professor então, tomar conhecimento disto e refletir sobre como discutir o tema de forma a favorecer uma compreensão mais ampla do conteúdo científico e como utilizar as analogias.

Sabe-se ainda que o átomo é um conceito central em toda a química, o que torna a abordagem da estrutura atômica um conceito chave para o ensino de química nas escolas, que tem se mostrado, principalmente no ensino público, inadequado pelas estratégias propostas para sua aprendizagem e apontando a necessidade de se elaborar novas abordagens para o seu ensino (SALGADO, HAINZENREDER, SILVA e DEL PINO, 2009).

Constatando em literatura que modelos atômicos é um dos temas de maior dificuldade para ser ensinado e aprendido nas aulas de química. Assim, a situação-problema surge como uma estratégia interessante e válida para tentar auxiliar o docente nesta dificuldade do processo de ensino-aprendizagem, pois, o aluno somente conseguirá transpor o obstáculo apresentado através da SP se conseguir tomar decisões que o faça alcançar o objetivo que ele mesmo escolheu ou que lhe foi proposto e até traçado (PERRENOUD, 1999).

Diante do exposto, podemos apresentar os objetivos deste trabalho:

1. Investigar as concepções dos estudantes de duas turmas do primeiro ano de uma escola estadual mineira acerca dos modelos atômicos;
2. Investigar como a estratégia didática do uso das situações-problema pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de Modelos Atômicos, em turmas do Ensino Médio.

METODOLOGIA

A pesquisa foi feita com duas turmas do noturno do primeiro ano do ensino médio da rede estadual em Betim - cidade da região metropolitana de Belo Horizonte. Não possui laboratórios para práticas de química, as aulas têm duração de quarenta minutos, com exceção do primeiro horário que tem dez minutos a mais. Na **turma I** participaram das atividades 31 alunos e na **turma II** 33 alunos, tais classes apresentam um número reduzido de alunos em comparação com o resto das turmas da escola, próximo a 40 alunos.

Em acordo feito com a professora titular da turma, foi combinado que seriam possíveis apenas quatro dias de intervenções, para que não atrapalhasse o andamento da disciplina. Ainda, a última etapa da intervenção é caracterizada como uma entrevista usando questionário escrito, com apenas três alunos de cada turma, que poderia ser feita fora da sala e o restante da turma permaneceria com as aulas desta professora.

a) Avaliação Diagnóstica

Foram elaboradas quatro questões com objetivo de auxiliar na elaboração das intervenções e das SP's, sendo a aplicação a primeira etapa do percurso metodológico.

Para melhor analisar a avaliação diagnóstica, classificou-se as respostas em quatro modalidades diferentes, agrupadas da seguinte maneira: (RS) **Respostas Satisfatórias**; (RPS) **Respostas Pouco Satisfatórias**; (RI) **Respostas Insatisfatórias**; e (RB) **Respostas em Branco**. Estas classificações seguem tipologia usada por Simões Neto (2009). O critério usado para se atribuir a um determinado grupo cada resposta, está descrito e pode ser entendido melhor analisando o quadro 1, que também apresenta as questões diagnósticas:

Quadro 1: Agrupamento das Respostas Questão	
1. O que você entende por modelo atômico? Comente.	RS: se abordasse como forma em que filósofos e cientistas tentavam descrever o átomo ou a matéria; RPS: se abordasse apenas como uma tentativa de descrever o átomo; RI: não abordasse a questão da descrição do átomo ou matéria.
2. Cite para cada um dos modelos atômicos quais são as principais falhas e acertos nos modelos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr? Justifique.	RS: se citasse pelo menos um erro e um acerto de cada teoria; RPS: se abordasse apenas um erro ou acerto de cada teoria; RI: fora das duas classificações anteriores.
3. Considerando os modelos até aqui discutidos, como você desenharia o átomo de hidrogênio, sabendo que ele tem um próton, um elétron e nenhum nêutron. Descreva a figura.	RS: se desenhasse o átomo semelhante ao apresentado pelo modelo de Rutherford; RPS: se fosse capaz de separar o átomo como núcleo e eletrosfera; RI: fora das duas classificações anteriores.

4. De acordo com a teoria atual, que segue o princípio da teoria de Bohr, o átomo é formado por uma massa centrada no núcleo e uma eletrosfera, constituída basicamente de um “espaço vazio”. Baseado no estudo desta teoria, você acredita que em uma mesa de madeira, que é formada por átomos, existam partes vazias? Por quê?

RS: se a resposta fosse “sim” e explicasse usando a eletrosfera como constituinte do átomo; **RPS:** se “sim” e desse outra explicação que não usando a eletrosfera; **RI:** se respondesse “não”.

b) Situações-Problema

Para elaborar as situações-problema, recorreu-se as recomendações de Meirieu (1998) sobre a elaboração de situações-problema. Duas foram elaboradas, e são apresentadas a seguir:

1. O experimento de Rutherford, feito através da orientação do mesmo ao aluno de doutorado em Física, Hans Geiger e ao professor Ernest Marsden. Ele consistiu na emissão de partículas α (He^{2+}) sobre uma placa muito fina de ouro (Au), com um anteparo fosforescente, que sob radiações alfa, emite luz, possibilitando observar onde ocorreriam as colisões (figura 1).

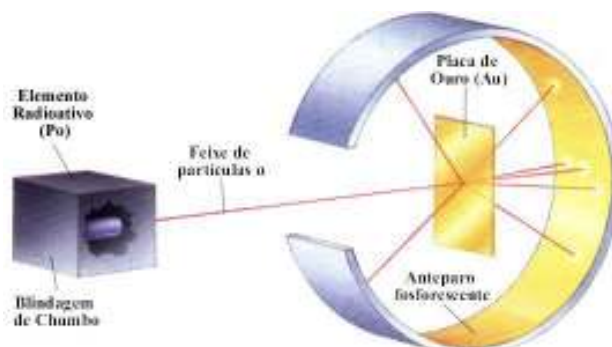


Figura 1: Experimento de Rutherford

A partir das conclusões deste experimento, Rutherford pode então elaborar uma teoria que melhorava as ideias de Thomson. Baseado na figura e em seus conhecimentos, quais as conclusões que Rutherford teve ao observar os resultados no experimento de Geinger-Marsden?

A ideia deste problema era saber se os alunos conseguiam ter a mesma conclusão que Rutherford, ou melhor, se eles entenderam os motivos que levaram Rutherford a elaborar sua teoria.

2. O conhecimento atual sobre a estrutura dos átomos nos indica que seus elétrons têm diferentes quantidades de energia: uns são mais energéticos, outros menos. Sabe-se ainda que esta quantidade de energia é fixa e denominada nível de energia. Segundo estudos de Bohr, os elétrons que estão nos níveis de menor energia ocupam uma região mais próxima do núcleo; os que estão em níveis de maior energia ocupam

regiões mais afastadas. Sabe-se ainda que os elétrons podem “saltar” para níveis diferentes, contanto que tal nível não esteja preenchido. Baseado no texto anterior e nos conhecimentos adquiridos nas aulas de química, explique o fenômeno da liberação de luzes com cores diferentes, ocorrido nos fogos de artifícios.

A ideia desta situação-problema é abordar uma situação real e contextualizada, gerando interesse para que os alunos se esforçassem ainda mais para resolver o problema.

Analisou-se as respostas apenas como satisfatórias ou não conforme a resposta esperada ou algo próximo do esperado que identificasse alguma evolução em termos de aprendizagem dos estudantes.

c) Questionário Final

Foram elaboradas seis questões para compreender qual o ponto de vista dos alunos que tentaram resolver as situações-problema para que se possa ter a outra visão além da de quem elaborou e corrigiu as questões e até mesmo quanto ao aprimoramento na elaboração de futuras SP's.

Para responder a estas questões foram escolhidos três alunos da turma I e três da turma II. O avanço no aprendizado e a motivação foram os motivos determinantes para escolher os seis alunos. Seguem as questões:

- 1. O que você achou do trabalho envolvendo situações-problema?**
- 2. Você achou as situações-problema fáceis ou difíceis? Por quê?**
- 3. Após a resolução das SP, você acredita que foi acrescido algo novo no que você entende sobre modelos atômicos?**
- 4. As SP foram resolvidas em Grupo. Você responderia diferente do seu grupo se fosse individual? Como?**
- 5. O Modelo Atômico de Rutherford foi tema da 2ª SP. Você seria capaz de explicar tal modelo com poucas palavras?**
- 6. Você gostaria de trabalhar com SP em outros conteúdos? Por quê?**

Analisadas qualitativamente e individualmente, as respostas dadas ao questionário final visaram uma construção relativa às impressões dos alunos de cada uma das turmas acerca do uso das situações-problema como estratégia no conteúdo temático escolhido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados serão apresentados e discutidos em três sessões, a saber: avaliação diagnóstica, situações-problema e questionário final, de acordo com a divisão da metodologia na pesquisa.

a) Avaliação Diagnóstica

Na primeira questão, nas duas turmas trabalhadas, não emergiram respostas satisfatórias. Devido ao caráter autoexplicativo do tema trabalhado, tivemos algumas respostas pouco satisfatórias (cerca de 46% e 44% para as turmas I e II,

respectivamente). As respostas insatisfatórias apareceram em 43% na turma I e 46% na turma II, mostrando fragilidade no ensino-aprendizagem desse tema. A seguir, exemplos de respostas pouco satisfatórias e insatisfatórias:

RPS: “*Modo como os átomos (menor partícula em que se divide uma matéria) são classificados*”.

RI: “*São moléculas*”.

A segunda questão apresentou o maior nível de dificuldade nas respostas, sendo a que teve maior número de respostas em branco, 43% e 44,5% para turmas I e II, respectivamente. Foi alto o número de respostas insatisfatórias (32% e 44,5%, respectivamente) e novamente não tivemos respostas satisfatórias. Segue exemplos de respostas em cada categoria:

RPS: “*Falhas: O fato de não possuir núcleo (no começo). Acertos: Possuir cargas positivas, cargas negativas, e neutras. Possuir um núcleo e ao redor do núcleo uma eletrosfera*”.

RI: “*As falhas são as radiações*”.

Alguns fatores extra-classe ajudaram para que os alunos conseguissem desenhar o átomo de hidrogênio como esperado ou mesmo átomos considerados como pouco satisfatórios, que foram citados pelos próprios alunos durante a intervenção como desenhos animados, internet e filmes, com destaque para o desenho “Jimmy Neutron” que usa uma camisa com desenho do átomo próximo ao modelo de Rutherford (sistema planetário). Segue a figura 2 para exemplificar as respostas em cada categoria:

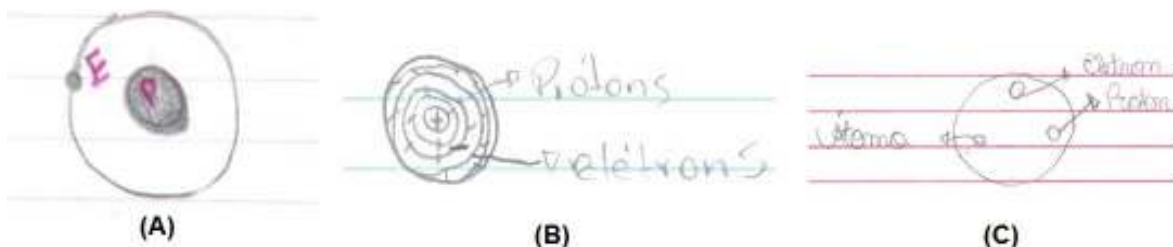


Figura 2: Resposta Satisfatória (A), Resposta Pouco Satisfatória (B) e Resposta Insatisfatória (C).

Ainda assim, a maioria das respostas caiu na categoria insatisfatória (61% para turma I e 55,5% para a turma II).

A única questão em que as turmas apresentaram diferença na concentração de respostas conforme a classificação feita, mostrando que a turma II apresentou em sua maioria, *melhores* respostas e explicações (RS) para a quarta questão, em relação à turma I por apresentar argumentos como eletrosfera ou mesmo o próprio átomo, sabendo que este é formado também pela eletrosfera. Cerca de 44% da turma II forneceram respostas satisfatórias, contra apenas 18% da turma I. Segue então, um exemplo de cada classificação:

RS: “*Sim. Já que a mesa é formada de átomos, e cada átomo em seu espaço vazio, a mesa terá partes vazias, mas muito pequenas e não podem ser vistas a olho nu*”.

RPS: “*Acredito que sim, se a mesa for feita de madeira, pode ter sim partes ocas, (espaços vazios)*”.

RI: “*Não, porque tem os furos na mesa*”.

b) Situações-Problema

As situações-problema foram resolvidas em grupo, indicados por letras para nomeação. Os grupos A até F fizeram parte da turma I, enquanto os grupos G até M faziam parte da turma II.

Na turma I, destaque para o grupo D, que apresentou foco no que se esperava como uma solução correta da primeira SP e assim uma demonstração de entendimento parcial do assunto, apesar de não abordarem como Rutherford abordava o núcleo atômico em sua teoria. Na segunda SP, observamos também um certo conhecimento, mas esperava-se desenvolvimento mais detalhado e mais argumentativo. Ainda assim, este grupo conseguiu propor as melhores soluções para as SP's, para a turma I.

Situação-Problema 1: "No experimento de Rutherford os raios de radiação alfa, a maioria, passavam direto na placa de ouro, isso porque os átomos possuem espaços vazios."

Situação-Problema 2: "Quando o elétron se solta ele pula o nível de energia liberando uma luz."

Na turma II, os grupos H, L e M conseguiram responder de maneira satisfatória as duas SP, com destaque para o grupo H, onde, na primeira questão apresentaram os principais postulados da teoria de Rutherford, e, na segunda, representaram bem os "saltos eletrônicos", como podemos ver na figura 3:

Situação-Problema 1: "Átomo = um núcleo muito pequeno, e positivamente carregado e rodeado por uma nuvem de elétrons."

Situação-Problema 2: "Um elétron se move em uma órbita circular, estável, sobre uma atração coulombiana. Quando esse átomo é aquecido os elétrons se movem (exemplo na figura) e no percurso (sic) de volta sua energia é liberada em forma de luz."



Figura 3: Desenho do Grupo H Para a Movimentação Eletrônica no Átomo

Já o grupo M apresentou texto confuso na resposta à segunda situação-problema, por não tratar o "salto" do elétron para um nível interno como o momento em que há liberação de energia. No entanto, apresentou o motivo das cores diferentes para os fogos de artifício.

Situação-Problema 1: "Átomo: núcleo muito pequeno, positivamente carregada e rodeado por uma nuvem de elétrons. A massa desse átomo estaria quase totalmente concentrada no núcleo (modelo planetário)."

Situação-Problema 2: "As luzes refletem cores diferentes porque os elétrons possuem energias diferentes. Na transição de energia o elétron ele começa em uma energia menor a cada nível que ele avança aumenta sua energia."

De forma geral, foram consideradas como satisfatórias apenas 35% das respostas. Vários são os fatores que podem justificar este resultado ruim, como por exemplo, a falta de interesse dos alunos, o grande tempo relativo entre a última aula e a aplicação das situações-problema, a falha no planejamento pedagógico dos professores desta escola pelo fato dos alunos não terem assistido aulas de modelos atômicos, a pouca experiência do pesquisador como professor, a própria dificuldade que o assunto apresenta etc. Outra abordagem que pode ser feita é a análise das dificuldades relativas de cada questão, em que a primeira situação-problema teve 34% de respostas consideradas como satisfatórias enquanto a segunda 39%, indicando que os alunos sentiram a mesma dificuldade para ambas, em média.

c) Questionário Final

O questionário final foi aplicado a seis alunos, sendo três da turma I os outros três da turma II. Eles foram selecionados pelo interesse em participar da intervenção e foram nomeados como **Marrom**, **Bege** e **Cinza**, para a turma I, e **Branco**, **Preto** e **Vermelho**, para a turma II. A partir das respostas dadas ao questionário, procurou-se averiguar quais foram os pontos positivos e a dificuldade da metodologia usada apontada pelos alunos, e ainda se eles reconhecem a ajuda das situações-problema no entendimento de modelos atômicos. Durante a resposta ao questionário final, as respostas dadas pelos grupos foi disponibilizada para servir como um momento de retorno ao trabalho com as SP's.

1. O que você achou do trabalho envolvendo situações-problema?

As duas turmas apresentam opiniões semelhantes, afirmando que foi bom trabalhar com as situações-problema por tratar de um método de ensino-aprendizagem que exige do aluno o raciocínio.

2. Você achou as situações-problema fáceis ou difíceis? Por quê?

Com exceção do aluno Marrom, os estudantes da turma I acharam difícil trabalhar com as SP's, pois a temática era difícil. Já turma II aponta que esteve na média entre difícil e fácil, mas principalmente por que uma vez que foi entendido o conteúdo, este obstáculo pode ser vencido e quando ocorre de não entender o conteúdo, torna-se difícil.

Branco: *“Fica no meio termo, pois como eu havia dito na questão anterior envolvia conteúdos conhecidos (mas que partes já tinha esquecido mas foi bom lembrar) e conteúdos desconhecidos (foi bom pegar um pouco do que vem pela frente)”*.

3. Após a resolução das SP, você acredita que foi acrescentado algo novo no que você entende sobre modelos atômicos?

Todos apresentaram a mesma resposta de que as situações-problema acrescentaram algo novo, o que valida a estratégia de ensino, e não apenas de avaliação do processo de aprendizagem.

4. As SP foram resolvidas em Grupo. Você responderia diferente do seu grupo se fosse individual? Como?

Os alunos Marrom e Cinza mostram, pela quarta questão, como se deu a realização das SP's na turma I, que esteve descomprometida com a aprendizagem durante todas as intervenções feitas.

Marrom: *“Eu respondi sozinho, meu grupo só tinha 'gênios”*.

Cinza: *“Não. Pois eu respondi quase sozinho”*.

Ao contrario da turma I, todos os alunos da turma II mostram que trabalhar em grupo ajuda a vencer o obstáculo proposto ao poder juntar os conhecimentos para propor a solução e ainda destacando a importância individual da participação na elaboração desta solução.

Branco: *“Não, pois foi resolvido com alguns palpites meus que combinaram com os palpites dos outros componentes do grupo”*.

Preto: *“Não. Porque todos aprendemos tudo juntos então nossas ideias eram parecidas, então não mudaria a resposta”*.

Vermelho: *“Não, porque as respostas em grupo foi formado com a ajuda de todos, incluindo eu”*.

5. O Modelo Atômico de Rutherford foi tema da 2ª SP. Você seria capaz de explicar tal modelo com poucas palavras?

Todos os investigados explicaram não o modelo atômico de Rutherford, mas a montagem experimental que deu aporte teórico a elaboração do mesmo. Uma possível explicação para esta grande ocorrência, pode ser dada pela presença da figura 3 na SP e até pelo fato dos alunos terem tido acesso a ela antes de responder o questionário final.

6. Você gostaria de trabalhar com SP em outros conteúdos? Por quê?

Apenas um aluno dentre os seis indica que não gostaria de trabalhar novamente com esta estratégia, mas ainda assim apresenta um argumento falho, já que existem na literatura diversos estudos de outras disciplinas usando esta metodologia.

Bege: *“Não. Porque na outras materia não se encaixaria”*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso das situações-problema estimula o raciocínio dos estudantes, pois quando eles se deparam com o obstáculo e constroem uma solução para o problema, ocorre situação de aprendizagem.

As respostas à avaliação diagnóstica mostraram que a maioria dos alunos não haviam assistido aulas de modelos atômicos até então, fato que surpreendeu os pesquisadores, pois pelo período em que foram feitas as intervenções, os alunos deveriam ter conhecimento do assunto, mostrando assim, uma falha no planejamento

pedagógico. A escolha do tema modelos atômicos foi de grande importância para os alunos destas turmas, já que se tentou fazer com que eles aprendessem as quatro principais teorias, Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr, através das intervenções e durante a resolução das situações-problema.

Grande maioria dos alunos da turma A apresentou um comportamento de desinteresse pelo assunto enquanto que boa parte dos alunos da turma B se comportaram com interesse, fato que fica evidenciado ao analisarmos as soluções propostas para as situações-problema.

As situações-problemas criadas atingiram o objetivo proposto, fazendo com os alunos buscassem vencer este obstáculo, construindo o conhecimento quando possível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATINGA, V. T.; ALMEIDA, M. A. V.; CAMPOS, A. F. Concepções de professores de química do ensino médio sobre a resolução de situações-problema. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 5, p. 25-37, 2005.
- BATINGA, V. T. S.; TEIXEIRA, F. M. O que pensam os professores de química do ensino médio sobre o conceito de problema e exercício. In: VII ENPEC- ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2009, Florianópolis. Anais do VII ENPEC. Florianópolis : ABRAPEC, 2009.
- LOPES, R. M.; SILVA FILHO, M. V.; MARSDEN, M., ALVES, N. G.; APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO DE QUÍMICA TOXICOLÓGICA; *Quim. Nova*, Vol. 34, No. 07, 1275-1280, 2011.
- MEIRIEU, Philippe. Aprender... sim, mas como? 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I.. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.
- PERRENOUD, Philippe., CONSTRUIR AS COMPETÊNCIAS DESDE A ESCOLA. Editora Artmed. 1999.
- SALGADO, T. D. M., HAINZENREDER, G. O., SILVA, S. M., DEL PINO, J. C. Um objeto de aprendizagem para trabalhar conceitos de radioatividade e modelos atômicos na formação de professores de Química. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis. Atas do VII ENPEC. Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009.
- SIMÕES NETO, J. E. Abordando o conceito de isomeria por meio de situações-problema no ensino superior de química. Dissertação de Mestrado. Recife: 2009
- SIMÕES NETO, J. E., CAMPOS, A. F., MARCELINO JUNIOR, C. A. C. Abordando o Conceito de Isomeria por Meio de Situações-Problema no Ensino Superior de Química. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010
- SOUZA, V. C. A., JUSTI, R. S. J., FERREIRA, P. F. M., ANALOGIAS UTILIZADAS NO ENSINO DOS MODELOS ATÔMICOS DE THOMSON E BOHR: UMA ANÁLISE CRÍTICA SOBRE O QUE OS ALUNOS PENSAM A PARTIR DELAS, *Investigações em Ensino de Ciências* – V11(1), pp. 7-28, 2006.