

ANALOGIA & CONTRA-ANALOGIA: UM ESTUDO SOBRE A VIABILIDADE DA COMPARAÇÃO ENTRE O MODELO ATÔMICO DE BOHR E O SISTEMA SOLAR POR MEIO DE UM JÚRI SIMULADO

(Analogy and counter-analogy: a study about the viability of the comparison between an Bohr's Atomic Model and the Solar System by means of a Simulated Jury)

Alexandre da Silva Ferry

Ronaldo Luiz Nagem

AMTEC/CNPq - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

<http://www.gematec.cefetmg.br>

Resumo

Este trabalho é parte de uma dissertação de mestrado elaborada em torno do uso de comparações como estratégias didáticas auxiliares para o ensino de modelos atômicos. Apresentamos o contexto do desenvolvimento de uma atividade lúdica conhecida como *júri simulado* conduzido como estratégia didática para o ensino de conceitos e idéias relevantes associadas à teoria atômica de Bohr e, também, como instrumento de pesquisa para registrar idéias e considerações de alunos com relação à comparação entre este modelo atômico e o sistema solar, aplicado por meio de um debate sobre a viabilidade da comparação entre estes dois domínios. Transcrevemos e analisamos os diálogos ocorridos durante a simulação do júri. Consideramos as apreciações dos estudantes sobre o desenvolvimento da dinâmica e analisamos as respostas dadas pelos mesmos a um breve questionário aplicado após a realização da atividade. Os dados nos sugerem que a dinâmica do *júri simulado* contribuiu significativamente com elementos para nossa discussão sobre a possibilidade do uso de contra-analogias como estratégia complementar ao ensino com recurso às comparações. O júri revelou ser uma excelente oportunidade para permitir o envolvimento e a confrontação entre os próprios alunos no mapeamento tanto das semelhanças quanto, especialmente, das diferenças entre os domínios comparados, a fim de se promover uma melhor compreensão do conceito alvo – o modelo atômico e no desenvolvimento do raciocínio analógico.

Palavras-chave: analogia; metáfora; contra-analogia; modelo atômico; ensino de ciências.

Abstract

This work is part of a Master's thesis developed around the use of comparisons as didactic support strategies in the teaching of atomic models. The context of the development of a ludic activity known as Simulator Jury carried out as a didactic strategy for teaching outstanding concepts and ideas connected with the atomic theory of Bohr, as well as a research tool used for registering student ideas and considerations related to the comparison between this atomic model and the solar system, by means of a discussion regarding the viability of comparing these two areas. The dialogs that occurred during the simulated jury were transcribed and analyzed. The students' assessments regarding the development dynamics were taken into account and we analyzed the answers given by the students to a short questionnaire handed in after the conclusion of the activity. Data suggest that the dynamics of a simulated jury contributed significantly with elements for our discussion about the possibility of using counter-analogies as complementary strategies in teaching as a comparison resource. The jury evinced an excellent opportunity for allowing the involvement and checking among the students themselves, especially in mapping similarities as well as differences between areas compared, to promote a better comprehension of the target concept – the atomic model and the development of analog reasoning.

Keywords: analogy, metaphor, counter-analogy, atomic model, science teaching.

Introdução

Desde o início da história registrada, analogias têm sido usadas por crianças e adultos como ferramentas na construção de conceitos (Harrison & Treagust, 1993). Entretanto, embora o raciocínio analógico possa ser considerado por muitos pesquisadores como um importante componente da cognição humana (Dagher, 1995), estes também concordam que a utilização de analogias no ensino de Ciências não pode se limitar ao seu uso espontâneo, natural e indiscriminado, deixando-se simplesmente por conta do livro didático, ou do aluno, a responsabilidade de identificar os aspectos semelhantes a serem observados na relação e principalmente as limitações implícitas da comparação. Há inúmeras pesquisas na área que apontam para os perigos, as limitações, as dificuldades e os cuidados necessários ao uso de analogias como modelos de ensino ou estratégias didáticas pelos professores.

A proposta de desenvolver um júri simulado para discutir a viabilidade da comparação entre o modelo atômico proposto por Niels Bohr, em 1913, e o sistema solar (ou sistema planetário), constituiu parte de uma investigação de mestrado sobre o uso de analogias no ensino de modelos atômicos. O objetivo desta pesquisa consistiu em ampliar a compreensão do uso de analogias no ensino de Ciências através do estudo de uma alternativa didática para o desenvolvimento de uma nova metodologia de ensino – *Metodologia de Ensino com Contra-Analogia*. Especificamente, procurou-se analisar as possibilidades e as contribuições do uso de contra-analogias como estratégia auxiliar/complementar no processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos.

A atividade do júri simulado, enquanto dinâmica de grupo, se fundamentou na necessidade de estimular o interesse e o pensamento dos alunos quanto ao tema em questão (modelos científicos), de ajudá-los a desenvolverem as habilidades de argumentação, análise e crítica, e de se permitir, entre os mesmos, a socialização de idéias e concepções.

Didaticamente, o objetivo deste trabalho foi o de contribuir para a aprendizagem dos alunos sobre o modelo atômico proposto por Niels Bohr e para o desenvolvimento de determinadas habilidades, tais como argumentação, análise e crítica frente à comparação freqüentemente estabelecida entre o mesmo e o sistema solar. Especificamente, pretendeu-se promover um debate sobre a viabilidade da comparação entre o modelo atômico de Bohr e o sistema solar, através da simulação de um júri.

Contudo, antes de detalharmos o contexto desse trabalho, o método e a forma de organização, consideramos necessário apresentar determinados fundamentos conceituais de nossa pesquisa.

Analogias e Metáforas

Percorrendo a literatura relativa ao uso de analogias no processo de ensino e aprendizagem de ciências, encontramos muitas definições para o termo. Segundo Mól (1999), o conceito de analogia é amplo e utilizado por diferentes autores com significado distinto. Para alguns a analogia é o resultado da comparação de termos novos com outros já conhecidos; para outros, pode ser entendida como uma relação de semelhança ou dependência entre diferentes objetos; para outros, ainda, ela é um prolongamento de uma mera comparação, a partir da qual se tenta estabelecer múltiplas relações (Oliveira, 1996). Segundo Abbagnano (1999) o termo analogia tem dois significados fundamentais: primeiro é o sentido próprio e restrito, extraído do uso matemático (equivalente à proporção) de igualdade de relações. Esta origem matemática do conceito também é citada por Duarte (2005). O segundo é o sentido de extensão provável do conhecimento mediante o

uso de semelhanças genéricas que se podem aduzir entre situações diversas. Verifica-se inclusive que, de fato, o conceito de analogia não mais se aproxima deste primeiro sentido. A analogia não pressupõe a existência de uma igualdade simétrica, mas antes uma relação que é assimilada a outra relação, com a finalidade de esclarecer, estruturar e avaliar o desconhecido a partir do que se conhece (Duarte, 2005).

Para outros autores, a analogia é entendida como um processo cognitivo que envolve uma comparação explícita entre duas “coisas”, uma definição de informação nova em termos já familiares (Duarte, 2005), ou um processo através do qual se identificam semelhanças entre diferentes conceitos, sendo um deles conhecido, familiar, e o outro desconhecido (Glynn, 1991).

Venville *et al.* (1994) definem analogia como sendo a correspondência de algumas características entre conceitos, princípios ou fórmulas que são por si só diferentes. Mais precisamente, é um mapeamento entre características similares de dois conceitos, princípios ou fórmulas.

Nesta definição, como também observa Mól (1999), o conceito de analogia aparece como a identificação ou mapeamento das similaridades entre os dois conceitos, reforçando a idéia de que o uso de analogias deve explicitar que atributos são compartilhados. É uma definição na qual claramente observamos o privilégio dado ao que há em comum, contrariamente ao que há de diferente. Assim, como muitos pesquisadores, consideramos que é também necessário explicitar as características que não são compartilhadas. As características e propriedades que não são compartilhadas pelo domínio e pelo alvo constituem o que alguns pesquisadores chamam de limitação da analogia.

Silva e Terrazan (2005) dizem que uma analogia pode ser definida como uma comparação entre dois conceitos/fenômenos/assuntos que mantém certa relação de semelhança entre ambos. Sendo assim, os elementos que constituem uma analogia seriam: o **análogo** (aquilo que representa o conhecimento já familiar), o **alvo** (aquilo que representa o conhecimento menos familiar) e as **relações analógicas** (conjunto de relações que se estabelecem, sejam elas de semelhança ou de diferença) permitindo a compreensão/entendimento do alvo.

Duit (1991), Duarte (2005) e Bozelli & Nardi (2005) distinguem analogia de metáfora da seguinte forma: a metáfora é uma comparação implícita enquanto a analogia é uma comparação explícita e mais elaborada. Semelhantemente, Mól (1999) afirma que diferentemente das analogias, as metáforas comparam sem explicitar as relações existentes entre os conceitos, possuindo sempre um aspecto obscuro e de surpresa que provoca anomalias. Concordamos com o autor quando considera o caráter implícito nas relações existentes entre os conceitos em uma metáfora. De acordo com esta concepção, as analogias e as metáforas passam a serem vistas como “os extremos de dois pólos”, isto é, são colocadas conceitualmente como partes extremas de uma comparação, de maneira que toda analogia passa a possuir um caráter metafórico e toda metáfora passa a possuir um caráter analógico. Segundo essa idéia, sempre que comparamos dois conceitos ou situações, provavelmente os dois possuem atributos comuns que conferem identidade analógica à comparação, bem como possuem atributos que não são comuns, conferindo dessa forma um caráter metafórico à mesma.

Modelos em Ciências e no Ensino de Ciências

De acordo com Colinvaux *et al.* (1997) há um amplo conjunto de pesquisas relacionadas à educação em Ciências enfatizando que modelos e processos de modelagem desempenham um papel central no desenvolvimento da Ciência. E que deste pressuposto decorre que, se as práticas dos

cientistas envolvem a elaboração de modelos, então é necessário que a educação em Ciências trate também do tema dos modelos, seja em suas investigações, seja em suas práticas pedagógicas, formais e não formais. A questão colocada pela autora é que, se de um lado a educação em Ciências deve assegurar a aprendizagem dos modelos consensuais elaborados pelas comunidades científicas, deve também, em articulação com o objetivo anterior, promover a aprendizagem dos processos e técnicas que levam à elaboração dos modelos próprios à Ciência, isto é, dos processos em si mesmo de modelagem.

Gilbert & Boulter (1994) definem modelo como uma representação de uma idéia, um objeto, um evento, um processo ou um sistema. Segundo os autores, os modelos constituem uma parte fundamental das narrativas de educação em Ciências, sobretudo como consequência das várias tipologias que podem ser construídas a respeito. Afirmam que é possível diferenciar entre sistema-alvo (aquilo que existe na experiência coletiva e que é objeto da representação); modelo mental (uma representação pessoal e privada de um alvo); modelo expresso (uma versão do modelo mental que é expressa por um indivíduo através da ação, da fala ou da escrita); modelo consensual (um modelo expresso que foi submetido a testes por um grupo social, por exemplo, pertencente à comunidade científica, e sobre o qual se concorda que apresenta algum mérito); e modelo pedagógico (um modelo especialmente construído e usado para auxiliar na compreensão de um modelo consensual).

Ainda segundo esses autores, há uma íntima relação entre os modelos, as analogias e metáforas. Para eles, um modelo de um alvo, independente de sua tipologia, “é produzido a partir de uma fonte (algum outro objeto, evento ou idéia) por meio de metáforas, nas quais o alvo é visto, ainda que inicialmente e por pouco tempo, como sendo muito similar à fonte”.

Em decorrência de seu objetivo, um modelo de ensino deve preservar a estrutura conceitual do modelo científico ao qual ele se relaciona. No ensino de Química, os modelos de ensino mais frequentemente usados são: modelos concretos (moleculares ou não), desenhos (de materiais, processos e modelos moleculares), Gráficos aos quais outros recursos (como, por exemplo, através de cores e desenhos) são adicionados diagramas, analogias e simulações. (Justi e Monteiro 2000).

Ensino e aprendizagem de modelos atômicos por meio de A&M

A natureza essencialmente abstrata da Química a torna uma área em potencial para o uso de analogias e metáforas como modelos ou estratégias de ensino. De acordo com Cachapuz (1989), no âmbito das ciências, a linguagem está saturada de analogias e metáforas, estreitamente ligadas à história das descobertas científicas, muitas das quais foram posteriormente divulgadas em livros didáticos. Cachapuz exemplifica apresentando os termos “gases nobres”, “famílias de elementos”, “blindagem de núcleo”, “nuvem eletrônica”, “spin de um elétron”. Diz que, dado o caráter abstrato e complexo de um grande número de conceitos científicos, o que os autores pretendem é tornar mais compreensível a sua explicação, descrevendo novos conceitos em termos de outros mais familiares, ou simplesmente sistematizando e enriquecendo de detalhes uma dada informação.

Com relação ao ensino e a aprendizagem de modelos atômicos, primeiramente é importante considerar que o atomismo é, essencialmente, um modelo de explicação causal, no sentido de ser uma estrutura de conceitos isomórfica em relação à realidade, de tal modo que as transformações que ocorrem na realidade podem ser representadas por transformações no modelo (Mortimer, 2000). Em pesquisas desenvolvidas por sobre esta temática foi constatada uma extrema dificuldade dos alunos com relação à compreensão dos modelos atômicos. Constatou-se, por exemplo, que para

alguns estudantes o átomo é igual às representações dos livros, evidenciando que estes alunos não conseguiram compreender que os livros apresentam apenas modelos do átomo (Souza *et al.*, 2006).

Não se restringindo apenas ao ensino de modelos atômicos, Cachapuz (1989) afirma que as analogias são geralmente mais exploradas do que as metáforas nos livros didáticos de ciências, talvez devido a um caráter mais estruturante das primeiras, isto é, a transferência de significados numa analogia de um domínio para o outro diz, sobretudo respeito a relações enquanto que numa metáfora incide sobre atributos.

Retomando os fundamentos do conceito de analogia associados ao ensino de modelos atômicos, consideramos as proposições de Rigolon (2008). Este autor diz que as investigações de Duit (1991), González (2005) e tantos outros pesquisadores permitem que sejam feitas as seguintes afirmações sobre a relação analógica: “entre o análogo e o alvo existe um tipo de semelhança, a semelhança estrutural; na analogia, há transferência de conhecimento tanto do alvo para o análogo, como pode haver no sentido inverso; as estruturas do análogo e do alvo podem ser representadas por esquemas” (Rigolon, 2008:34).

Segundo Rigolon (2008), pensando assim, pode-se tanto ensinar para um químico que as órbitas planetárias são parecidas com as órbitas eletrônicas como ensinar para um astrônomo que as órbitas dos elétrons são parecidas com as dos planetas. Dessa forma, Rigolon propõe que essa analogia poderia ser representada da seguinte forma (Figura 01):

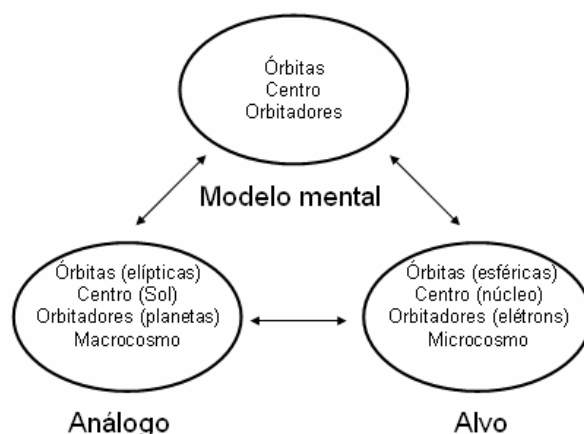


FIGURA 01 – Estrutura da analogia sistema solar-átomo.

Fonte: Rigolon, 2008.

Ainda segundo Rigolon (2008), o modelo mental seria formado pelos aspectos que o sistema solar e o átomo têm em comum; órbitas, centro e “orbitadores”. Observa também que o formato das órbitas, os nomes que o centro e os orbitadores e outras diferenças não aparecem no modelo mental. Reafirma que apenas a semelhança estrutural que forma o modelo mental.

Contra-analogias

O conceito de contra-analogia foi desenvolvido durante a pesquisa de mestrado de Ferry (2008). Partindo da definição adotada para o conceito de analogia, que a considera como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes, uma contra-analogia também é entendida como uma comparação entre estruturas de domínios distintos, que se baseia, porém, nas diferenças. Em outras palavras, enquanto tacitamente dizemos que a analogia é

uma comparação na qual se privilegia a semelhança, entendemos por contra-analogia uma comparação na qual se privilegia a diferença.

Para exemplificar os dois conceitos em estudo, Ferry (2008) considera as seguintes afirmativas feitas para o modelo atômico proposto por Thomson:

I – “O átomo, de acordo com a teoria de Thomson, seria como um pudim com passas”.

II – “O átomo, de acordo com a teoria de Thomson, não seria como um doce brigadeiro”.

Segundo Ferry (2008), as duas afirmativas são comparações factíveis, coerentes com o modelo científico citado. Porém, pela própria estrutura sintática e semântica observada e aplicada em cada uma, pode-se classificar a primeira como uma analogia enquanto a segunda como uma contra-analogia.

Do mesmo modo que no caso de uma analogia, é denotada por alvo (ou conceito alvo) a estrutura (o conceito ou o modelo científico) pertencente ao domínio desconhecido, e por veículo ou contra-análogo o objeto, a estrutura ou o fenômeno pertencente ao domínio familiar.

Contexto, Método e Forma de Organização.

Neste artigo descreve-se uma atividade lúdica aplicada em sala de aula para alunos de uma turma da 3ª série do Ensino Médio de uma escola particular da região metropolitana de Belo Horizonte. A respeito do ludismo associado ao ensino de Ciências, podemos considerar que:

A atividade lúdica pode ser definida como uma ação divertida, seja qual for o contexto lingüístico, desconsiderando o objeto envolto na ação. Se há regras, essa atividade lúdica pode ser considerada jogo. [...] O jogo ou atividade lúdica tem como consequência natural a motivação. É de se esperar que o mesmo aconteça quando esses jogos e atividades lúdicas são aplicados ao ensino (Oliveira & Soares, 2005: 19, 23).

Sobre as possibilidades e potencialidades oferecidas pela introdução da atividade lúdica no ensino, Oliveira & Soares (2005) relatam que:

A atividade acaba com o distanciamento entre aluno e professor, pois ambos fazem parte do mesmo processo de descoberta e criação de atitudes e ações que levem à melhor compreensão dos conceitos químicos (Oliveira & Soares, 2005: 22).

A atividade foi proposta, didaticamente, como um meio alternativo de se trabalhar idéias e conceitos fundamentais associados à teoria atômica de Bohr. Como instrumento de pesquisa, a atividade foi conduzida a fim de registrar idéias e concepções relacionadas à comparação entre o modelo atômico de Bohr e o sistema solar. Para tanto foi desenvolvida uma seqüência didática elaborada e aplicada pelo próprio pesquisador, enquanto professor da turma escolhida, com o objetivo de *observar* e *registrar* falas e depoimentos dos seus alunos durante um debate em torno da comparação entre estes dois domínios.

A pesquisa se desenvolveu por meio de uma estratégia de ensino conhecida como “júri simulado”. Devido à facilidade de acesso aos sujeitos pesquisados e a oportunidade de se desenvolver o estudo dos modelos atômicos seja *por meio* do uso sistematizado de analogias ou não, os estudantes selecionados para a pesquisa eram alunos do próprio pesquisador – professor de Química.

A estratégia de ensino, conhecida como “júri simulado”, foi desenvolvida com os estudantes da 3ª série do ensino médio, com o objetivo de promover um debate sobre a viabilidade da comparação entre o modelo atômico de Bohr e o sistema solar. Em outras palavras, foi discutido entre esses estudantes se o átomo, de acordo com a teoria de Bohr, seria ou não seria como o sistema solar. Este debate, na forma de um júri simulado, foi filmado, sob o livre consentimento dos alunos e autorização dos pais ou responsáveis de acordo com as normas vigentes do código de ética da pesquisa com seres humanos, e logo em seguida, o debate foi submetido à transcrição e posterior análise.

Foi entregue para cada aluno uma folha, tamanho A4, contendo as orientações para organização das equipes e preparo para o debate, além das regras e tempos pré-determinados para a simulação do júri. Foram organizadas, juntamente com o professor, três equipes de trabalho. Ficou combinado que a *Equipe I* ficou responsável por apresentar argumentos que apoiassem a possibilidade de se comparar o modelo de átomo proposto por Niels Bohr com o sistema solar. A *Equipe II* ficou responsável por apresentar argumentos contrários à comparação, devendo defender a idéia de que o modelo atômico de Bohr não seria como o sistema solar. A *Equipe III* foi formada por nove alunos (número ímpar) a fim de constituir o grupo de jurados responsáveis por avaliar, de acordo com as apresentações dos argumentos e discussões promovidas por cada uma das duas primeiras equipes, qual foi a afirmativa defendida com mais consistência lógica.

Inicialmente as equipes foram formadas aleatoriamente através de sorteio. Posteriormente, foi concedido aos alunos, devido a pedidos feitos pelos mesmos, realizarem trocas. Alguns alegaram motivos afetivos entre eles, outros optaram em fazer parte do grupo de jurados, alguns por comodidade, outros por interesse. Não houve manifestação de nenhuma troca feita em função da opinião do aluno quanto às comparações propostas. A data da simulação foi combinada com as equipes para duas semanas seguintes.

A simulação do júri ocorreu em dois horários consecutivos de aula da disciplina de Química, ou seja, teve a duração de uma hora e quarenta minutos. Todos os alunos da turma estavam presentes e organizados conforme a orientação dada. Após o debate, o professor – pesquisador e “juiz” na ocasião da simulação – se retirou com os nove alunos que formavam a equipe dos jurados para recolher, sigilosamente, os votos dados individualmente. O resultado foi anunciado no mesmo dia da simulação, ao final das duas aulas. No dia de aula seguinte, o professor-pesquisador entregou aos alunos outra folha, tamanho A4, contendo questões relativas ao desenvolvimento da dinâmica. Este questionário teve como objetivo permitir uma apreciação dos alunos quanto à estratégia desenvolvida para o estudo do modelo atômico de Bohr, identificar conteúdos aprendidos a partir dessa dinâmica e saber, ao final de todo esse processo, qual seria de fato a opinião de cada um com relação à comparação proposta, ou seja, se o estudante concordava ou discordava, parcialmente ou totalmente, da analogia feita entre o modelo atômico proposto por Bohr e o sistema solar, devendo justificar sua resposta.

Resultados e Discussão

Análise das Transcrições dos Diálogos

A realização do júri simulado para se discutir as implicações decorrentes da comparação entre o modelo atômico de Bohr e o sistema solar, mais que uma estratégia de observação participante para o presente trabalho, constituiu parte de uma estratégia de ensino, que contou com o engajamento dos alunos investigados da turma da 3ª série do EM.

A - Desenvolvimento da dinâmica.

A dinâmica do júri simulado foi desenvolvida em dois horários de aula, tendo aproximadamente 100 minutos de duração. A abertura foi feita pelo professor (pesquisador) que estipulou para as duas equipes os tempos previstos para exposição, além de reiterar os devidos papéis dos jurados bem como os de cada equipe.

A primeira exposição foi conduzida, sem interrupções ou intervenções da outra equipe, pela Equipe I, que estava encarregada de apresentar argumentos que defendesse a analogia – “o átomo, de acordo com a teoria de Bohr, é como o sistema solar”. Logo em seguida, assim como a primeira, a Equipe II conduziu uma exposição apresentando argumentos que defendiam a negativa – “o átomo, de acordo com a teoria de Bohr, não é como o sistema solar”.

A primeira equipe, responsável por apresentar argumentos que defendessem a possibilidade da comparação entre o modelo atômico de Bohr e o sistema solar, conduziu sua exposição apresentando uma sequência de slides. Iniciaram apresentando um conceito de analogia – “proporção, correspondência; relação de semelhança entre coisas diferentes”. Logo em seguida, disseram ter consultado uma pesquisa que relatava como alunos entendiam ou visualizam o sistema solar. Segundo eles, a maioria dos alunos conheceria bem o sistema solar, permitindo desse modo a compreensão da analogia. Prosseguindo com o conceito de analogia que haviam apresentado, insistiram que em uma analogia são estabelecidas determinadas relações de semelhança entre dois domínios, embora entre os mesmos também existam diferenças. Dessa maneira, apresentaram uma relação de aspectos semelhantes entre o sistema solar e o modelo atômico em discussão.

A seguir reproduzimos trechos da transcrição das falas desses alunos (identificados por códigos) que relataram os aspectos semelhantes.

“(...) O sistema solar: a gente pode estar comparando o sol, apesar do tamanho, como se fosse o núcleo, aqui, e as órbitas circulares onde estão concentrados os elétrons” (aluna AMD)

“As semelhanças: Foi o que eu falei né... o sol seria o núcleo e os planetas seriam as partículas, ou seja, os elétrons girando em torno do átomo e os planetas girando em torno do sol”. (AMD)

“No sistema solar os planetas não se misturam ao Sol. Assim acontece com os átomos, que não se misturam com o núcleo. Em ambos os domínios existem forças de atração. Planetas e Sol: gravidade. Elétrons e núcleo do átomo: forças eletrostáticas. A concentração de massa é muito maior no núcleo assim como no Sol. Essas são as semelhanças mais importantes”. (aluna JNA)

A Figura 02 apresenta as ilustrações utilizadas pela Equipe I para discutir as semelhanças entre o modelo atômico de Bohr e o sistema solar.

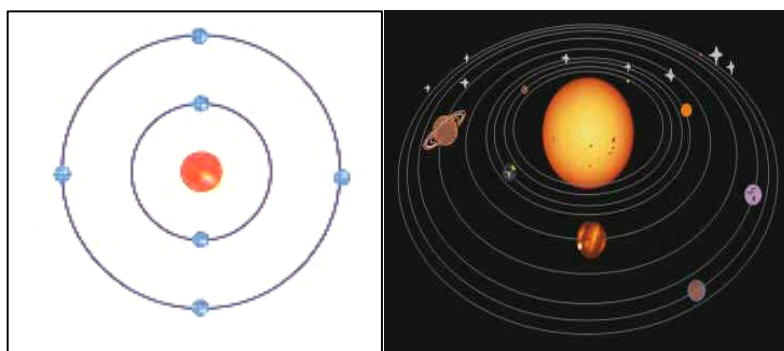


FIGURA 02 – Ilustrações utilizadas para comparação entre o modelo atômico de Bohr e o sistema solar apresentadas pela Equipe I. Fonte: Ferry (2008).

Após terem apresentado aspectos semelhantes, a equipe começou a relatar aspectos diferentes entre o sistema solar e o modelo atômico de Bohr. Mencionaram a diferença entre o formato das órbitas, os diferentes diâmetros dos planetas, as dimensões de cada domínio e a excentricidade do sistema solar. Em seguida, afirmaram que “assim nem tudo pode ser comparado”. Entendemos, pelo contexto dessa afirmação, que a equipe teve a intenção de dizer que há limitações a serem observadas nessa analogia.

Com a finalidade de corroborar seus argumentos, a Equipe I também discorreu brevemente implicações decorrentes de analogias freqüentemente estabelecidas para outros modelos atômicos – o de Dalton e o de Thomson. A Figura 03 apresenta as ilustrações que a equipe apresentou para discutir tais implicações.

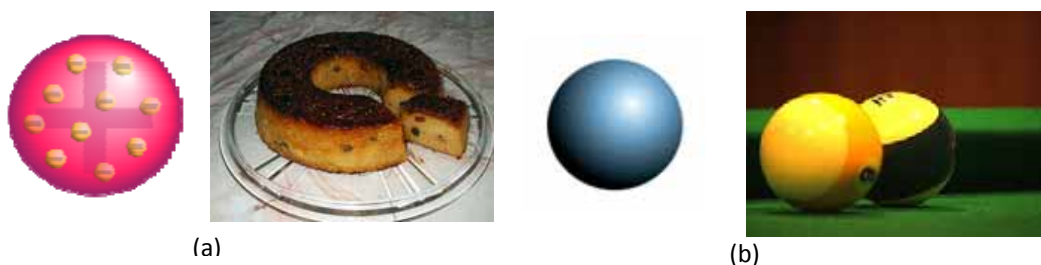


FIGURA 03 - Ilustrações utilizadas para comparação entre (a) o modelo atômico de Thomson e o pudim com passas apresentadas e (b) entre o modelo atômico de Dalton e as bolas de sinuca pela Equipe I, no slide nº1. Fonte: Ferry (2008).

A segunda equipe, responsável por apresentar argumentos que apontavam para a impossibilidade de se estabelecer comparações entre os dois domínios em questão, começou a exposição apresentando as principais características do modelo atômico de Bohr – aspectos normalmente discutidos no ensino deste modelo no ensino médio. Após a apresentação destas características começaram a expor, segundo eles, os aspectos divergentes entre o modelo de átomo e o sistema solar.

A seguir reproduzimos trechos da transcrição das falas desses alunos que relataram os aspectos diferentes.

“Diferentemente dos planetas, os elétrons não possuem órbitas fixas, podendo saltar de um nível de energia menor para um maior e vice-versa, desde que este elétron absorva ou libere energia suficiente para esta transição” (aluna CML)

“... porque um elétron pode passar de um nível pra outro, já um planeta, ele não pode pegar a sua órbita e ir para a órbita de outro planeta, e trocar; isso não pode acontecer... (aluna CML)... cada planeta tem sua órbita fixa... e não muda” (aluna FLV).

Além desta característica divergente, utilizando uma linguagem própria, os estudantes desta equipe mencionaram a possibilidade da ocorrência de ionização do átomo e a permanência dos planetas em suas respectivas órbitas; a existência de outros corpos celestes no sistema solar, como “luas” e estrelas, e a existência de elétrons, somente, na eletrosfera; a ausência de outras partículas orbitando elétrons em contraposição aos satélites em torno dos planetas; as órbitas circulares dos elétrons e as órbitas elípticas dos planetas; a força eletrostática existente entre os elétrons e os prótons, e a força da gravidade entre o sol e os planetas; a velocidade constante desenvolvida pelos planetas nos movimentos de translação e a velocidade variável dos elétrons; o diâmetro igual para todos os elétrons e os diferentes diâmetros para cada planeta.

Tais aspectos divergentes levantados pelos estudantes nos remeteram ao modelo de raciocínio analógico caracterizado pelas duas vias elaborado por Ferry (2008). Podemos perceber que alguns aspectos decorrem de uma descrição do alvo a partir do que se conhece sobre o análogo (ou contra-análogo). Outros derivam do sentido oposto, isto é, da descrição do análogo a partir do que se imagina a respeito do alvo.

A seguir reproduzimos a transcrição da última fala de um dos integrantes dessa segunda equipe.

“A gente não pode fazer uma analogia entre o sistema solar e o átomo porque existem diferenças como estas que a gente falou que são berrantes. Por exemplo, se não tivesse a gravidade os planetas não iam ter esse... [apontando para os círculos de arame da montagem do sistema solar] ...o caminho definido, a velocidade... e no átomo não, os elétrons podem sair, ir para outro lugar... igual Plutão não ficou perdido... e o elétron ele se perde... (aluna FLV)... e nem como forma de representação porque a forma de representação do sistema solar, você pode falar que ela é meio plana, você pode representá-la plana, já pra o elétron não, pra ele seria espacial, eles rodam em torno do núcleo de forma variadas [mostrando o modelo de átomo feito com arame]... (aluna CML)... eles giram de forma desordenada e livre e os planetas não; eles giram de forma elíptica mas naquele mesmo plano... os elétrons têm a liberdade de... fazer um movimento livre.” (aluna

entre o modelo atômico e o sistema solar e que apesar destas a analogia poderia ser feita, pois, segundo eles, as principais características – o núcleo e a eletrosfera – podem ser comparadas.

“O que a gente quer comparar é a disposição dos planetas com os elétrons, a disposição do núcleo, da força de atração, que apesar de não ser igual pode ser comparada. A analogia é um meio de facilitar o entendimento dos alunos.(...) Assim como o modelo de Thomson [apontando para o pudim]: o átomo não tinha esse formato; os elétrons não são como as passas... podem haver duas passas juntas, três passas juntas... pode ser que tenha um pedaço de maisena dentro do pudim... então isso tem que ser explicado pelo professor...” (aluna JNA – equipe 1)

Consideramos esta fala bastante interessante por apresentar alguns elementos que exemplificam pontos de discussão feita por Ferry (2008): a possibilidade do estabelecimento de comparações entre conceitos/elementos diferentes – concepção de comparação; a necessidade de explanação do professor para que não ocorram transposições e elaborações mentais confusas e/ou conflituosas; e até mesmo a possibilidade de uma contra-analogia poder ser elaborada ou percebida pelos próprios estudantes. Como podemos ver na transcrição da fala da estudante JNA, ela própria apresentou uma idéia sob a forma de uma contra-analogia – “os elétrons não são como as passas”. A Equipe II iniciou a réplica mostrando que a outra equipe se dedicou enfaticamente com as diferenças, sendo que, segundo eles, deveriam ter se dedicado apenas com as semelhanças. A transcrição da fala da aluna FLV sintetiza a colocação da equipe com relação ao trabalho apresentado pelo outro grupo:

“Outra crítica que eu gostaria de fazer ao trabalho deles foi que semelhanças foram apresentadas duas e uma delas ainda errada. Falaram que os planetas estão em órbita circular e não é: é em órbita elíptica, pois tanto é que o Sol tem momentos que a Terra está mais próxima do Sol e momentos que tá mais afastada. E foi um slide só apresentado com semelhanças. Eu acho que o trabalho deles deveria estar mais concentrado nas semelhanças”.(aluna FLV)

Após esta fala da aluna FLV o “professor-juiz” concedeu mais um breve período para que cada equipe expusesse seus argumentos finais para os jurados.

A equipe que primeiro discorreu suas últimas idéias foi a de número II. Destacamos a fala da aluna BBR e FLV.

“Eu acho que as diferenças que elas (Equipe I) apresentaram são maiores que as semelhanças; o número de diferenças entre o átomo de Bohr e o sistema solar é maior que o número de semelhanças... em quantidades entendeu... existem mais diferenças entre o modelo de átomo e o sistema solar do que semelhanças... (BBR) ... e talvez até não existam em quantidades maiores as diferenças do que as semelhanças, mas acho que foram apresentadas com mais clareza e em maior quantidade as diferenças do que as semelhanças (FLV)”

A Equipe I defendeu seus argumentos retomando aquele conceito de analogia – “relação de semelhança entre coisas diferentes”. Destacamos as falas dos estudantes JNA e HRR.

“... a gente baseou nosso trabalho principalmente no conceito de analogia, que eu acho que essa que era a idéia do trabalho, e isso que a gente quis mostrar; o que é possível analisar dentro das seguintes semelhanças, que foram as duas mais importantes que a gente mostrou... que o resto não é possível comparar. Então a gente quis deixar claro o conceito de analogia pra demonstrar que as analogias são feitas para melhor entendimento – entendimento do sistema de Bohr que é feito de acordo com a disposição do núcleo e dos elétrons; não cabe o estudo das demais forças nem nada” (aluna JNA)

“Se você faz a comparação você não tá falando que é igual. Ele tá comparando mostrando que os elétrons não estão soltos, em qualquer lugar e sim estão numa roda definida assim como os planetas estão ao redor do Sol” (aluno HRR)

E ainda, a última colocação da aluna JNA.

“Só mais uma coisa: a gente apresentou semelhanças e diferenças, e como a gente apresentou os dois lados, quer dizer que nós estamos seguros que nossas idéias estão corretas. Pode ser comparado... nós estamos seguros... (MCH)... a gente não defendeu a tese do outro grupo... a gente só mostrou os argumentos apenas... o átomo de Bohr é sim semelhante ao sistema solar, não é igual; é semelhante. É diferente falar isso, assim como o FLP é semelhante ao HRQ, mas eles não são iguais” (aluna JNA – obs.: os alunos FLP e HRQ são irmãos gêmeos)

Finalizando a dinâmica do júri, o professor, atuando como “juiz”, solicitou que cada equipe se reunisse brevemente para em seguida responder a seguinte pergunta transcrita: *“Qual seria a vantagem de se afirmar, ou que o átomo de Bohr não é como o sistema solar ou que o átomo é como o sistema solar? A principal vantagem hein!...”*

Após terem se reunido, dois alunos da Equipe II se propuseram responder pela mesma. Nas respostas destes alunos encontramos alguns elementos importantes para nossa discussão.

“Na analogia comparou só o que é igual, na analogia tem que comparar como um todo. Não só a igualdade que nem compararam o núcleo e as órbitas... e também não pode comparar uma coisa que é muito diferente, porque se não o aluno vai ter uma imaginação errada sobre o que é um átomo e quais são os conceitos dele...” (aluno FPS)

A fala do aluno FPS mostra, como também havia sido constatado em análises anteriores, sob o ponto de vista dos estudantes, a necessidade do mapeamento minucioso das características dos domínios comparados, a fim de sejam observadas tanto as diferenças quanto as semelhanças.

A aluna BBR, também da Equipe II, seguindo as proposições do aluno FPS, apontou uma desvantagem decorrente da analogia.

“... eu acho que a vantagem dos exemplos dados como o pudim de passas, o sistema solar, a vantagem é que fica mais fácil o aluno entender, de assimilar entendeu... mas desvantagem, na minha opinião é que o aluno fica com aquilo muito na cabeça e que não é uma coisa que é tão certa, e que então ele pode errar...” (aluna BBR)

Ao dizer que “o aluno fica com aquilo muito na cabeça”, o professor solicitou à aluna que explicasse melhor o que significaria isto. A aluna respondeu dizendo que na associação feita pelo aluno entre o sistema solar e o modelo de atômico de Bohr, ele [o aluno] não “entenderia” as diferenças, achando que “uma coisa é igual a outra”.

As colocações da aluna BBR nos remeteram às palavras de Bachelard (1996: 93,101): *“...mesmo quando se quer apagar a imagem, a função da imagem persiste. (...) ... nem sempre são imagens passageiras”.*

E por fim, temos também a resposta da Equipe I. A aluna AMD reiterou que a importância da comparação seria a possibilidade dos alunos assimilarem os dois domínios, entendendo a imagem que estaria sendo reproduzida a fim de que – nas palavras da aluna – fixassem a informação na mente. Complementou sua resposta dizendo que é fundamental que sejam apresentadas as limitações da analogia para que o “conceito” não fique “vago”, dificultando a

compreensão dos alunos. Desse modo, segundo a estudante, a comparação seria factível, embora nem tudo seja semelhante. Segundo a aluna, estudantes que não compreendem essa analogia são aqueles que não assimilam as limitações da mesma.

Resultado do “julgamento”

Em um local separado das duas equipes, o grupo de jurados decidiu, por 6 votos a 3, que a Equipe II apresentou argumentos mais consistentes e convincentes.

Após a divulgação do resultado para a turma, alguns alunos do grupo de jurados pediram para fazer declarações que justificariam o resultado favorável à Equipe II. Para a transcrição desses depoimentos, selecionamos a declaração de uma aluna e a resposta da aluna AMD (Equipe I) ao comentário.

Depoimento espontâneo dos jurados

“Apesar de eu achar que teve muita crítica tanto por parte do grupo 2 (Equipe II) quanto por parte do grupo 1 (Equipe I), acho que o grupo 2 conseguiu expor as idéias, expor os argumentos deles muito mais fácil, com mais clareza, e mais... (aluna HLN) ... e apresentou mais argumentos... (aluno GBL)... e teve mais certeza do que tava falando do que o grupo 1. Acho que o grupo 1 ficou muito mais preocupado em mostrar que eles tavam fazendo uma analogia, que analogia não compara só as coisas semelhantes mais as coisas erradas e... esqueceram de argumentar muito sobre as semelhanças, que era o grupo deles...” (aluna HLN)

Resposta da aluna AMD

“... é porque realmente, desde que a gente começou a pesquisar, eu e a JNA, e foi difícil pra gente conseguir fazer o trabalho. No decorrer do nosso trabalho, no decorrer da nossa pesquisa a gente viu que realmente não era como o sistema solar, que existiam mais argumentos favoráveis ao grupo 2, então foi muito difícil pra gente construir em cima de apenas duas semelhanças... eu conversei com alunos de 3º ano, com alunos de 1º ano, e todos achavam que não, ... é difícil você construir em cima de uma coisa que a maioria acha que não...”

Por meio da resposta dessa aluna podemos perceber elementos que reforçam o papel de uma contra-analogia criada a partir de uma analogia previamente conhecida ou estabelecida pelo senso comum: o “movimento de correção” evocado por Bachelard (1996); a necessidade do questionamento e da confrontação enunciada por Giordan (1996).

... [é] essencial, portanto, criar situações científicas “perturbadoras” caso se deseje ir mais adiante na construção do saber. (Giordan, 1996: 169)

E,

as intervenções do professor podem até ir mais longe, ao participar diretamente nessas confrontações, ao proporcionar opiniões contrárias ao que foi dito, ou, ainda, ao propor situações que contradizem aos esquemas de pensamento apresentados. (Giordan, 1996: 172)

B - Apreciação dos estudantes sobre a dinâmica do júri simulado

Em depoimentos escritos pelos alunos que participaram da dinâmica a respeito das impressões, sentimentos ou considerações sobre a mesma, percebemos que a maioria dos estudantes

demonstrou satisfação mediante a estratégia de aula desenvolvida. Alguns alegaram sentir ansiedade ou curiosidade para saber qual seria o resultado do julgamento, e outros disseram sentir timidez ou nervosismo devido à filmagem. Muitos alunos escreveram que a dinâmica foi legal, interessante, proveitosa, produtiva, esclarecedora, e que “serviu muito” para reforçar o que já haviam aprendido a respeito do modelo atômico.

E, ao serem solicitados a assinalar o nível de concordância ou discordância com relação à analogia entre o modelo atômico de Bohr e o sistema solar, como já haviam feito para as analogias relacionadas aos modelos de Dalton e de Thomson, enquanto 01 estudante respondeu concordar totalmente e 10 responderam concordar parcialmente com a analogia, houve 09 que discordaram parcialmente e 04 que discordaram totalmente. Houve também 01 aluno que assinalou não saber responder.

O Gráfico 01 apresenta esses resultados em termos percentuais, e o Gráfico 02 apresenta o agrupamento destes entre os que concordam e os que discordam da comparação.

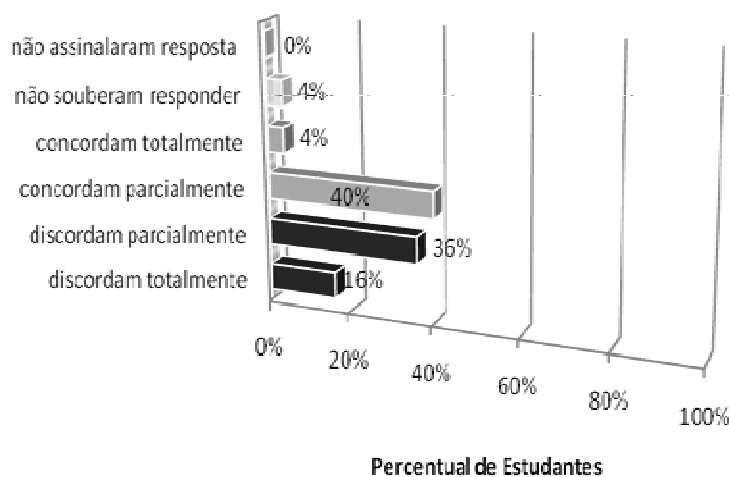


Gráfico 01 – Percentagens das respostas dos estudantes da 3ª série do EM relativas à concordância da analogia entre o modelo atômico de Bohr e o sistema solar. Fonte: Ferrv (2008).

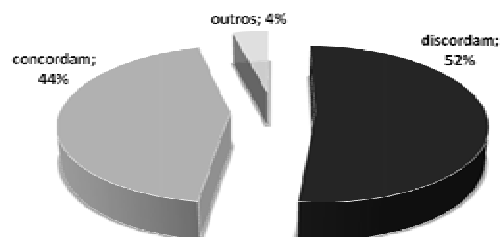


Gráfico 02 – Percentagens das respostas, agrupadas, dos estudantes da 3ª série do EM relativas à concordância da analogia entre o modelo atômico de Bohr e sistema solar. Fonte: Ferrv (2008).

O estudante que assinalou concordar totalmente justificou sua resposta atribuindo a comparação entre o modelo atômico e o sistema solar ao próprio Niels Bohr. Afirmou que os elétrons não estariam livres, tendo uma rotação em torno do núcleo assim como os planetas em torno do sol.

Entre os outros 10 estudantes que também concordaram, porém parcialmente, oito justificaram mencionando algumas diferenças importantes entre os dois domínios ou ao menos disseram haver diferenças que deveriam ser consideradas.

Entre os 13 alunos que discordaram, encontramos entre os 04 que discordaram totalmente apenas um que, mesmo tendo assinalado tal resposta, mencionou haver alguma semelhança entre o modelo atômico e o sistema solar. Já entre os 09 que discordaram parcialmente, 07 levantaram aspectos semelhantes. Em quase todas as justificativas apresentadas encontramos ou um maior número de diferenças apontadas ou uma menção à existência dessa maior quantidade de diferenças.

As justificativas reproduzidas a seguir exemplificam tais constatações.

“Você pode até chegar a perceber semelhanças, mas não se pode levar a risca a afirmação pois tem mais diferenças do que coincidências” (grifo nosso; o aluno discordou parcialmente)

“Pois a única semelhança entre o átomo de Bohr e o sistema solar é que os planetas giram em torno do sol como os elétrons giram em torno do núcleo; porém existem muitas diferenças como a troca de órbitas possível entre os elétrons; a órbita elíptica dos planetas, que nos elétrons é circular, dentre outras”. (grifo nosso; o aluno discordou parcialmente)

O Gráfico 03 apresenta a distribuição das respostas dos estudantes por equipe, incluindo os jurados, quanto ao nível de concordância ou discordância. O Gráfico 04 apresenta o agrupamento destas entre os que concordam e os que discordam da comparação.

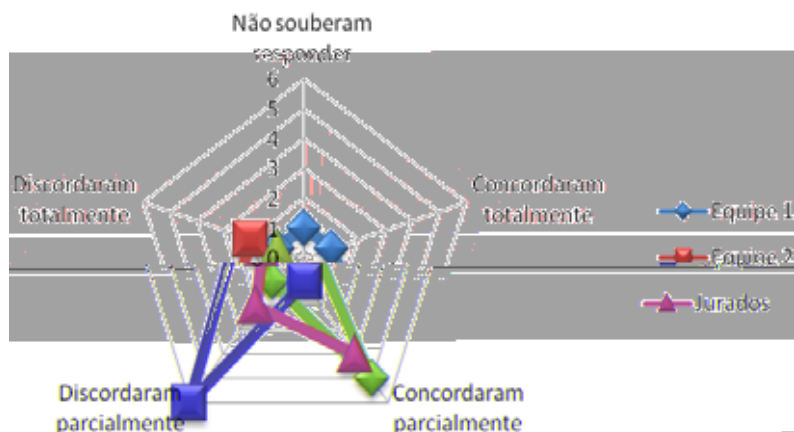


Gráfico 03 – Distribuição das respostas, agrupadas por equipes, dos estudantes da 3ª série do EM relativas à concordância da analogia entre o modelo atômico de Bohr e o sistema solar, segundo a dinâmica do júri simulado. Fonte: Ferry (2008).



Gráfico 04 – Distribuição das respostas, agrupadas por equipes dos estudantes da 3ª série do EM relativas à concordância da analogia entre o modelo atômico de Bohr e o sistema solar, segundo a dinâmica do júri simulado. Fonte: Ferry (2008).

De acordo com os Gráficos de número 03 e 04 percebemos que a maior parte dos alunos que concordaram com a analogia integrava a Equipe I, que havia sido encarregada de apresentar argumentos favoráveis à comparação. Do mesmo modo, a maior parte dos alunos que assinalaram discordar da comparação integrava a Equipe II, que fora responsável por defender a idéia de que o modelo atômico de Bohr não seria como o sistema solar. Entre os alunos que compunham a equipe dos jurados encontramos um número de respostas menos divergente. Porém, embora o resultado do julgamento na dinâmica do júri tenha sido seis votos para a equipe que defendia a impossibilidade da comparação contra dois votos para a equipe que defendia a analogia, ao serem solicitados a assinalar o nível de concordância ou discordância, quatro responderam concordar parcialmente enquanto apenas três assinalaram não concordar (dois parcialmente e um totalmente). Um dos alunos que integrava a equipe dos jurados não havia freqüentado a aula no dia da aplicação deste questionário.

Considerações finais e perspectivas

Consideramos que a dinâmica do júri simulado com os alunos da 3ª série do EM contribuiu de forma significativa com elementos para nossa discussão sobre a possibilidade do uso de contra-analogias como estratégia didática complementar ao uso de analogias no ensino de modelos atômicos, ou até mesmo de se construir contra-analogias a partir de analogias previamente conhecidas. Mais que uma estratégia de ensino, o júri simulado filmado se constituiu como um importante instrumento de pesquisa sob a forma de observação participante. A análise dos diálogos filmados e transcritos nos permitiu perceber o modo como aqueles estudantes compreendiam os sistemas solar e atômico na perspectiva de Bohr. Enquanto estratégia de ensino, o júri revelou ser uma excelente oportunidade para permitir o envolvimento e a confrontação entre os próprios alunos no mapeamento tanto das semelhanças quanto, principalmente, das diferenças entre os domínios comparados, a fim de se promover uma melhor compreensão do conceito alvo – o modelo atômico. A análise do questionário aplicado aos alunos da 3ª série após a realização da dinâmica do júri simulado nos mostrou o grau de compreensão da analogia entre o modelo atômico de Bohr e o sistema solar, provavelmente decorrente do debate promovido no júri. Através das justificativas dadas por estes estudantes quanto ao nível de concordância ou discordância assinalado para esta comparação, constatamos um mapeamento de semelhanças e diferenças bem elaborado e consistente.

Os resultados apresentados deixam antever um grande campo de pesquisa para o ensino de ciências dentro de uma perspectiva da cognição humana. Até que ponto os exercícios e as atividades desenvolvidas, por alunos e professores, dentro de uma metodologia de ensino com analogias e ao mesmo tempo uma metodologia com contra-analogias contribuem para o desenvolvimento do raciocínio analógico? Em que nível estará o conhecimento dos alunos participantes deste projeto, em relação ao estudo realizado sobre o modelo atômico um, dois, tres, seis ou doze meses após, se comparados a outros que não o fizeram? Outra perspectiva de pesquisa consistiria na introdução de uma avaliação diagnóstica, na repetição do instrumento e da metodologia da pesquisa realizada e uma nova avaliação diagnóstica.

Referências

- Abbagnano, N. (1999). *Dicionário de Filosofia*. 3ª Ed. São Paulo: Ed. Martins Fontes.
- Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Trad. Estela dos Santos Abreu. – Rio de Janeiro: Contraponto.
- Bozelli, F. C. & Nardi, R. (2005). *Interpretações sobre o Conceito de Metáforas e Analogias presentes em Licenciandos de Física*. Número Extra. VII Congresso Enseñanza de las Ciências

- Cachapuz, A. (1989). Linguagem Metafórica e o Ensino de Ciências. *Revista Portuguesa de Educação*. 2 (3), p. 117-129. Universidade do Minho.
- Colinvaux, D.; Krapas, S.; Queiroz, G. Franco, C. (1997). Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*. v.2, n.3. <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID33/v2_n3_a1997.pdf> Acessado em 04 de jun. 2006.
- Dagher, Z. R. (1995). Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. *Science Education*, v.79 n.3.
- Duarte, M. C. (2005). Analogias na educação em ciências: contributos e desafios. *Investigações em Ensino de Ciências*. v.10, n.1. <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID121/v10_n1_a2005.pdf> Acessado em 20 de out. 2006.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Ferry, Alexandre da Silva. (2008). *Analogias e contra-analogias: uma estratégia didática auxiliar para o ensino de modelos atômicos*. – Belo Horizonte: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). (Dissertação de Mestrado).
- Gilbert, J. K. & Boulter, C. J. (1994). Learning science through models and modeling. *International Handbook of Science Education*. Ed. Barry J. Fraser, Kenneth Tobin.
- Giordan, A.; Vecchi, G. (1996). *As origens do Saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. Trad. Bruno Charles Magne. 2.ed. – Porto Alegre: Artes Médicas.
- Glynn, S. (1991). Explaining Science Concepts: A Teaching-with-Analogies Model. In: GLYNN, S. M.; YEANY, R.H. & BRITTON, B.K. (Eds). *The Psychology of Learning Science*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate, 219-240.
- González, B. M. G. (2005). El modelo analógico como recurso didáctico en ciencias experimentales. *Revista Iberoamericana de Educación*. 37(2).
- Harrison, A. G.; Treagust, D. F. (1993). Teaching with analogies: a case study in grade 10 optics. *Journal of Research in Science Teaching*, v.30 n.10.
- Justi, R.S. & Monteiro, I.G. (2000). Analogias em Livros Didáticos de Química Brasileiros Destinados ao Ensino Médio. *Investigações em Ensino de Ciências*. v.5, n.2. <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID59/v5_n2_a2000.pdf> Acessado em 05 de abr. 2006.
- Mól, G. S. (1999). *O uso de analogias no ensino de Química*. Brasília: Universidade de Brasília – Instituto de Química. (Tese de Doutorado).
- Mortimer, E. F. (2000). *Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 383 p.
- Oliveira, A.S. & Soares, M.H.F.B. (2005). Júri Químico: uma atividade lúdica para discutir conceitos químicos. *Química Nova na Escola*. n.21, mai.
- Oliveira, M. (1996). *A metáfora, a analogia e a construção do conhecimento científico no ensino e na aprendizagem. Uma abordagem didáctica*. Dissertação de Doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- Rigolon, R.G. (2008). *O conceito e o uso de analogias como recurso didático por licenciandos de Biologia*. – Maringá: Universidade Estadual de Maringá. (Dissertação de Mestrado)
- Silva, L.L.; Terrazan, E.A. (2005). *O uso de analogias no ensino de modelos atômicos*. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. Rio de Janeiro.

Souza, V. C. A.; Justi, R. S. & Ferreira, P. F. M. (2006). 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*. v.11(1). <
http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID142/v11_n1_a2006.pdf> Acessado em 10 de jan. 2007.

Venville, G. J.; Bryer, L; Treagust, D. F. (1994). Training students in the use of analogies to enhance understanding in science. *Australian Science Teacher Journal*, v.40, n.2.

Recebido em: 19/11/09

Aceito em: 22/12/09