

CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES ACERCA DE ANALOGIAS ELABORA- DAS PARA O ENSINO DE TEORIAS ATÔMICAS: O MODELO DE DALTON E A BOLA DE BILHAR¹

Alexandre da Silva Ferry ², Sílvia Eugênia do Amaral ³

RESUMO: Neste artigo é relatado uma pesquisa realizada com 14 alunos da 1ª série do Ensino Médio da educação básica brasileira, na qual foram solicitados a descrever estruturalmente o modelo de átomo decorrente da teoria de John Dalton, do início do século XIX, além de citar alguma analogia conhecida para esse modelo atômico e a, principalmente, analisar uma comparação feita com uma bola de sinuca (ou bilhar). Para a comparação proposta, os alunos responderam quanto à concordância ou discordância, total ou parcial, e justificaram suas respostas. A análise das descrições e justificativas evidenciou que, além de reconhecerem a pertinência da analogia feita para esse modelo atômico, há concepções latentes correlatas ao modo como alunos concebem determinadas particularidades estruturais do mesmo.

PALAVRAS-CHAVE: Analogia, modelo atômico, raciocínio analógico

OBJETIVO

Verificar interpretações de estudantes acerca de uma analogia para o modelo atômico decorrente da teoria de Dalton.

1. Trabalho realizado, em parte, com auxílio da CAPES e FAPEMIG
2. Doutorando em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Mestre em Educação Tecnológica pelo CEFET-MG; Membro do Grupo de Pesquisas em Analogias, Metáforas e Modelos na Tecnologia, na Educação e na Ciência – AMTEC; Membro do Grupo de Estudos em Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência – GEMATEC; Professor da Faculdade Pitágoras e do Centro Universitário de Belo Horizonte (Unibh); email: alexandreferry@ufmg.br
3. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Brasil - CEFET-MG; Mestre em Educação Tecnológica pelo CEFET-MG; Membro do Grupo de Pesquisas em Analogias, Metáforas e Modelos na Tecnologia, na Educação e na Ciência – AMTEC; Membro do GEMATEC; Fundadora e Membro do Núcleo de Estudos de Analogias, Metáforas e Modelos na Sexualidade - NAMMES; Professora de Educação Física da Secretaria Municipal de Educação – SMED – da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, MG, Brasil. email: silvia.eugenia.amaral@gmail.com

MARCO TEÓRICO

Muitas são as definições para analogia (Mól, 1999), mas nelas estabelecem-se comparações ou relações entre o conhecido e o desconhecido (Duarte, 2005).

Neste trabalho serão adotadas as definições de Duit (1991), para quem analogia é uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes.

Ferry (2008) descreve a necessidade de mapear as diferenças entre os domínios familiar e desconhecido. A figura 1 apresenta um modelo de raciocínio analógico que contempla duas vias para relações de semelhanças e diferenças entre os domínios comparados.

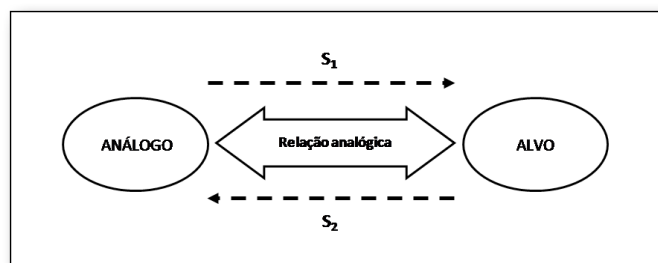


Fig. 1. Modelo de raciocínio analógico que contempla duas vias, S1 e S2.
Fonte: Ferry (2008).

A via S_1 indica o sentido do raciocínio que descreve ou explica o conceito alvo a partir do que se conhece sobre o análogo. A via S_2 aponta o sentido que descreve ou explica o conceito análogo em termos do que se conhece sobre o alvo.

A proposição de uma teoria atômica, realizada por John Dalton (1766-1844) no início do século XIX, influenciou o desenvolvimento da Química, por isso, seu nome é frequentemente lembrado em livros didáticos de Química (Viana e Porto, 2007).

Em livros didáticos, os átomos, segundo Dalton, seriam partículas maciças e indivisíveis, com formato esférico.

METODOLOGIA

Foi aplicado um questionário a uma amostra de 14 alunos, com idade entre 14 e 16 anos, da 1ª série do Ensino Médio (EM) de uma escola privada da cidade de Lagoa Santa, Estado de Minas Gerais, Brasil.

A opção por este instrumento foi feita em função da objetividade oferecida ao possibilitar a obtenção de proposições escritas que expressassem definições ou atributos conceituais dos estudantes a respeito do modelo atômico, além de possibilitar a coleta de dados de um número significativo de alunos de forma rápida. A opção pela escola ocorreu por ser um local de trabalho de um dos pesquisadores, favorecendo a coleta.

Os 14 alunos foram intencionalmente selecionados para responder o questionário. A seleção intencional decorreu-se do processo de validação do mesmo. A validação sugeriu a necessidade de selecionar alunos que demonstrassem ter conhecimento dos modelos atômicos ensinados durante a Educação Básica. Thiollent (2000), discutindo a questão da amostragem e da representatividade em investigações com características de uma pesquisa participante, apresenta a valorização de critérios de representatividade qualitativa como uma posição possível de ser adotada. Nessa perspectiva, “ao planejarem amostras de pessoas a serem entrevistadas com alguma profundidade, os pesquisadores costumam recorrer às chamadas ‘amostras intencionais’”, que seriam interessantes em função da relevância do grupo de pes-

soas em relação ao assunto em estudo. E que, mesmo infringindo o princípio de aleatoriedade – uma condição para a objetividade – o princípio da intencionalidade torna-se adequado no contexto da educacional, com ênfase nos aspectos qualitativos.

Para a análise dos dados, os alunos foram codificados com as letras de A até N.

O questionário constou de duas partes:

1. Um quadro que solicitava uma descrição das características do modelo de Dalton, a citação de alguma analogia para o modelo; e as semelhanças e diferenças na analogia.
2. Uma comparação (“De acordo com a teoria de Dalton, o átomo seria como uma bola de sinuca”), sobre a qual cada estudante deveria analisar e assinalar a sua resposta quanto à concordância ou discordância, total ou parcial, semelhante a uma escala Likert, adaptado para justificativas.

Um sistema de categorização foi proposto para a primeira parte do questionário, a fim de se identificar três ideias nas respostas: formato esférico, preenchimento maciço e estrutura indivisível.

Os dados coletados por meio da segunda parte foram organizados em um gráfico. Para cada caso de resposta, foram analisadas as justificativas com ênfase nas concepções latentes correlatas dos alunos quanto ao modo como concebem os aspectos estruturais do modelo atômico.

RESULTADOS

O quadro 1 indica as características para o modelo de Dalton, de acordo com as categorias definidas.

Quadro 1.
Características indicadas pelos 14 alunos
da 1ª série do EM relativas ao modelo atômico de Dalton, 2006.

Aluno	Formato esférico	Maciço	Indivisível	Outras
A	X	X	X	
B	X	X	X	Indestrutível
C	X	X	X	
D	X	X	X	
E	X	X	X	
F	X		X	Esfera sólida
G	X	X	X	
H	X	X	X	
I	X	X	X	
J	X	X	X	
K	X	X	X	
L	X	X	X	
M	X	X	X	
N				Núcleo maciço
%	93%	86%	93%	-

Fonte: Ferry (2008).

Apenas o estudante N não mencionou as características do formato esférico, do preenchimento maciço e da indivisibilidade do átomo. Este estudante descreveu o modelo de Dalton se referindo

à existência de um “núcleo maciço”. O estudante N escreveu que “este modelo é comparado a uma esfera de chumbo maciça”. E, ao responder sobre quais são as semelhanças estabelecidas nesta analogia, apontou: “uma esfera de chumbo é exatamente igual ao núcleo”. Sem a citação desta analogia, poderia-se pensar que o estudante apenas confundiu com ideias propostas por outros modelos. Porém, considerando o análogo citado e a sua resposta para as semelhanças estabelecidas, percebe-se que, de fato, existe a referida confusão.

Analogias citadas para o modelo atômico de Dalton

Apenas 1 aluno (A) respondeu não se lembrar de alguma analogia. Os outros 13 estudantes citaram um ou mais objetos de formato esférico como análogos. Entre os análogos citados, 6 alunos escreveram uma esfera metálica de aço ou chumbo, 5 escreveram uma bola de gude, 5 uma bola de bilhar ou sinuca, 1 aluno uma cereja, 1 aluno uma bola de futebol, e outro citou uma “bola qualquer”. Entre estes 13 alunos, 6 citaram mais de um análogo ao modelo de Dalton. O quadro 2 relaciona as semelhanças e as diferenças levantadas pelos alunos.

Quadro 2.

Semelhanças e diferenças entre o modelo atômico de Dalton e os análogos citados, indicadas pelos alunos da 1ª série do EM, com suas respectivas frequências, 2006.

Semelhanças	Diferenças
Formato (12 estudantes) Preenchimento (09) Indivisibilidade (02)	Divisibilidade (07) Tamanho (05) Destrutibilidade, incluindo fusão (02) Preenchimento (02) Visualização (02) Peso (01) Utilização / função (01) Cor (01)

Fonte: Arquivo pessoal, 2012.

Apenas 3 alunos não perceberam a existência de diferenças entre o alvo e o análogo citado. O estudante D, apesar de ter respondido que havia diferenças entre as bolas de bilhar e de futebol com o modelo atômico, considerou que o análogo – a bola de futebol – não é maciço como o átomo.

Analisando o quadro 2, pode-se perceber uma maior quantidade de diferenças apresentadas. Contudo, a frequência de cada diferença, com exceção à divisibilidade e ao tamanho, é bem menor que as frequências obtidas para as semelhanças.

Nessa parte do questionário, enquanto o estudante D, ao afirmar que as bolas de bilhar e de futebol “não possuem divisão”, provavelmente se referindo a alguma estrutura de montagem ausente nestes dois objetos, o aluno K afirmou que assim como “o átomo [de Dalton] era indivisível”, também é a esfera de chumbo, “apesar de poder ser fundida”. Este estudante descreveu um objeto análogo a partir de um conceito por ele conhecido sobre o modelo alvo, como propõe a via S_2 da figura 1, elaborada por Ferry (2008). É interessante perceber, neste caso, que o aluno associou equivocadamente propriedades relacionadas à resistência mecânica do material com a falsa incapacidade de provocar sua divisão, mesmo considerando a capacidade de se fundir o análogo.

Sobre o preenchimento indicado como uma semelhança entre o modelo atômico de Dalton e alguns análogos citados, nos pareceu, pela análise das respostas, especialmente das comparações estabe-

lecionadas, que há entre os estudantes uma provável relação equivocada entre a propriedade de ser maciço com a propriedade de ser denso, como se maciço fosse somente aquilo que contivesse muita massa.

O aluno E comparou o modelo atômico de Dalton com uma “bola toda completa (como se fosse cheia por dentro também)”. Este estudante buscou descrever um objeto análogo em termos do que ele conhece sobre o alvo, como se estivesse idealizando o veículo. O aluno justificou a escolha do análogo referindo-se ao formato esférico da bola e à necessidade de que esta fosse maciça e não pudesse sofrer divisão. Somente quando lhe foi solicitado escrever as diferenças, disse que a bola comparada não é maciça e indivisível.

Análise da analogia proposta com a bola de sinuca

O gráfico 1 indica o percentual obtido para a concordância dos alunos sobre a seguinte afirmativa: “De acordo com a teoria de Dalton, o átomo seria como uma bola de sinuca”

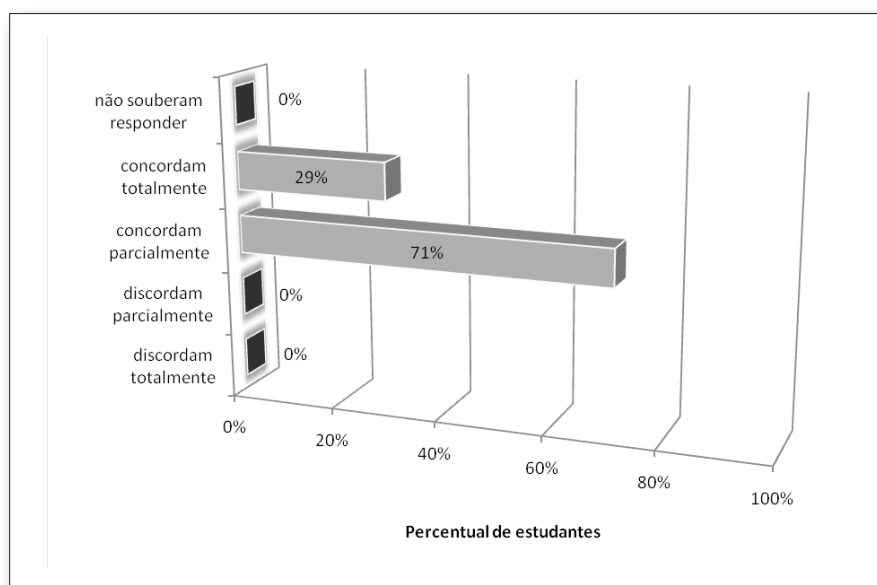


Gráfico 1. Concordância dos alunos da 1ª série do EM para a comparação: “De acordo com a teoria de Dalton, o átomo seria como uma bola de sinuca”. Fonte: Arquivo pessoal, 2012.

Nenhum aluno discorda da comparação entre o modelo atômico de Dalton e a bola de sinuca. Todos os 14 alunos reconhecem alguma relação entre as entidades comparadas.

Entre aqueles que concordaram parcialmente, foram encontradas justificativas que consideraram: (i) a diferença quanto às dimensões das estruturas comparadas (alunos B, F, G, M); (ii) a divisibilidade da bola de sinuca que não se aplica ao átomo modelado de Dalton (alunos E, H, J, K, N); e (iii) a cor do objeto análogo (F).

Entre os alunos que concordaram parcialmente foram encontradas ideias como a do aluno K:

“O átomo é indivisível e uma bola de sinuca pode ser quebrada”

Esta justificativa permite pensar em como estudantes compreendem o conceito da indivisibilidade atribuída à “menor porção” da matéria. Para os estudantes, o que significaria ser indivisível: não possuir uma estrutura? Não ser constituído por unidades menores? Ou ser incapaz de sofrer uma fissão? Ou de ser impenetrável, indestrutível, inquebrável?

Apesar de estas questões escaparem ao alcance do presente trabalho, acredita-se que as mesmas são relevantes e permitem visualizar novas perspectivas de pesquisa.

Vale ainda destacar a justificativa do aluno M:

“... a dimensão do objeto comparado com a do átomo não pode ser comparada.”

Pode-se perceber que, para o estudante M, somente é comparável o que é semelhante, ou seja, as diferenças não são passíveis de comparação ou, para ele, não há sentido ou importância em compará-las.

Já entre os alunos que concordaram totalmente destacam-se as seguintes respostas:

“Eu concordo com essa analogia (mesmo não achando-a necessária) pois representa de forma perfeita o que propõe o modelo de Dalton; ela é maciça, indivisível e é uma esfera”. (aluno D – grifos nossos)

Ao considerar desnecessária a comparação proposta, pode-se dizer que o aluno considera suficiente a apresentação das principais características do modelo para que se possa compreendê-lo. No contexto da segunda consideração grifada, constata-se o estabelecimento da via de raciocínio S_2 durante a análise da analogia. A análise do estudante sugere ter ocorrido em função das características fundamentais do modelo de átomo (alvo) por ele conhecidas, que possuíam total correspondência no objeto análogo, isto é, na bola de sinuca. Raciocinando dessa forma, e não desenvolvendo o “caminho” inverso, não lhe foi possível (ou não considerou relevante) levantar características da bola de sinuca que não são semelhantes às do modelo atômico.

A terceira consideração grifada suscitou novas questões: quais são as concepções de indivisibilidade dos estudantes? O que significa, para eles, ser indivisível? É uma questão estrutural no sentido de não haver porções menores que compõe a entidade, ou é uma questão mecânica no sentido de oferecer resistência à deformação, partição e quebra? Qual é a correta conceptualização? Quais seriam as concepções de indivisibilidade dos professores de Química? Como esse conceito tem sido ensinado? Tais questionamentos se constituem como novas possibilidades de pesquisa.

CONCLUSÕES

A análise do modelo expresso pelos alunos investigados revelou uma razoável compreensão dos aspectos estruturais referentes ao modelo de átomo decorrente da teoria atômica de John Dalton. No entanto, concepções latentes puderam ser percebidas ao analisar as justificativas apresentadas pelos alunos para as concordâncias total ou parcial com a analogia estabelecida.

A análise dos dados evidenciou que:

Os alunos reconhecem pertinência da analogia entre o modelo atômico de Dalton e a bola de sinuca.

Há uma divergência conceptual para a ideia de indivisibilidade da estrutura atômica entre os estudantes. Enquanto para alguns “ser indivisível” significa ser indestrutível, inquebrável, impenetrável, para outros a ideia da indivisibilidade estaria associada à inexistência de uma estrutura interna, isto é, a inexistência de partes menores (partículas). Assim, enquanto que para alguns essa característica se configurou como um aspecto semelhante entre o modelo atômico de Dalton e a bola de sinuca, para outros se revelou como uma diferença.

- De modo geral, a total concordância com a analogia assinalada por alguns estudantes parece estar relacionada ao fato destes não perceberem diferenças significativas entre os domínios comparados.
- A relação analógica entre os domínios comparados, de fato, compreende uma segunda via de raciocínio enunciada por Ferry (2008).

Vale ressaltar que essa investigação sobre a concordância ou discordância justificada referente a uma analogia clássica, estabelecida para um determinado modelo atômico, permitiu o afloramento de concepções latentes por parte dos estudantes acerca de aspectos estruturais dos átomos, sugerindo novas investigações.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Grupo de Estudos de Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência pelas contribuições oferecidas; www.gematec.cefetmg.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Duarte, M. C. (2005). Analogias na educação em ciências: contributos e desafios. *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 10. n. 1. Mar.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*. 75(6), 649-672.
- Ferry, A. S. (2008). *Analogias e contra-analogias: uma estratégia didática auxiliar para o ensino de modelos atômicos*. 261 f. Dissertação (Mestrado). – CEFET-MG, Belo Horizonte.
- Mól, G. S. (1999). *O uso de analogias no ensino de Química*. Tese (Doutorado) – Instituto de Química, UnB, Brasília.
- Thiollent, M. (2000) *Metodologia da pesquisa-ação*. 10. ed. São Paulo: Cortez Autores Associados.
- Viana, H. E. B; Porto, P. A. (2007). A elaboração da Teoria Atômica. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*. n. 7, p. 4-12, dez.