

CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES ACERCA DE ANALOGIAS ELABORADAS PARA O ENSINO DE TEORIAS ATÔMICAS: O MODELO DE THOMSON E UM PUDIM DE AMEIXAS¹

A.S. Ferry
UFMG

M.F. Marcelos
CEFET-MG

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 Joseph John Thomson, do início do século XX, além de citar alguma analogia conhecida para esse modelo atômico e a, principalmente, analisar uma comparação feita com um pudim de passas (ou ameixas). 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 um grupo significativo de alunos conceber o modelo atômico com elétrons distribuídos superficialmente, diferente do modelo consensual, há uma compreensão insatisfatória ou equivocada da comparação entre o modelo e o análogo.

PALAVRAS-CHAVE: Analogia, modelo atômico, raciocínio analógico

OBJETIVOS

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

MARCO TEÓRICO

Muitas são as definições para analogia (Mól, 1999), em todas há o estabelecimento de comparações ou relações entre o conhecido e o pouco conhecido ou desconhecido (Duarte, 2005).

Neste trabalho são adotadas as definições de Duit (1991) e de Treagust *et al* (1992), que consideram analogia como comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes.

1. Trabalho realizado em parte com auxílio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES - e da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG

Em 1899, Joseph John Thomson (1856-1940) começou a elaborar um modelo para o átomo, imaginando-o como composto de muitos corpúsculos de carga negativa (elétrons) e “alguma” carga positiva. Em 1904, essa ideia de átomo foi substituída pelo modelo com uma distribuição esférica homogênea de carga positiva no interior da qual os elétrons estariam distribuídos uniformemente em anéis concêntricos (Caruso e Oguri, 2006).

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 situada na cidade de Lagoa Santa, Estado de Minas Gerais, Brasil.

Os alunos foram intencionalmente selecionados em decorrência do processo de validação do questionário. De acordo com Thiollent (2000) amostras intencionais são interessantes em função da relevância que o grupo de pessoas escolhidas apresenta em relação ao assunto em estudo. Os 14 alunos foram selecionados em função do desempenho e rendimento durante a etapa de estudos sobre os modelos atômicos. Aos alunos foi entregue o termo de consentimento livre e esclarecido, assinado pelos pais ou responsáveis legais.

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

O questionário constou de duas partes:

- Um quadro que solicitava uma descrição das características do modelo de Thomson; em seguida, era solicitado que os alunos citassem alguma analogia para o modelo atômico; e descrevessem semelhanças e diferenças na analogia citada.
- Apresentação de uma comparação (“De acordo com a teoria de Thomson, o átomo seria como um pudim de passas”), sobre a qual cada estudante deveria analisar e assinalar a sua resposta quanto à concordância ou discordância, total ou parcial, devendo justificar sua resposta.

Um sistema de categorização foi proposto para a primeira parte do questionário, considerando como relevante a identificação de seis ideias nas descrições dos estudantes: formato esférico, menção da natureza elétrica, da sua neutralidade, preenchimento maciço, divisibilidade estrutural e disposição dos elétrons (interna ou superficial).

Os dados da segunda parte foram tratados em função da concordância ou discordância, total ou parcial, referentes à comparação entre o modelo de átomo e o pudim de passas. 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 escritas pelos alunos para o modelo de Thomson, de acordo com o sistema de categorias elaborado.

Quadro 1.
Características apresentadas pelos 14 alunos
inquiridos da 1ª série do EM relativas ao modelo atômico de Thomson, 2006.

Estudante	Formato esférico	Menção à natureza elétrica	Neutralidade elétrica	Preenchimento maciço	Menção à divisibilidade estrutural	Disposição dos elétrons; interna ou superficial	Outras
A		X					Indivisível
B	X	X		X			
C		X					Não maciço
D	X	X		X	X		
E	X	X					Indivisível
F	X	X			X	X - superficial	
G	X	X		X	X		
H	X	X	X		X	X - superficial	
I		X					
J	X	X			X		“Com elétrons e prótons”
K	X	X		X		X - superficial	
L	X	X					“Com cargas eletrônicas positivas”
M	X	X					
N		X					
%	71%	100%	7%	29%	36%	21%	-

Fonte: Arquivo pessoal, 2012.

Duas ideias do sistema de categorização foram mencionadas pela maioria: o formato e a natureza elétrica.

Embora todos os alunos reconheçam a natureza elétrica do modelo de Thomson, a concepção de sua neutralidade não foi apontada pela maioria. Provavelmente essa última ideia ou não foi consolidada, se constitui como um aspecto irrelevante, ou estaria subentendida.

Quanto à natureza elétrica da entidade, 2 alunos se referiram à existência de partículas carregadas (B e G), enquanto 11 fizeram menção à presença de cargas elétricas, não associando necessariamente à existência de partículas subatômicas; um aluno (J) utilizou os termos “prótons” e “elétrons” para descrever a estrutura atômica modelada.

Essas características sugerem duas concepções na descrição do modelo atômico: (i) a associação entre a existência de diferentes cargas elétricas com partículas de diferentes naturezas (B, G e provavelmente J, que utilizou os termos prótons e elétrons); (ii) e a não associação entre a existência de partículas e cargas elétricas, observada tanto entre alunos que descreveram o modelo como sendo divisível, quanto entre os que ainda o consideravam indivisível. O aluno E, por exemplo, afirmou que “*o átomo seria uma esfera indivisível com cargas positivas e negativas*”. Para ele, independente do átomo ser constituído por partículas ou não, sua estrutura possui cargas elétricas positivas e negativas.

Analogias citadas para o modelo atômico de Thomson

Apenas 1 aluno (E) afirmou não se lembrar de nenhuma analogia; 1 citou “doce brigadeiro”; e 12 alunos citaram como análogo um pudim de ameixas, inclusive o aluno L que descreveu equivocadamente o modelo atômico de Thomson referindo-se a uma “esfera com cargas eletrônicas positivas impregnadas”. Para este estudante as ameixas corresponderiam aos prótons.

Quanto à analogia citada pelo estudante K, ele não somente afirmou em sua descrição sobre o modelo de Thomson que as cargas negativas estariam incrustadas na superfície da esfera, como também escreveu que “o brigadeiro e o átomo no modelo de Thomson são parecidíssimos”. Percebe-se por esta proposição e pela valorização do análogo citado que, em seu modelo mental, este estudante não visualiza uma distribuição uniforme dos elétrons no interior da esfera atômica. A diferença identificada por ele entre o modelo atômico e o doce brigadeiro seria o tamanho relativo entre os elétrons e o átomo com o tamanho relativo entre o granulado e o doce, ao escrever: “*O átomo no modelo de Thomson as cargas negativas não são tão grandes*”.

O quadro 2 relaciona as semelhanças (ou as correspondências) e as diferenças citadas pelos alunos.

Quadro 2.

Semelhanças (ou correspondências) e diferenças indicadas pelos 12 alunos da 1ª série do EM que citaram a comparação entre o modelo atômico de Thomson e o pudim de ameixas ou assemelhados, com suas respectivas frequências, 2006.

Semelhanças ou correspondências	Diferenças
Entre as ameixas e os elétrons (seja como partículas carregadas eletricamente ou simplesmente como cargas negativas): B, C, D, G, M – (05)	Nenhuma: A, B, D, I – (04) Inexistência de um núcleo no modelo atômico e o “buraco” do pudim: C – (01)
Entre as ameixas e os sinais de carga representados (não importando a natureza da carga elétrica): A, H, J, L, N – (05)	Dimensão: F – (01) Cor: F – (01)
Entre a massa do pudim e a massa do átomo: B, G, M – (03)	Cheiro: F – (01)
Entre a estrutura divisível do pudim e a estrutura divisível do átomo: F – (01)	Textura: F – (01) Formato: G, H, J, L, M – (05) Incoerente ou confusa: N – (01)

Fonte: Arquivo pessoal, 2012.

O quadro 2 evidencia que apenas 5 alunos que citaram o pudim estabeleceram corretamente a relação analógica entre as ameixas e os elétrons. Uma quantidade menor de alunos (3) estabeleceu corretamente a relação para a massa do pudim e a parte positiva da estrutura atômica.

Apenas o aluno F citou a divisibilidade de ambas as estruturas. Talvez essa relação seja ainda menos evidente que as outras indicadas no quadro 2.

Cinco alunos expressaram relações incorretas. Exemplos:

“*As ameixas no pudim são as cargas positivas e negativas que ficam na superfície.*” (H)

“*As ameixas do pudim servem como os prótons e os elétrons.*” (J)

“*Um pudim de ameixas é cheio de esferas em seu interior, ou seja, é bem parecido com as esferas positivas e negativas*” (N)

Sobre as diferenças identificadas, 5 estudantes indicaram o formato. Exemplos:

“*O pudim não é uma esfera*” (G)

“*A diferença presente na analogia seria quanto à forma do bolo, pois no modelo de Thomson o átomo é uma esfera*” (M)

O aluno N não conhecia o alvo corretamente para desenvolver um raciocínio analógico adequado. Ao escrever sobre as diferenças afirmou que “no núcleo o modelo atômico tem suas cargas positivas e negativas mais definidas”.

Entre os alunos, 4 não identificaram diferenças (ou não lembraram) entre o modelo de Thomson e o pudim.

Análise da analogia proposta com o pudim de passas

O gráfico 1 indica o percentual obtido para a concordância dos alunos sobre a seguinte afirmativa: “De acordo com a teoria de Thomson, o átomo seria como um pudim de passas”.

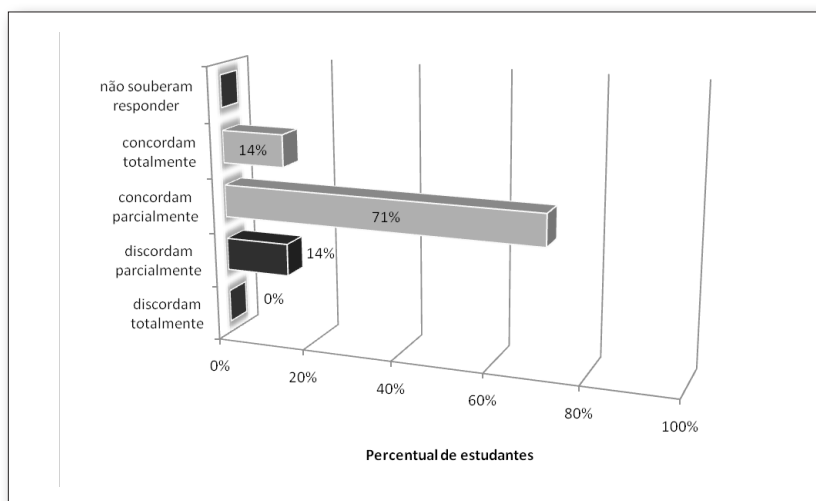


Gráfico 1. Concordância dos alunos da 1ª série do EM para a comparação: “De acordo com a teoria de Thomson, o átomo seria como um pudim de passas”. Fonte: Arquivo pessoal, 2012.

Entre os 2 alunos (14%) que discordaram parcialmente, o aluno B justificou sua resposta se referindo ao formato esférico do átomo que não encontra correspondência no análogo, embora tenha se referido também às correspondências entre a massa do pudim e a do átomo, e entre as passas e as “partículas de carga negativa”. O aluno H também se referiu à diferença entre os formatos.

Entre os 2 alunos (14%) que concordaram totalmente, o aluno I, além de não identificar diferenças, se referindo apenas às correspondências típicas entre as massas e as partículas, revelou um modelo mental divergente do modelo atômico consensual. Este aluno concebe as partículas de carga negativa distribuídas apenas na superfície da esfera atômica:

“... a teoria fala de uma massa positiva com pequenas cargas negativas, tal como um pudim com passas por cima” (I)

Entre os 10 estudantes que concordaram parcialmente, 7 alunos se referiram à diferença entre o formato das estruturas comparadas.

Entre as justificativas apresentadas, destaca-se:

“O átomo não deixou de ser esférico, apenas ganhou cargas positivas e negativas”. (F)

“O átomo era como um pudim de ameixa, mas nessa afirmação não é informado o formato de pudim”. (J)

“Mas a forma do pudim pode ser diferente do modelo de Thomson”. (C)

“Concordo parcialmente, porque o pudim não é esférico (...)”. (G)

Essas quatro proposições exemplificam como esse aspecto – o formato das estruturas – se apresentou como algo relevante para estes alunos.

Outros alunos fizeram referência à distribuição de cargas. Enquanto alguns denotaram o reconhecimento de correspondências entre a distribuição das cargas e as ameixas no pudim, outros entendiam este aspecto como uma diferença. Destacam-se algumas justificativas que apresentam estas duas percepções:

“(…) mostra direitinho a organização das partículas positivas e negativas”. (G)

“(…) ele tem as ameixas que mostra exatamente como fica os elétrons no átomo”. (D)

“Os elétrons incrustados seriam na crosta da esfera e em um pudim de passas, tem passas nele todo”. (K)

“Levando em conta que as passas não se misturam com a massa do bolo eu concordo com a comparação (…)”. (M)

Embora a imagem de pudim com ameixas dos alunos D e G não seja conhecida, eles reconhecem correspondências entre a distribuição de cargas na estrutura atômica e o análogo. Para o aluno M e para o K, que haviam descrito o modelo atômico fazendo referência à distribuição superficial das cargas negativas, este aspecto na comparação se apresenta como divergente. Pode-se dizer que o modelo de Thomson, para esses alunos, admite, de forma equivocada, os elétrons distribuídos apenas na superfície da esfera atômica e as passas, no pudim, tanto na superfície quanto em seu interior.

Houve ainda entre os 10 alunos que assinalaram concordar parcialmente com a analogia, justificativas que evidenciaram outros aspectos na compreensão da analogia:

“No pudim o espaçamento entre as passas é muito grande e esse espaço no átomo não existe”. (N)

“Concordo parcialmente, porque o núcleo é esférico e o meio do pudim não. O átomo é todo esférico e o pudim não. O núcleo é menor (muito menor), comparando com o átomo (o pudim)” (E)

Enquanto a justificativa do aluno N sugere um aspecto particular de pudim que ainda não havia sido mencionado, a justificativa do aluno E demonstra certa confusão entre aspectos desta teoria com a de outros modelos para o átomo. Mesmo tendo descrito o átomo, segundo a perspectiva de Thomson, como *“uma esfera com cargas positivas e negativas; indivisível”*, em sua justificativa, descreve a estrutura como sendo possuidora de um *“núcleo esférico”*.

CONCLUSÕES

A análise das descrições dos alunos revelou um compreensão parcial dos aspectos estruturais referentes ao modelo atômico de Thomson: reconhecem o formato esférico e sua natureza elétrica. 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:

- Um grupo significativo de alunos concebe o modelo atômico com elétrons distribuídos superficialmente, diferente do modelo consensual.
- Há uma compreensão insatisfatória ou equivocada da comparação entre o modelo e o pudim por parte de alguns alunos; há alunos que não reconhecem qualquer diferença entre os domínios comparados; há outros que estabelecem correspondências equivocadas.
- Embora alguns alunos concordem totalmente com a analogia proposta, há outros que não reconhecem a pertinência dessa comparação.

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.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caruso, F; Oguri, V. (2006). *Física Moderna: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- 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.
- 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.
- Treagust, D. *et al.* (1992). Science Teachers' Use of analogies: observations from classroom practice. *International Journal of Science Education*. 14(4), 413-422.