

Estrutura Atômica e Formação dos Íons: Uma Análise das Ideias dos Alunos do 3º Ano do Ensino Médio

Angella da Cruz Guerra França, Maria Eunice Ribeiro Marcondes e Miriam Possar do Carmo

A ideia de íon é importante na construção e no entendimento de muitos conceitos químicos como: ligações químicas, eletroquímica, equilíbrio químico, óxido-redução, pH, entre outros. Assim, o entendimento do conceito de íon pode levar os alunos a compreenderem melhor vários fenômenos que estão presentes no seu cotidiano como, por exemplo, os sais solúveis em água que se dissociam e tornam o meio condutor de eletricidade; o mar, importante fonte de materiais, constituído por íons. Esse trabalho tem como objetivo investigar quais as concepções sobre a estrutura atômica e a formação dos íons que os alunos do Ensino Médio, da rede pública de São Paulo, possuem e que relações estabelecem entre elas.

► íon, modelo atômico, ensino de química ◀

Recebido em 15/09/08, aceito em 08/05/09

275

A estrutura do átomo é um tema que os alunos apresentam dificuldade de compreensão, dado que o nível de exigência para sua aprendizagem requer elevada capacidade de abstração, o que não é de se estranhar, uma vez que as ideias básicas sobre a teoria atômica, que surgiram em 1808 e 1810 com John Dalton, já descreviam a matéria composta por partículas muito pequenas para serem vistas, chamadas de átomos.

Portanto, a ideia de átomo distancia-se do mundo real do aluno, e para realidades impossíveis de serem vistas, é necessário criar modelos que “são ferramentas fundamentais de que dispomos para compreendermos o mundo cujo acesso real é muito difícil” (Chassot, 1993, p. 100).

Considerando que o conhecimento é uma construção social e histórica, os modelos atômicos foram sofrendo formulações teóricas desde os gregos, ainda que auxiliadas pelos suportes instrumentais. No entanto, nas aulas de Química, muitas vezes,

os professores se esquecem que a superação das dificuldades na construção do conhecimento científico tem evolução histórica e apresentam aos alunos conceitos e modelos de forma pronta e acabada, como verdades incontestáveis.

Dentre os modelos apresentados no ensino desse tema, destacam-se: a) o modelo atômico de Dalton, no qual o átomo é considerado maciço e indivisível; b) o átomo de Rutherford, constituído de uma região pouco densa e relativamente grande ocupada por elétrons e um núcleo central muito pequeno, onde se concentra toda a massa da partícula; c) o modelo de Rutherford-Bohr, em que os elétrons situam-se em órbitas ao redor do núcleo e ao saltarem para uma mais próxima do núcleo, menos energética, emitem energia na forma de fótons (Galiazzi e cols., 1997). No ensino desse tema, percebermos ainda que, além de não se valorizar a construção histórica dos modelos atômicos, a apresentação destes se limita à visão fatual do professor

e poucas relações se estabelecem entre esses modelos e a formação dos íons, que para nós constitui o foco principal deste trabalho.

Se para o aluno pensar microscopicamente não é uma tarefa tão simples, extrapolar essa visão para explicar a formação do íon também se tem mostrado problemática (Caramaño, 2004).

Isso implica que, do ponto de vista didático, o ensino visando a construção do modelo atômico poderia auxiliar o aluno na elaboração do conceito de íon, uma vez que a introdução da estrutura atômica, a qual relaciona as interações eletrostáticas entre os prótons do núcleo e os diferentes níveis energéticos dos elétrons, possibilita desencadear ideias a respeito de as partículas estarem “mais ou menos atraídas entre si”, podendo ocorrer a saída ou a entrada de partículas (elétrons) nessa estrutura, gerando o íon (Carmona, 2006).

Há, hoje, um grande número de estudos realizados com a finalidade de verificar quais são as concepções dos estudantes sobre a estrutura dos átomos e a natureza da matéria e suas interações, porém poucos

A seção “O aluno em foco” traz resultados de pesquisas sobre idéias informais dos estudantes, sugerindo formas de levar essas idéias em consideração no ensino-aprendizagem de conceitos científicos.

trabalhos estudam as concepções deles em relação ao conceito do íon.

Em alguns estudos, pudemos verificar que os alunos: a) apresentam dificuldade na compreensão da estrutura da matéria e muitos a explicam sob o ponto de vista macroscópico, utilizando ideias de grãos, lâminas, pedras para justificar sua composição; b) existe uma limitação objetiva na capacidade dos alunos ao iniciarem o estudo da química em reconhecerem, em nível microscópico, o caráter descontínuo da matéria e suas entidades constituintes; c) o átomo muitas vezes é tido como a menor parte constituinte da matéria, mas às

vezes, julgam que poderia ser a célula; d) o modelo atômico predominante é o de orbital, e as órbitas seriam entidades independentes, nas quais os elétrons estariam girando ao seu redor, enquanto que o núcleo estaria em repouso; e) dentre as partículas atômicas, os alunos fazem mais referência aos elétrons e muitos acham que estes não podem ser separados do átomo; f) a ideia de indivisibilidade é bastante consistente; g) a diferenciação entre átomo, íon e molécula é problemática, pois não é ressaltada a importância desse tipo de discussão após o estabelecimento de um modelo atômico, iônico e molecular; h) aparecem ideias de similaridade entre o conceito de átomo e íon; i) ocorre falta ou ausência de relações entre a estrutura atômica e a ligação química com a ideia do íon; j) a neutralidade do átomo é vista pelo fato de que este é carregado positiva e negativamente; e l) a neutralidade elétrica de um átomo está ligada à ideia da regra do octeto (De La Fuentes e cols., 2003; Caamaño, 2004; Mello, 2002; Cavicchioli e Rocha, 2005; Carmona, 2006).

Como podemos perceber nesses estudos, as relações entre o modelo atômico e a formação do íon são escassas nas concepções dos alunos. A nosso ver, o conceito de íon é importante na construção e no entendimento de muitos conceitos químicos como ligações químicas, óxido-redução, conceito de pH, entre

outros. Um grande número de fenômenos biológicos, físicos e químicos só podem ser explicados pelo entendimento das mudanças no rearranjo e movimento de átomos e moléculas.

Assim, o entendimento do conceito de íon pode levar o aluno a compreender melhor vários fenômenos que estão presentes no seu cotidiano como, por exemplo, os sais solúveis em água que se dissociam e tornam o meio condutor de eletricidade; o mar, importante fonte de materiais, é constituído por íons; soluções aquosas de certos íons têm grande importância no crescimento de vegetais.

Neste trabalho, parte-se do pressuposto que o íon é uma entidade pouco compreendida pelos alunos, pois está intimamente ligado ao conceito de estrutura atômica, conceito esse de difícil compreensão. Pensando na importância desse conceito para o estudo da química e considerando sua relação com a estrutura eletrônica do átomo, este trabalho teve como objetivo verificar quais as concepções sobre a estrutura atômica e a formação dos íons que os alunos possuem.

Metodologia

A metodologia de pesquisa, empregada neste estudo, é de caráter qualitativo, pois faz um estudo focado na descrição, análise e categorização das concepções dos alunos em relação à estrutura atômica do átomo e à formação de íons.

A coleta de dados foi realizada em quatro escolas da Rede Pública Estadual, localizadas em regiões distintas no município de São Paulo e um da grande São Paulo, das quais participaram um total de 211 alunos, pois nossa intenção era verificar as ideias mais diversificadas possíveis sobre átomos e íons.

Participaram uma escola situada na zona sul do município de São Paulo, envolvendo quatro turmas do 3º ano do período da manhã (turmas A, B, C e D), totalizando 106 alunos com faixa etária entre 17 e 21 anos; uma segunda escola também situada na

zona sul do município de São Paulo, da qual participou uma turma do 3º ano do período noturno (turma E) com 22 alunos, com faixa etária entre 17 e 21 anos; uma terceira escola, na zona oeste do município de São Paulo, envolvendo duas turmas do período noturno (turmas F e G), no total de 53 alunos, com faixa etária entre 17 e 23 anos; e uma quarta escola, situada no município de Santo André (SP), envolvendo uma turma do período da manhã (turma H) com 30 alunos com faixa etária de 17 e 18 anos.

Foi aplicado aos alunos um questionário constituído por quatro questões abertas. Este foi respondido de forma individual para a garantia do reflexo mais real das ideias dos alunos e solicitava: 1) Elabore, com base em seus conhecimentos, um desenho que mostre como você imagina “ser” um átomo, indicando as partes que o constituem; 2) Podemos separar os elétrons de um átomo? Explique; 3) Represente, por meio de um desenho, como você imagina “ser” o átomo de sódio; 4) O que você entende por íon? Como você pensa que se formam os íons? Explique.

As questões tiveram os seguintes objetivos: verificar qual o modelo de átomo e íon que os alunos possuíam (Questões 1 e 3) e se os alunos aceitam a transferência de elétrons entre os átomos (Questões 2 e 4).

Da análise das respostas, foi possível conhecer: as ideias e os modelos representativos de átomos e íons que surgiram; quais eram suas concepções em relação a núcleo, eletrosfera e partículas constituintes do átomo e qual a expectativa dos alunos quanto a ideia de os átomos perderem seus elétrons. Feita a leitura das respostas dadas pelos alunos, percebemos uma grande diversidade nestas, assim, procuramos possíveis aproximações das ideias dentro dos objetivos estabelecidos.

Este estudo mostra o agrupamento das ideias dos alunos em categorias para cada uma das questões descritas a seguir.

Para a primeira questão, as respostas foram agrupadas em quatro categorias de análise.

A estrutura do átomo é um tema que os alunos apresentam dificuldade de compreensão.

I - A identificação, por parte do aluno, do núcleo e da eletrosfera do átomo, indicados por escrito nos seus modelos representativos, mesmo que a indicação fosse de uma das partes apenas, núcleo ou eletrosfera. A Figura 1 ilustra um exemplo desse tipo de representação.

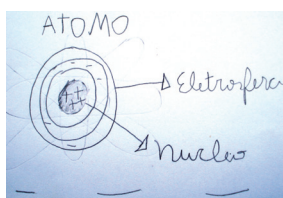


Figura 1: Representação que apresenta, por escrito, núcleo e eletrosfera.

II - Modelos representativos elaborados pelos alunos de duas ou mais partes do átomo sem a identificação por escrito. Os desenhos realizados não apresentavam por escrito as indicações de núcleo/eletrosfera. Estas foram explícitas separadamente no desenho de forma que a parte menor se enquadrava na maior, uma ao centro com duas ou mais ao seu redor, caracterizando a ideia de compartimento. A Figura 2 ilustra um exemplo desse tipo de representação.

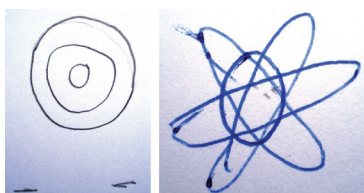


Figura 2: Representações de modelos atômicos sem a indicação por escrito do núcleo e da eletrosfera.

III - Modelos representativos que apresentavam a identificação de partículas constituintes do átomo por meio de símbolos (sinais +/-) ou por meio da escrita (P) para próton, (E) para elétron, (N) para nêutron, indicando a presença de cargas ou partículas. A Figura 3 apresenta um exemplo desse tipo de representação.

IV - Modelos representativos que apresentavam semelhança

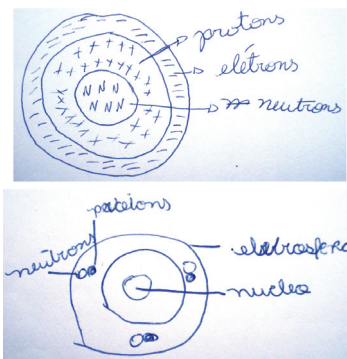


Figura 3: Representações das partículas do átomo.

com os modelos escolares de acordo com um dos três modelos: Dalton, proposto em 1803; Thomson, em 1874; e Rutherford, em 1911.

Semelhanças ao modelo de Dalton seriam as representações de uma esfera, com ou sem preenchimento por meio de hachuras ou por meio de uma figura de forma compacta (esfera sólida); e esferas sem identificação de pontinhos, pinguinhos, as quais poderiam levar à ideia da existência de partículas subatômicas. Também foram consideradas como modelo de Dalton as indicações nas quais os alunos simplesmente se limitaram a responder por meio da escrita que o átomo é pequeno e indivisível. A Figura 4 apresenta um exemplo desse tipo de representação.

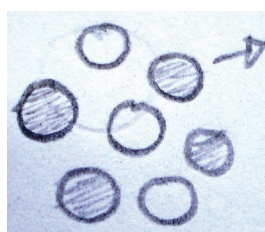


Figura 4: Representação que se aproximava ao modelo de Dalton.

As semelhanças ao modelo de Thomson seriam as representações de uma única esfera ou figura sem a separação de núcleo e eletrosfera, porém constituída por sinais representativos de cargas positivas (+) e/ou negativas (-) ou mesmo quando o aluno escrevia dentro da figura as palavras prótons, nêutrons e elétrons, algumas vezes representados apenas por p, n e e. A Figura

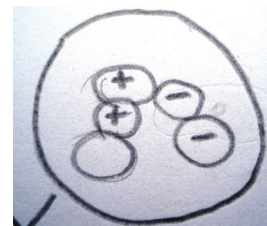


Figura 5: Representação do modelo de Thomson.

5 apresenta exemplo desse tipo de representação.

As semelhanças ao modelo de Rutherford foram consideradas quando os modelos representativos dos alunos indicavam a existência de um núcleo, uma eletrosfera e as partículas constituintes surgiam tanto na forma de sinais, quanto por meio da escrita. A Figura 6 apresenta um exemplo desse tipo de representação.

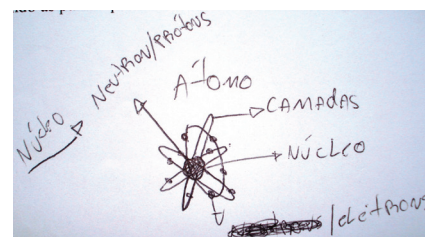


Figura 6: Representação do modelo de Rutherford.

Resultados e discussões

As oito turmas analisadas foram denominadas por A, B, C, D, E, F, G e H, obedecendo apenas à ordem de aplicação do questionário.

A primeira questão foi respondida por 209 dos 211 alunos participantes. A análise das respostas dos alunos permitiu verificar que 63,4% deles não identificam em seus modelos representativos o núcleo e a eletrosfera do átomo, e que na turma G, apenas 3 dos 21 alunos fizeram essa identificação. Isso indica que, apesar de as palavras núcleo e eletrosfera serem utilizadas com frequência na representação dos modelos atômicos escolares, os alunos não as consideram na representação de seus modelos de átomo (Tabela 1).

A representação do átomo com regiões distintas, caracterizando a ideia de compartimento (Tabela 2), foi indicada por 62% dos alunos, e 38% não os representam dessa forma, o

Tabela 1: Número de alunos que indicam ou não as palavras núcleo e eletrosfera na representação de seus modelos atômicos.

Escola	Número de alunos que indicam núcleo e/ou eletrosfera		Número de alunos que não indicam núcleo e eletrosfera	
	Total de alunos por escola	(%)	Total de alunos por escola	(%)
A	5	2,4%	27	13,5%
B	6	3%	24	12%
C	6	3%	15	7%
D	7	3,3%	15	7%
E	9	4%	16	8%
F	19	9%	9	4%
G	3	1,3%	18	8,5%
H	9	4%	21	10%
Total geral	64	30%	145	70%

que pode nos levar a inferir que estes não identificam os átomos com uma estrutura organizada. Segundo Pozo (2002), uma das razões da difícil aceitação desses modelos se deve à falta de compatibilidade e correspondência com a organização cognitiva humana, ou seja, ele assume que a mente humana possui um sistema cognitivo capaz de se prevenir das representações as quais são julgadas inconvenientes ou desnecessárias. Assim, pode-se conjecturar que muitos alunos não veem a necessidade de representar uma estrutura organizada no átomo.

Alguns desenhos (5%) chamaram a atenção pela semelhança com a estrutura constituinte de uma célula, sendo, inclusive, nomeadas partes

como núcleo e citoplasma (Figura 7). Esse fato pode ser decorrência de que, nas aulas de biologia, o ensino destaca a célula como a menor parte do ser vivo, enquanto que no ensino de química o aluno aprende que o átomo é a menor partícula da matéria, fatos esses que podem gerar dificuldade ao aluno na construção de um modelo coerente (Galiuzzi e cols., 1997).

A maioria dos alunos (67%) não apresentou em seu modelo representativo os nomes das partículas que constituem os átomos, fossem estas por meio de cargas ou símbolo como p, n e e (Figura 8). Talvez desconhecessem tais partículas, uma vez que na questão foi solicitado que eles representassem o átomo e suas

Tabela 2: Número de alunos que identificam duas ou mais partes do átomo em suas representações.

Escola	Número de alunos que indicam duas ou mais partes para o átomo		Número de alunos que não indicam duas ou mais partes para o átomo	
	Total de alunos por escola	(%)	Total de alunos por escola	(%)
A	14	7%	18	8,5%
B	12	6%	18	8,5%
C	11	5%	10	5%
D	11	5%	11	5%
E	20	9,5%	5	2,4%
F	23	11%	5	2,4%
G	21	10%	0	0%
H	18	8,5%	12	6,2%
Total geral	130	62%	79	38%

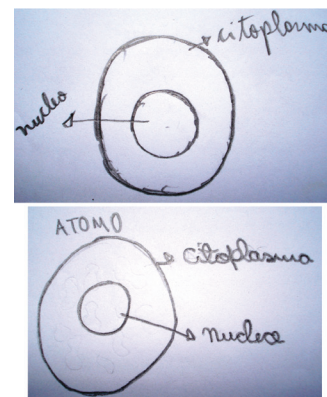


Figura 7: Representações de uma célula como modelo de átomo.

partículas constituintes ou, ainda, podemos inferir que o ensino pode não ter motivado a importância do reconhecimento dessas entidades microscópicas.

Analisando a aproximação dos modelos representativos dos alunos com os modelos escolares, verificamos que 35% dos alunos representa seus modelos com semelhança ao modelo de Rutherford; 23%, ao de Dalton; e 12%, ao de Thomson (Figura 9). A familiaridade do aluno com o modelo do sistema solar pode ter contribuído para que o aluno estabelecesse uma comparação analógica com o modelo atômico de Rutherford, e esse modelo tenha sido mais consistente para o aluno ou ainda pode ocorrer que, durante o ensino de modelos, a valorização deste tenha sido mais enfatizado. Quanto às poucas representações em relação ao modelo de Thomson, pode estar relacionado ao fato de que nossos alunos desconhecem o “pudim de passas” como os ingleses, mas sim conhecem como “pudim” uma massa clara com formato circular e contendo um furo no meio. Talvez fosse necessário identificar o significado que os alunos atribuem a essa expressão (Souza e cols., 2006).

Os dados mostram que o ensino não valorizou a evolução histórica dos modelos atômicos, uma vez que as representações se encontram bem distribuídas entre as características dos modelos escolares. É importante ressaltar que houve um número considerável de alunos (30%) para os quais não foi possível estabelecer

Identificação das partículas constituintes do átomo

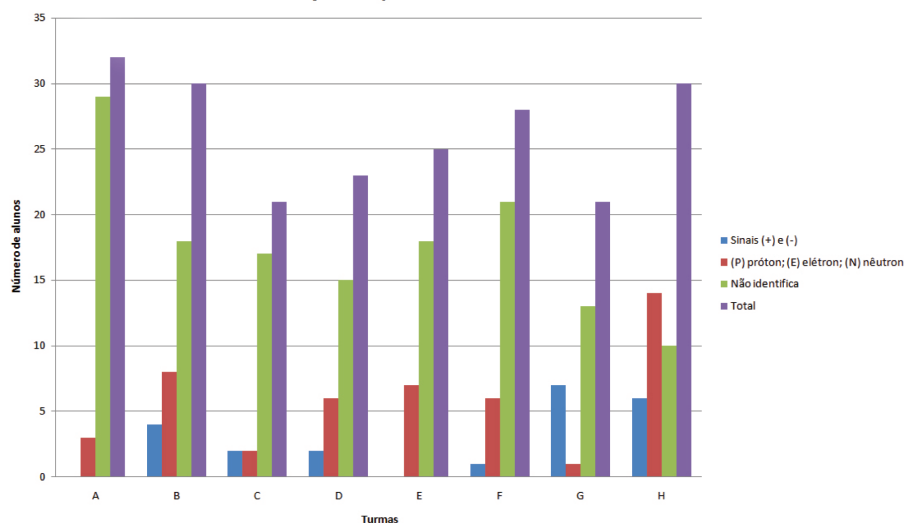


Figura 8: Identificação das partículas constituintes do átomo.

Modelos escolares

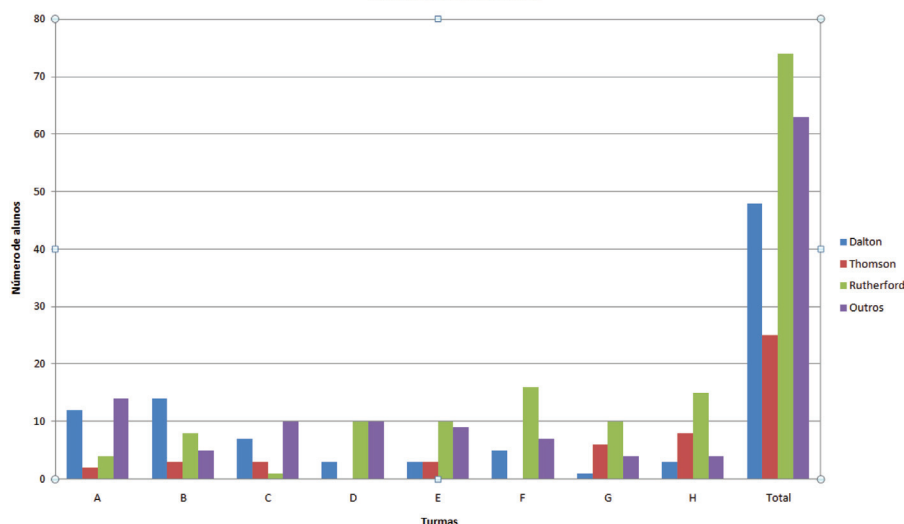


Figura 9: Representações com semelhança aos modelos escolares.

uma aproximação com as representações dos modelos escolares. Chama a atenção, também, que nenhum aluno fez uma representação que se assemelhasse às comumente utilizadas para o modelo de Bohr, o qual faz parte da maioria dos livros didáticos e é frequentemente ensinado.

Observando-se as Tabelas 1 e 2 e as Figuras 8 e 9, verificamos que os alunos apresentam muitas dificuldades ao expressarem suas ideias em relação ao modelo de átomo e as partículas que o compõe. Segundo Guevara e Valdez (2004), as dificuldades associadas ao ensino e à aprendizagem de modelos podem ter fundamentalmente como causas a influência das concepções

espontâneas, o ensino inadequado e não adaptado a um nível de conhecimento e potencialidade do aluno. Para os autores, ensinar um determinado tema de química implica necessariamente estabelecer com toda nitidez qual é o modelo (construção imaginária) que nos permite “ver” o fenômeno analisado.

Para De La Fuentes e cols. (2003), provavelmente a dificuldade que os alunos têm em expressar um modelo para o átomo esteja no fato de se tratar de um aspecto muito afastado dos diretamente perceptíveis por seus sentidos, cujas dimensões não lhes são familiares, ou seja, os estudantes não entendem.

De acordo com as ideias de Pozo (2002), pode-se considerar que o conhecimento científico que está sendo ensinado ao aluno não está sendo por ele utilizado para dar sentido às suas representações intuitivas para que possa reorganizá-las.

Souza e cols. (2006), em trabalho desenvolvido com essa temática, também constataram uma extrema dificuldade dos alunos com relação à compreensão dos modelos atômicos e apontam que a principal dificuldade pode estar no alto grau de abstração do tema.

Na análise da segunda questão, a qual tentava explicitar a ideia de possibilidade de separação de elétrons de um átomo, consideraram-se as respostas afirmativas e negativas dos alunos. Os dados obtidos revelam que 42% dos alunos concordam que os elétrons podem ser separados do átomo, 46% não concordam, 7% não sabem opinar e 5% deixaram a questão em branco. As justificativas apresentadas pelos alunos com relação à possibilidade ou não de o elétron ser separado do átomo estão resumidas na Tabela 3. Nas justificativas apresentadas nessa tabela, chama a atenção o número de alunos que manifestam a ideia de que o átomo não existe sem seus elétrons (34%), pois deixa de ser átomo ou “morre”. Algumas das justificativas dadas pelos alunos e transcritas sem alteração são apresentadas a seguir.

“Não por que ele é um dos componentes que forma o átomo se o separar, deixa de ser átomo.”

“Não. Pois se os separarmos eles não sobreviveram, pois os átomos sem os elétrons não conseguem alimento para si mesmos, sendo que junto aos elétrons eles tem seu próprio alimento, sem precisar ir a caça deles.”

Pode-se conjecturar que essa ideia de “morte” do átomo deve estar associada ao ensino, pois muitas vezes os professores recorrem ao animismo, considerando que será mais fácil para o aluno entender o

Tabela 3: Justificativas dos alunos para a possibilidade ou não de separação do elétron dos átomos.

Justificativas para a não possibilidade	Número de alunos	%	Justificativa para a possibilidade	Número de aluno	%
Deixa de ser átomo	10	10,3%	Para fazer ligação química	6	6,7%
Se perder elétrons, ele morre	23	23,7%	Ele empresta e/ou doa	10	11,2%
Fazem parte da constituição	27	27,8%	Existe troca de cargas	10	11,2%
São indivisíveis	12	12,4%	Ele se divide em camadas	9	10,3%
Devem ficar juntos	10	10,3%	Ocorrer equilíbrio (forma cátion e ânion)	4	4,5%
Não sei	2	2,1%	Não sei	18	20,2%
Não explica	6	6,2%	Outros	32	35,9%
Outros	7	7,2%	-	-	-
Total	97	100%	Total	89	100%

conteúdo tratado, provavelmente supondo que eles percebiam se tratar apenas de um recurso para a compreensão. Entretanto, como esses dados sugerem, parece que esse recurso enfatiza o animismo sem que o estudante reconheça suas limitações (Souza e cols., 2006) e pode reforçar ideias intuitivas sobre a natureza viva de qualquer matéria.

Parece mais difícil justificar a resposta afirmativa de que os átomos podem perder elétrons, pois 56% dos alunos não sabem explicar ou fornecem justificativas que não foram possíveis de ser classificadas.

A ideia de ligação química foi utilizada por 18% dos alunos, indicando que a perda de elétrons se deve ao estabelecimento destas ou mencionando que pode haver doação (ligação iônica) ou empréstimo (ligação covalente) de elétrons. Algumas das justificativas dadas pelos alunos são apresentadas a seguir.

“Sim, quando um elemento doa um elétron para outro.”

“Sim, quando um átomo tem a carga da última camada faltando elétrons, um átomo que tenha carga a mais pode doar elétrons para esse átomo.”

“Sim, o átomo tem a característica de tender a ficar neutro (8 elétrons na camada de valência) e para isso ele perde ou ganha elétrons para ficar estável.”

As explicações relativas à ligação química apresentadas pelos alunos, nesta pesquisa, podem ser devidas à ênfase dada pelos professores ao ensino desse conteúdo.

Alguns alunos (10%) parecem confundir a distribuição eletrônica em camadas com a perda de elétrons. A justificativa a seguir dá um exemplo dessa possível confusão.

“... podemos separar os elétrons de um átomo fazendo uma distribuição eletrônica.”

Algumas das ideias manifestadas pelos alunos também foram encontradas no estudo de De La Fuentes e cols. (2003), no qual se verificou que os alunos, embora afirmassem que os elétrons podiam ser separados dos átomos, tiveram dificuldade em explicar por que isso ocorria. Utilizaram argumentos de que os elétrons podem se mover e nenhum mencio-

nou a possibilidade de um átomo doar ou receber elétrons.

Com relação à terceira questão, que solicitava a representação do átomo de sódio por meio de um desenho, apenas um pouco mais da metade (65%) dos alunos apresentou um desenho para explicitar suas ideias (Tabela 4). Os alunos da turma F não entregaram a folha de resposta dessa questão.

Analisando esses dados, verificamos que, ao contrário do que ocorreu com a representação do átomo na primeira questão, muitos alunos (35%) não conseguiram representar por meio de desenho o átomo de sódio, indicando que não sabiam como fazê-lo, deixando em branco ou utilizando outras respostas na forma escrita, nas quais não se pode constatar nenhum dado relevante. Para os alunos que foram categorizados na coluna outros (13%), algumas

Tabela 4: Respostas dadas pelos alunos em relação à representação de um átomo de sódio (total de 183 alunos).

Turma	Respostas dos alunos (%)			
	Representaram com um desenho	Deixaram em branco	Responderam que não sabem	Outras respostas
A	27 (15%)	1 (0,5%)	3 (1,6%)	1(0,5%)
B	22 (12%)	-	2 (1,1%)	6 (3,3%)
C	18 (10%)	-	-	3 (1,6%)
D	11 (6%)	1 (0,5%)	3 (1,6%)	8 (4,4%)
E	14 (8%)	1 (0,5%)	7 (3,8%)	3 (1,6%)
G	15 (8,6%)	-	7 (3,8%)	-
H	12 (6,4%)	5 (2,7%)	11(6%)	2 (1,1%)
Total	119 (65%)	8 (4,4%)	33 (18%)	23 (12,6%)

de suas frases estão apresentadas a seguir:

“... eu acho que o átomo de sódio obtêm 2 átomos e 2 elementos para ele se formar no seu grupo.”

“... deve ser do jeito que ele é.”

“... uma coisa pequena e frágil mais de grande importância.”

Dos alunos que representaram na forma de desenho, é importante destacar que somente 33 (27,7%) utilizaram a mesma representação feita na questão número 1. Já os outros 86 (72,3%) utilizaram representações diferentes (Figura 10). Observou-se também que 63% dos alunos não indicaram as partículas constituintes do átomo, e que os que o fizeram (37%) foram os mesmos que indicaram na primeira questão. Isso pode sugerir que os alunos desconhecem tais partículas ou simplesmente não reconhecem sua importância.

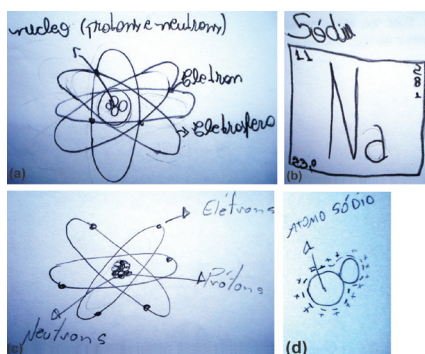


Figura 10: Representações utilizadas por dois alunos para o átomo (a) e (c) e o átomo de sódio (b) e (d).

Verificou-se que 16% dos alunos utilizaram a representação simbólica do átomo de sódio, o que pode ser a causa de um ensino que deu ênfase a fórmulas químicas ou representações simbólicas.

Os dados também parecem sugerir que os alunos possuem conceitos fragmentados, uma vez que não conseguem relacionar o modelo de átomo que representaram na primeira questão com o da terceira questão. No ensino também se percebe que os

modelos atômicos são tratados genericamente, e os livros e os professores, de maneira geral, apresentam os modelos atômicos sem aplicá-los a átomos de um dado elemento. No ensino, frequentemente, é dada mais ênfase à distribuição eletrônica de um átomo específico do que ao modelo deste. Assim, o aluno tem dificuldade de transpor seu conhecimento aprendido sobre modelos atômicos para interpretar um átomo determinado como, por exemplo, o de sódio.

Para análise da quarta questão, que investigava o entendimento do aluno sobre íon e como este se forma, foram elaboradas algumas categorias, e os resultados são indicados na Tabela 5.

De acordo com os resultados (Tabela 5), verificamos que 64,7% dos alunos tiveram dificuldade em apresentar uma resposta que se aproximasse da ideia de carga elétrica, deixando em branco, dando respostas confusas e mesmo assinalando não saber. Isso sugere que os alunos não relacionam os modelos de estrutura atômica nas explicações que envolvem a formação do íon. Talvez esse fato esteja associado a lacunas individuais ou porque o ensino não mediu o estabelecimento dessas relações. Mesmo os alunos já tendo o conhecimento do conceito de íon, uma vez que geralmente este é tratado no ensino de estrutura atômica e ligações químicas, não conseguiram compreender a relação entre suas

estruturas e o comportamento que produzem (De Posada, 1999).

Para os alunos que responderam às justificativas apresentadas para a formação dos íons, estes se baseavam na ideia da existência de carga, revelando algum conhecimento sobre o assunto. Alguns exemplos das manifestações dos alunos são apresentados a seguir.

“... eu acredito que se forma uma corrente e aí se forma o íon.”

“... se fundem partícula + com a – e forma o íon.”

“... se formam com elétrons, cátions e assim desenvolve o íon.”

“... íons podem se formar quando o composto é jogado em solução aquosa.”

Apenas 8 alunos (4,3%) associaram a ideia de íon à formação de cátion e ânion, manifestando, em suas respostas, que os íons são átomos que doam ou recebem elétrons.

Os dados indicam que o conceito de íon foi pouco assimilado pelos alunos, uma vez que a grande maioria não conseguiu representá-lo nem tão pouco explicar sua formação.

Como aponta Caamaño (2004), em geral, no ensino, o íon é definido como o átomo que ganhou ou perdeu elétrons em sua camada de valência. Essa maneira simplificada

Tabela 5: Respostas dadas pelos alunos sobre o que são íons (total de 183 alunos).

Resposta dos alunos	Número de alunos*	Porcentagem (%)
São cargas	47	25,7%
Átomo que doa e recebe elétrons	2	1%
Tudo que tem carga	3	1,6%
São cátions e ânions	6	3,3%
Partícula do átomo	5	2,7%
Átomos carregados	2	1%
Não sei	38	20,7%
Branco	27	15%
Outros	53	29%
Total	183	100%

* Os alunos da turma F não responderam a essa questão.

de tratar esse conceito pode dificultar o estabelecimento de relações por parte do aluno entre átomo e íons e a compreensão de vários fenômenos presentes em seu cotidiano, que estão associados à ideia de íon. Dessa forma, o ensino parece não estar contribuindo para que os alunos reorganizem suas representações do mundo físico a partir de conhecimentos da ciência.

De Posada (1999) assume que a aprendizagem de ciências não implica na realidade em abandonar os processos e conteúdos da ciência intuitiva, mas integrar hierarquicamente essas formas de representar e conceber o mundo em um novo sistema de conhecimento científico no qual adquirem um novo significado.

Para tanto, o conhecimento científico não pode substituir outras formas de saber, mas pode integrar-se a algumas delas, reescrevendo suas predições e ações.

A ideia de átomo distancia-se do mundo real do aluno, e para realidades impossíveis de serem vistas, é necessário criar modelos.

Conclusão

Esse trabalho evidenciou que a maioria dos alunos tem grandes dificuldades em representar a estrutura do átomo. Seus desenhos, muitas vezes, mostram uma confusão de conceitos, tanto do ponto de vista estrutural do átomo, quanto da formação do íon.

Parece claro que não houve estabelecimentos de relações entre as representações de átomos e íons, mesmo quando estimulados a refletirem sobre uma entidade mais específica: o átomo de sódio.

Deve-se considerar que a aprendizagem desses conceitos é importante para a construção de uma visão da estrutura da matéria, a qual deveria subsidiar o entendimento das propriedades e transformações das substâncias. Desse modo, neste estudo, algumas implicações para o ensino devem ser consideradas, tais como: o investimento do professor na construção do conhecimento por

parte do aluno de um modelo consistente sobre a estrutura atômica; a introdução do conceito de íons em estreita relação com o modelo atômico; e o estabelecimento de relações entre as propriedades dos materiais e os modelos que procuram explicar tais comportamentos.

Este estudo revela que conhecer como os alunos pensam pode auxiliar o professor a planejar melhor suas aulas; a acompanhar mais aprofundadamente a aprendizagem de seus alunos, de maneira a vislumbrar melhores resultados de aprendizagem, possibilitando aos alunos a integração dos conceitos e as construções de novas reelaborações.

Angella da Cruz Guerra França (afranca@iq.usp.br), licenciada em Química pela Faculdade Oswaldo Cruz, é mestranda em Ensino de Ciências na Modalidade Química pela Universidade de São Paulo (USP) e professora do Colégio Passionista Santa Gema. **Maria Eunice Ribeiro Marcondes** (mermarco@iq.usp.br), bacharel e licenciada em Química e doutora em Ciências pela USP, é professora do Instituto de Química da USP. **Miriam Possar do Carmo** (mipcarco@iq.usp.br), licenciada em Química pela faculdade de Filosofia Ciências e Letras de São Bernardo do Campo, mestre em Ensino de Ciências na Modalidade Química pela USP.

Referências

CAAMAÑO, A. La construcción del concepto de ión, en la intersección entre el modelo atómico-molecular y el modelo de carga eléctrica. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, n. 42, p. 29-40, 2004.

CARMONA, A.G. La estructura electrónica de los átomos en la escuela secundaria: un estudio de los niveles de comprensión. *Educación Química*, n. 17 (4), p. 414-422, 2006.

CAVICCHIOLI, A. e ROCHA, J.R.C. Uma abordagem alternativa para o aprendizado dos conceitos de átomo, molécula, elemento químico, substância simples e substância composta, nos Ensino Fundamental e Médio. *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 29-33, 2005.

CHASSOT, A. *Catalisando as transformações na Educação*. Ijuí: Ed. Unijuí, 1993.

DE LA FUENTES, A.M.; PERROTA, M.T.; DIMA, G.; GUTIÉRREZ, E.; CAPUANO, V. e FOLLARI, B. Estructura atômica: análisis

y estudio de las ideas de los estudiantes (8º de EGB). *Enseñanza de las Ciencias*, n. 21 (1), p. 123-134, 2003.

DE POSADA, J.M.A. Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. Problemas de aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, n. 17 (2), p. 227-245, 1999.

GALIAZZI, M.C.; OLIVEIRA, L.R.; MONCKS, M.D. e GONÇALVES, M.G.V. Perfis conceituais sobre o átomo. *Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 1997.

GUEVARA, M. e VALDEZ, R.G. Los modelos en la enseñanza de la Química: algunas de las dificultades asociadas a su enseñanza y a su aprendizaje. *Educación Química*, n. 15 (3), p. 243-247, 2004.

MELLO, M.R. *Estrutura atômica e ligações químicas: uma abordagem para o Ensino Médio*. 2002. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Química, Universidade de Campinas, Campinas, 2002.

POZO, J.I. La adquisición del conocimiento científico como un proceso de cambio representacional. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 7 (3), 2002.

SOUZA, V.C., JUSTI, R.S e 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*, v. 11 (1), p. 7-28, 2006.

Para saber mais

ALMEIDA, W.B. e SANTOS, H.F. Modelos teóricos para a compreensão da estrutura da matéria. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 4, p. 6-13, 2001.

MENDONÇA, P.C.C. *Ligando as ideias dos alunos à ciência escolar: análise do ensino de ligação iônica por modelagem*. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Educação da UFMG, Belo Horizonte, 2008.

Abstract: Atomic Structure and ions: an analysis of the ideas of students of high school. The concept of ion is important to understand many chemical concepts such as chemical bonds, electrochemistry, chemical equilibrium, pH, among others. Thus, understanding the concept of ion can lead students to better understand of various phenomena that are present in their daily lives, such as the electrical conductivity of aqueous salts solutions; the sea, an important source of materials, is composed by ions. This study brings forward some knowledge about what students of Sao Paulo high school think about atomic structure and the formation of ions and how they establish relationships between these concepts.

Keywords: Ion, atomic model, chemistry teaching.