

MODELOS ATÔMICOS E ESTRUTURA CELULAR: UMA ANÁLISE DAS IDEIAS DOS ESTUDANTES DE QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO

Kathamania Vanessa Rezende Santana¹

kathamania_quimica@hotmail.com

NIPPEC – Núcleo de Pesquisa e Pós Graduação em Educação e Ciências - Campus Professor Alberto Carvalho - Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana-SE

Victor Hugo Vitorino Sarmiento²

vhsarmiento@gmail.com

NIPPEC – Núcleo de Pesquisa e Pós Graduação em Educação e Ciências - Campus Professor Alberto Carvalho - Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana-SE

Edson José Wartha³

ejwartha@ufs.br

NIPPEC – Núcleo de Pesquisa e Pós Graduação em Educação e Ciências - Campus Professor Alberto Carvalho - Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana-SE

Resumo

Neste trabalho buscamos identificar e compreender algumas ideias que estudantes de 14 a 15 anos apresentam sobre as menores partes que constituem os objetos inanimados e os seres vivos, com o objetivo de conhecer o que pensam sobre modelos atômicos e estrutura celular. A pesquisa foi desenvolvida com 115 estudantes das três séries do Ensino Médio. Neste trabalho foi possível identificar que os estudantes apresentam dificuldades em aceitar que tanto a matéria inerte como a matéria viva é regida pelas mesmas leis.

Palavras-chave: Modelos atômicos, estrutura celular, concepções alternativas.

Abstract

The purpose of this paper is to identify and to understand some ideas that students from 14 to 15 years present on the smallest parts than they constitute the inanimate objects and the living beings, with the objective of knowing what think on atomic models and cellular structure. The research was developed with 105 students of the three series of the secondary school. In this work it was possible to identify that the students present difficulties in accepting that so much that as much the inert matter as the matter it lives are governed by the same laws.

Keywords: Atomic models, structures cellular, alternative conceptions.

Introdução

A Química é uma ciência que nos permite compreender melhor muitas situações e fenômenos de nosso cotidiano. Porém, os estudantes não conseguem relacionar muitos dos fenômenos vivenciados com conceitos químicos trabalhados no nível escolar. Há estudos na literatura que indicam que grande parte dessas dificuldades dos estudantes em entender determinados fenômenos químicos, está no fato, de que suas explicações estarem fundamentadas em observações diretas do mundo natural, ou também, que tais dificuldades possam estar relacionadas à falta de significação por parte dos alunos e de professores na abordagem de determinados conteúdos.

Aprender Química exige mais do que a simples observação dos fenômenos no cotidiano, visto que para aprender Química é necessário construir modelos explicativos sobre tais fenômenos. Pensando no conhecimento químico e, considerando, que processos químicos acontecem a todo o momento a nossa volta, é possível afirmar que poderíamos construir modelos explicativos fundamentados nessa ciência sem desconsiderar as outras formas de conhecimento.

O distanciamento entre o conhecimento científico e a vida cotidiana do aluno é muito grande e, desse modo, ele não consegue perceber relações existentes entre aquilo que está sendo aprendido no contexto escolar com o seu próprio saber no contexto social e cultural. A Química procura relacionar o mundo macroscópico (nível fenomenológico) com o submicroscópico (nível teórico) para buscar o desenvolvimento do raciocínio do estudante. Mesmo assim, os alunos possuem dificuldades em reconhecer que estes aspectos são muito diferentes dos observáveis diretamente, ou seja, enquanto no nível macroscópico opera-se sobre os fatos a partir de dados observáveis e manipuláveis, no nível submicroscópico opera-se com a imaginação, com ideias e modelos explicativos. Isso se deve a dificuldade deles em visualizar corretamente o mundo microscópico e, também, à falta de referenciais que os ajudem realizarem abstrações, ou seja, construir modelos explicativos de um mundo submicroscópico (DRIVER et al., 1999).

O processo de formação de conceitos no adolescente é caracterizado por um movimento contínuo de idas e vindas de estágio primitivo ao mais amadurecido. A transição do abstrato para o concreto é tão difícil quanto a transição do concreto para o abstrato. Em Química usamos uma linguagem muito específica que não é linguagem com a qual o aluno esteja alfabetizado. Nós, professores, não nos damos conta do quanto falamos uma linguagem, na qual nós somos iniciados e nossos alunos não. A Química tem linguagens tão particular e tão universal que só os iniciados as entendem e, muitas vezes falamos com nossos alunos como se eles as entendessem. O ensino e a aprendizagem desta ciência requerem processos de teorização, construção e reconstrução de modelos que possibilitem a interpretação da natureza e a elaboração de explicações por parte do estudante, favorecendo a manipulação e a proposição de previsões acerca de fenômenos observáveis, ou seja, que usem, de forma adequada, múltiplas representações (SOUZA e CARDOSO, 2008). Tais dificuldades aparecem quando, por exemplo, um conceito foi aprendido e formulado em uma instância (por exemplo, abstrata) e deve ser aplicado a novas situações em outra instância (por exemplo, concreta). A oscilação do pensamento particular para o geral e do geral para o particular também é um aspecto inerente à formação do conceito (ROMANELLI, 1992).

É nesse sentido que está o papel do professor: reconhecer que o nível de abstração é importante para o entendimento de fenômenos; organizar o conteúdo de forma que os conceitos mais simples sejam apresentados primeiro; dar mais tempo para

os estudantes fazerem suas investigações próprias com o objetivo de detectar os conceitos entre os estudantes proporcionando, desta forma, a evolução de suas idéias até atingirem conceitos próximos aos considerados científicos. A tarefa do docente consiste em desenvolver não uma única capacidade de pensar, mas muitas capacidades particulares de pensar em campos diferentes; não em reforçar a nossa capacidade geral de prestar atenção, mas em desenvolver diferentes faculdades de concentrar a atenção sobre diferentes matérias (LEONTIEV, 2005).

No entanto, o que se observa com frequência é que os professores na tentativa de aproximarem os alunos de conceitos relacionados ao tema Estrutura Atômica, não provocam situações para que ocorram discussões, e sim, usam definições e modelos prontos encontrados nos livros didáticos. Muitas vezes, quando se ensina Química, utilizam-se todos esses tópicos (teorias, modelos e leis, por exemplo), mas eles não são discutidos. Fica-se todo o tempo tratando de temas químicos, mas nunca se toma a Química (sua estruturação e seu funcionamento) como tema de estudo (LEAL, 2001).

Diversas pesquisas têm mostrado que tanto alunos, quanto professores apresentam dificuldades em lidar com o tema Estrutura Atômica. Os alunos em visualizar corretamente o mundo submicroscópico e depois relacionar esses conhecimentos com fenômenos observados no dia-a-dia (macroscópicos) e os professores em articular esses dois níveis, de forma que o aluno consiga compreender a relação existente entre eles (FURIÓ *et al.*, 1999; POZO e GOMEZ CRESPO, 2009; FERRO *et al.*, 1995; MORTIMER, 2000; BENARROCH, 2001).

(...) o conteúdo abordado nas propostas precisa englobar aspectos macroscópicos (fenomenológico) e microscópicos (teórico-conceitual e atômico-molecular) do conhecimento químico. Além disso, enfatizam que o nível microscópico deveria ser abordado pelo estudo de modelos simplificados, mais acessíveis à compreensão dos alunos, e pela problematização anterior de aspectos macroscópicos das propriedades dos materiais e de suas transformações (SANTOS, 1997, p.107).

São as informações do nível submicroscópico que explicam as propriedades observadas no nível macroscópico. Os modelos têm esta função: a de explicar os fenômenos macroscópicos. Por outro lado, os fenômenos fornecem evidências sobre as quais se constroem modelos e teorias. Nesse caso, modelo é uma imagem que construímos para nos ajudar a entender a realidade. Sendo assim, é preciso haver aspectos comuns entre ele e a realidade; no entanto, o modelo não tem que ser uma cópia da realidade, ele deve apenas representá-la (MORTIMER, 2002). É extremamente importante compreender como os modelos facilitam a aprendizagem e como são utilizados no contexto da química. Construímos modelos para explicar o que não podemos ver ou tocar; desta forma, a compreensão desses modelos exige abstrações muito difíceis.

Segundo Chassot (1996), “*construir modelos, isto é, imaginar átomos – e vale recordar que imaginar é fazer imagens – tem limitações e exigências que transcendem as interações mais usuais em nosso cotidiano*”. Nesse sentido, os modelos deveriam ser ensinados para explicar algum fato químico problematizado e não somente no item dos Modelos Atômicos de forma dispersa no conteúdo, usualmente exposto nos livros didáticos tradicionais.

Os modelos atômicos compõem a base da construção do pensamento químico, sendo norteadores da forma como a comunidade química explica os fenômenos

observados. Essas representações, portanto, são maneiras de expressar sistemas complexos e de difícil entendimento, pois envolvem múltiplos fatores. A complexidade desses sistemas não é simplificada ao se propor um modelo, contudo, é uma forma de traduzir o fenômeno de maneira que seja possível seu estudo e entendimento. Assim, os modelos não podem ser entendidos como a realidade. Eles devem ser estudados como produção humana e expressão de pensamentos e possibilidades de um grupo de pesquisadores influenciados por fatores sócio-político-econômicos e culturais (CICILLINI, 2005).

Segundo Figueiredo (2007), não existe nenhum modelo capaz de explicar completamente a complexidade do átomo, na maioria dos livros didáticos estes modelos estão ultrapassados pelo atual conhecimento da estrutura do átomo, mas são muito utilizados em textos didáticos do Ensino Médio por sua simplicidade e similaridade com sistemas astronômicos. Para Romanelli (1996), o desenvolvimento do conceito átomo em sala de aula demanda um processo de ensino e aprendizagem que envolve noções abstratas. Nesse contexto, ao tentar mostrar da melhor maneira para ensinar este conceito, o professor utiliza inúmeros recursos com o intuito de buscar soluções que facilitassem a compreensão do conceito ensinado. Durante o processo de ensino, é muito comum que tanto os professores quanto os livros didáticos empregam analogias com o intuito de facilitar a compreensão de determinado tema, nos níveis fenomenológico e teórico. No entanto, a sua utilização de maneira inadequada pode causar sérios problemas difíceis de serem corrigidos posteriormente. Isto é observado no ensino de modelos atômicos.

Os modelos atômicos são, portanto, explicações provisórias, superados por outros cuja capacidade explicativa seja maior. Esse fato quase sempre é esquecido por professores e autores de livros didáticos, podendo gerar a ideia de que um modelo atômico seja uma revelação e não uma construção, não problematizando a existência de vários modelos com um objetivo comum, de explicar a estrutura atômica, acarretando uma convivência pacífica entre essas representações (FIGUEIREDO, 2007).

Mas não podemos nos esquecer de que em relação à estrutura atômica e a composição tanto de seres vivos e não-vivos são constituídos da mesma essência, átomos. Os seres vivos são constituídos de moléculas desprovidas de vida. Essas moléculas, quando isoladas e examinadas individualmente comportam-se de maneira idêntica a matéria inanimada. Porém, devido ao grande isolamento dos conteúdos de diferentes disciplinas e a falta de atividades mais interdisciplinares há fortes evidências que estudantes não conseguem aplicar as mesmas leis para explicar a composição de seres vivos e de não-vivos.

Portanto, o objetivo deste estudo foi identificar as concepções dos alunos sobre as menores partículas que constituem os objetos inanimados e os seres vivos e verificar como eles constroem modelos para explicar a estrutura de um átomo e comparar as representações dos alunos com as que são aceitas cientificamente.

Abordagem metodológica

Neste trabalho se utilizou de uma abordagem de caráter qualitativo e quantitativo buscando relacionar o tipo de explicação nas repostas dos alunos em relação a frequência com que surgem em diferentes níveis escolares. O estudo de caso foi desenvolvido em um colégio público no município de Itabaiana (SE), localizada no agreste sergipano aos alunos matriculados na disciplina de Química durante o primeiro semestre de 2010. Fizeram parte da pesquisa 105 alunos com a faixa etária que variava de 14 a 20

anos. O questionário utilizado na pesquisa foi elaborado e validado por um grupo de pesquisadores da *Universidad Nacional de Córdoba* (Argentina) e da *Universidad Nacional de La Pampa* (Uruguay) aplicado nesses dois países em 2003 com alunos de Educação Geral Básica (12 a 14 anos) e adaptado pelos autores deste estudo com algumas modificações e, o acréscimo de outras questões para atender aos nossos objetivos e de comparar os resultados de nosso estudo com os resultados destes outros contextos.

A amostra foi composta por 35 alunos da 1ª série, 26 alunos da 2ª série e de 44 alunos da 3ª série do Ensino Médio. Todos os alunos que responderam ao questionário já haviam recebido instruções sobre estrutura da matéria e modelos atômicos nas aulas de Química e instruções sobre estrutura celular em aulas de Biologia.

As questões utilizadas no questionário foram propostas por Fuente *et al.*, (2003), tendo como propósito conhecer as ideias dos estudantes acerca da estrutura atômica. O questionário consistiu de cinco questões abertas nas quais foi solicitado: 1) Como se constitui internamente os objetos inanimados? 2) Como se constitui internamente os seres vivos? 3) Baseado no exemplo, confeccione um diagrama similar de inclusão para uma gota de água. 4) Confeccione um diagrama de inclusão para um cachorro. 5) Realize um desenho que represente um átomo e nomeie cada uma de suas partes. Basicamente o que se pretende com estas questões é verificar se eles consideram o átomo como a menor parte da matéria que constitui os seres vivos e não vivos, verificar que modelos os estudantes apresentam para o átomo e como ele é constituído e quais modelos são mais utilizados pelos estudantes.

Análise e discussão dos resultados

Inicialmente foi feita uma análise quantitativa das cinco questões individualmente para cada nível escolar, para posteriormente fazer uma comparação qualitativa de cada questão com as respectivas séries.

Questão 01: Como se constitui internamente os objetos inanimados?

Esta questão procurou evidenciar as ideias dos estudantes sobre a menor parte que se constitui internamente os seguintes objetos inanimados: mesa, pedra, folha de papel, ar e água.

Tabela 1: Como se constitui internamente os objetos inanimados?

Série	1º	2º	3º
Respostas			
Átomo	32%	84%	82%
Molécula	23%	8%	9%
Núcleo	11%	-	-
Outros	20%	8%	9%
Não responderam	14%	-	-

Pela análise da tabela 1, é possível identificar que a maioria dos alunos da 2ª e 3ª série responde corretamente à pergunta, que a menor parte dos objetos é o átomo e que os alunos da 1ª série apresentam maiores dificuldades. Se observa que na 2ª e 3ª série a grade maioria dos estudantes reconhece o átomo como a menor partícula que compõem os objetos inanimados, que era a resposta esperada. Pode-se interpretar também como aceitável a resposta “molécula” que foram dadas por alguns alunos, dado que a pergunta

não era suficientemente clara e específica. Respostas mais coerentes pelos estudantes da 2ª e 3ª série eram esperados visto que estão mais adiantados em seus estudos e tiveram mais tempo de contato com estas palavras e conceitos.

Questão 02: Como se constituem internamente os seres vivos?

Esta questão procurou evidenciar as ideias dos estudantes sobre a menor parte que se constitui internamente os seguintes seres vivos: cachorro, roseira, peixe, árvore, borboleta.

Tabela 2: Como se constituem internamente os seres vivos?

Série	1º ano	2º ano	3º ano
Respostas			
Célula	51%	100%	77%
Átomo	14%	-	5%
Molécula	9%	-	2%
Núcleo	9%	-	14%
Outros	3%	-	2%
Não responderam	14%	-	-

A partir dos dados da tabela 2, observa-se que a maioria dos estudantes das três séries acredita que a menor parte dos seres vivos é a célula. Pouquíssimos alunos acreditam que a menor parte dos seres vivos é o átomo. Os dados da tabela 2 nos indicam que os estudantes das três séries apresentam ideias sobre a composição dos seres vivos diferente dos seres não-vivos. Os alunos da 1ª série como ainda não tiveram contato na disciplina de Biologia com o conteúdo de citologia e estavam abordando o conteúdo de Estrutura Atômica apresentam respostas muito variadas e uma percentagem considerável indica o átomo ou molécula como menor partícula constituinte dos seres vivos. Já os estudantes da 2ª série por estarem estudando o conteúdo de citologia no momento em que foi realizada pesquisa responderam na sua totalidade a célula.

No caso dos seres vivos, a resposta mais frequente é a “célula”. Talvez por interpretarem a questão como a menor parte funcional de um ser vivo. Acreditamos que a questão tenha causado alguma desorientação nas respostas, mas fica evidente que há um abismo enorme entre o que se aprende em Química e Biologia.

Questão 03: Baseado no exemplo confeccione um diagrama similar de inclusão para uma gota de água.

Esta questão procurou evidenciar as ideias dos estudantes, em ordem decrescente, sobre as menores partes que estão dentro de uma gota de água, por meio de um diagrama de inclusão.

Tabela 3: Diagrama de inclusão para a gota de água

Série	1º ano	2º ano	3º ano
Respostas			
Diagrama Correto	-	19%	14%
Molécula dentro da gota de água	23%	65%	66%
Átomo dentro da molécula	11%	46%	50%
Separa o núcleo e o elétron de dentro do átomo	-	19%	25%
Outros	74%	34%	27%
Não responderam	-	-	4%

Analisando os diagramas de inclusão elaborados pelos estudantes verificamos que poucos alunos conseguiram esquematizar corretamente o diagrama e que nenhum aluno da 1ª série construiu corretamente o diagrama. Mesmo identificando que grande parte dos estudantes consegue iniciar corretamente o diagrama, ou seja, colocam a molécula dentro da gota de água e o átomo dentro da molécula é possível verificar que os estudantes não apresentam um conhecimento claro sobre a estrutura da matéria. É possível verificar que os estudantes da 2ª e 3ª série apresentam respostas mais coerentes que alunos da 1ª série.

Na figura 1 e 2 estão representados alguns diagramas de inclusão construídos pelos estudantes:

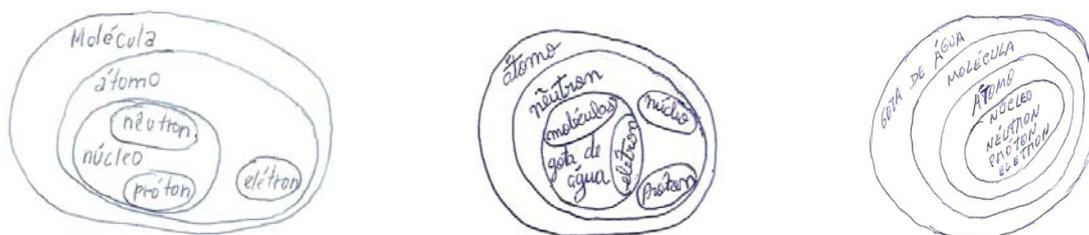


Figura 1: Representação do diagrama correto. **Figura 2:** Representação inadequada do diagrama.

Questão 04: Confeccione um diagrama de inclusão para um cachorro.

Esta questão procurou evidenciar as ideias dos estudantes, em ordem decrescente, sobre as menores partes que estão dentro de um cachorro, ou seja, de um ser vivo.

Tabela 4: Dados sobre o diagrama de inclusão para o cachorro

Série	1º ano	2º ano	3º ano
Respostas			
Diagrama Correto	-	16%	14%
Sequência: cachorro – coração – célula	17%	38%	36%
Molécula dentro da célula	11%	38%	25%
Átomo dentro da molécula	9%	23%	32%
Separa o núcleo e o elétron de dentro do átomo	-	16%	20%
Outros	63%	54%	43%
Não responderam	3%	8%	7%

Verificamos que poucos são os alunos que representam corretamente o diagrama de inclusão para o cachorro. Identificamos que alguns alunos reproduzem a sequência cachorro – coração – célula corretamente, mas não conseguem incluir adequadamente as demais partes. Há fortes evidências de que alunos que mesmo tendo construído corretamente o diagrama de inclusão para a água (um ser não vivo) apresentam dificuldades para representar corretamente o diagrama de inclusão para um cachorro (um ser vivo). Talvez neste ponto é possível verificar que os conceitos químicos exigem um nível de abstração maiores que os conceitos da biologia. Afinal célula é um ente com existência própria, pode ser observado por meio de equipamentos o que não é possível para os entes químicos como moléculas e átomos. Portanto, é justificável que os estudantes tenham grandes dificuldades em aceitar que as mesmas leis que regem a “matéria inerte” são as mesmas que regem a “matéria viva”.

Na figura 3 e 4 são mostrados exemplos de diagramas de inclusão representados corretamente e inadequados.

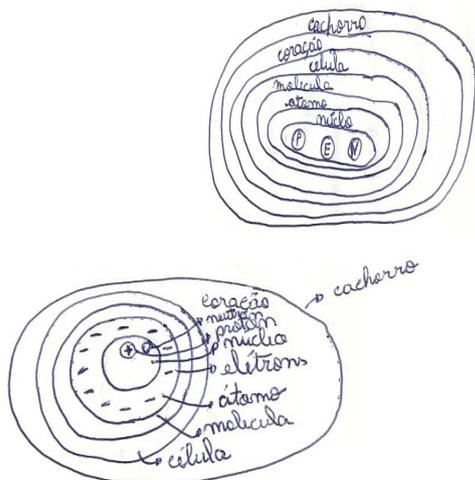


Figura 3: Representação do diagrama correta.

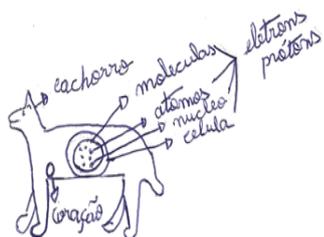


Figura 4: Representação do diagrama inadequada.

Questão 05: Realize um desenho que represente um átomo e nomeie cada uma de suas partes.

Esta questão procurou evidenciar como os estudantes constroem seus modelos para representar um átomo e se os mesmos propõem em seus modelos o núcleo e a eletrosfera e também as partículas subatômicas existentes no átomo.

A análise dos dados foi feita a partir do estabelecimento de características similares das respostas dadas pelos estudantes. Essas características foram agrupadas em categorias, baseadas no diagnóstico feito por França *et. al* (2009).

Primeira categoria: Identificação por escrito do núcleo e/ou eletrosfera: Nesta categoria foram agrupados os modelos que apresentam por escrito as indicações do núcleo e da eletrosfera. Foram considerados também os que representaram apenas um deles.

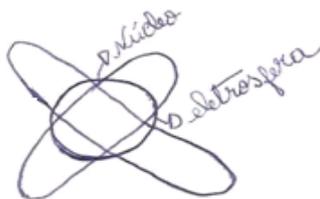


Figura 5: Representação por escrito do núcleo e da eletrosfera.

Segunda categoria: Representação de duas ou mais partes do átomo, sem a identificação por escrito: Para esta categoria foram enquadradas proposições nas quais os estudantes desenharam duas ou mais partes do átomo sem a indicação por escrito.



Figura 6: Representações das partes do átomo sem a identificação por escrito do núcleo e da eletrosfera.

Terceira categoria: Identificação de partículas subatômicas: Foram enquadradas nesta categoria as representações nas quais indicavam a presença de partículas constituintes do átomo, do tipo: cargas (+) e (-), símbolos (p), (e) e (n) ou escrita.

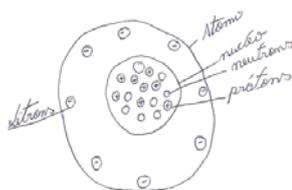


Figura 7: Representação das partículas subatômicas.

Tabela 5: Representação do átomo e de suas partes

Categorias de análise	Dados com estudantes de Sergipe (2010)	Dados com estudantes de São Paulo (2009)
1ª categoria	45% do total de alunos	30% do total de alunos
2ª categoria	16% do total de alunos	62% do total de alunos
3ª categoria	52% do total de alunos	33% do total de alunos

A análise dos dados permitiu verificar que 45% dos estudantes que fizeram parte de nosso estudo indicam o núcleo e/ou a eletrosfera em seus modelos para o átomo. Dado este similar ao trabalho de França *et al.*, (2009) com alunos de 3º ano, no qual 30% do total de alunos identificam o núcleo e/ou a eletrosfera. Poucos alunos, 16%, representam o átomo com duas ou mais regiões distintas sem a identificação por escrito. Diferentemente do resultado encontrado por França *et al.* (2009) onde 62% o representam desta forma, caracterizando, neste caso, “a ideia de compartimento”. A representação do átomo com a identificação de partículas subatômicas foi a categoria respondida com maior frequência dentre as outras. Numa média de 52% das três séries analisadas apresenta em seus modelos, presença de partículas constituintes do átomo, do tipo: cargas (+) e (-) símbolos (p), (e) e (n) ou escrita. Ao contrário do trabalho desenvolvido por França *et al.* (2009) em que apenas 33% dos estudantes apresentaram modelos representativos com os nomes das partículas constituintes dos átomos.

É importante destacar a identificação de outros modelos (14%) que representaram o átomo semelhante a uma célula, descrevendo até as partes como, por exemplo, núcleo, parede celular, citoplasma (Figura 8).

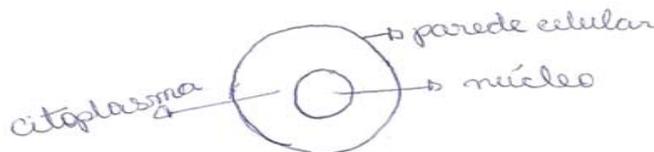


Figura 8: Representação de uma célula como modelo de um átomo.

Uma porcentagem muito considerável de estudantes que não responderam a esta questão pode ser identificada entre os alunos do 1º ano; mais da metade, correspondendo a 54% dos mesmos, não representaram seus modelos.

Todos os dados das categorias de análise em relação a cada série podem ser identificados no na Figura 9.

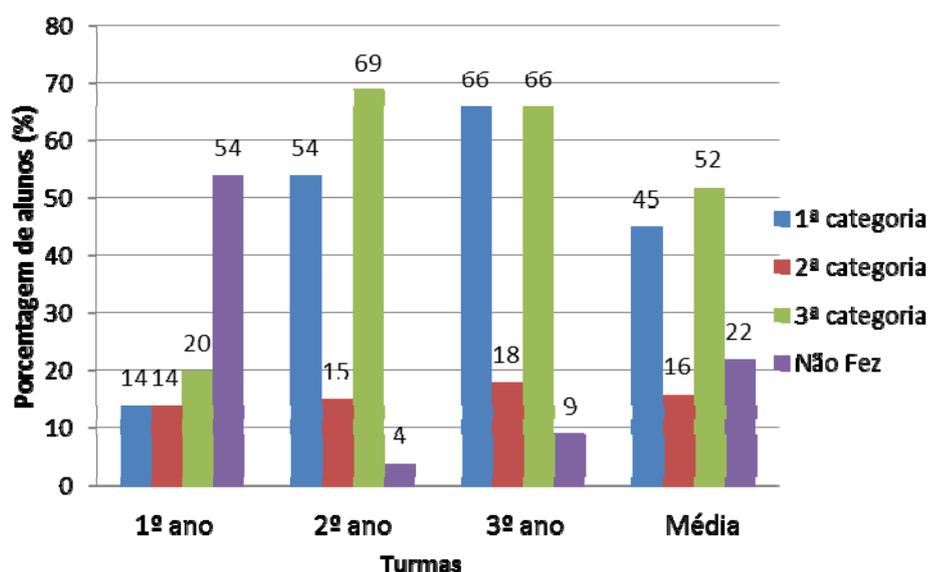


Figura 9: Identificação das modelos representados pelos estudantes para o átomo.

Procuramos em nossa análise verificar quais as semelhanças dos modelos representados pelos estudantes com os modelos aceitos cientificamente que são apresentados em livros didáticos como os modelos de Dalton, Thomson e Rutherford.

No modelo semelhante ao de Dalton foram enquadradas as representações de uma esfera nas quais não teriam pontinhos ou sinais que indicavam a existência de partícula. Um modelo similar ao de Thomson seria uma esfera constituída de cargas (+) e/ou (-) ou escrevendo palavras prótons e elétrons ou ainda (p) e (e). Para a representação do átomo de acordo com este modelo, não se deve apresentar a separação entre núcleo e eletrosfera, tem que representar uma esfera uniforme. Quanto ao modelo que apresentava semelhança com o de Rutherford, seriam as representações que indicavam a existência do núcleo, eletrosfera e de partículas.

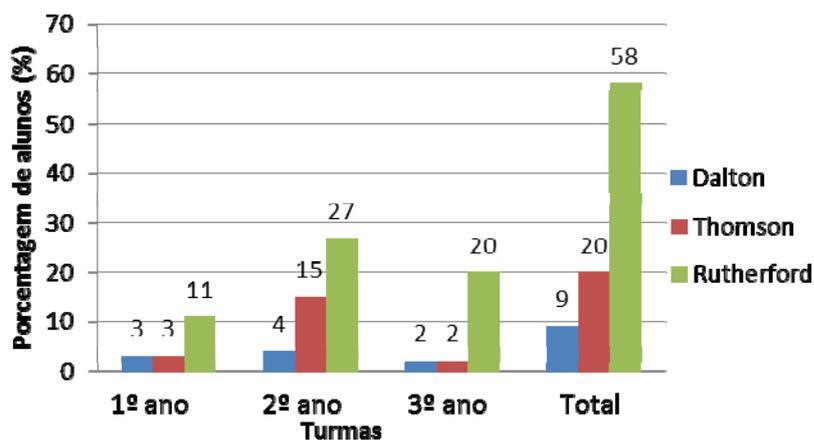


Figura 10: Representação com semelhança aos modelos científicos.

Ao analisar as semelhanças com os modelos cientificamente aceitos, observou-se que 9% dos estudantes representaram seus modelos semelhantes ao modelo de Dalton; 20% semelhantes ao modelo de Thomson e 58% dos estudantes representam modelos semelhantes ao proposto por Rutherford. Acreditamos que a maioria representa modelos semelhantes ao modelo proposto por Rutherford devido ao fato dos professores apresentarem os conteúdos na mesma ordem em que aparecem nos livros didáticos como se um modelo fosse substituído pelo outro e, somente o último fosse o correto.

Conclusões

Considerando que os objetivos deste estudo foram identificar as ideias dos estudantes sobre a constituição interna da matéria inerte e na matéria viva, bem como das partes que estão inclusas numa gota de água, “matéria inerte”, e num cachorro, “matéria viva” e como os mesmos, constroem seus modelos para representar um átomo, podemos concluir a partir deste estudo que os estudantes reconhecem que a menor parte da matéria são os átomos, no entanto houve uma diminuição das respostas atomísticas quando a pergunta tratava sobre os seres vivos. Os estudantes acreditam que a composição interna dos seres vivos são as células, indistintamente dos objetos inanimados, afirmando que os átomos é que são as partes menores. Resultado este, semelhante ao trabalho de Fuente *et al.* (2003) desenvolvido na Argentina e no Urugua com estudantes na faixa etária de 12 a 14 anos de idade.

Em geral os estudantes não têm ideias claras sobre a estrutura da matéria quando relacionados aos seres vivos, pois há uma forte tendência nas respostas dos estudantes aceitarem que tanto os seres vivos como os não-vivos são regidos pelas mesmas leis. Há uma forte crença entre os estudantes de que os seres vivos são constituídos por unidades materiais diferentes dos não-vivos e de que são regidos por diferentes leis. Fato que se constitui em um obstáculo epistemológico para a compreensão de temas relacionados à estrutura da matéria e à estrutura dos seres vivos. Além de demonstrar que há uma desconexão clara entre os conteúdos que se estudam em Biologia e Química, pois não há durante o processo escolar abordagens metodológicas que indiquem um processo de relações e aproximação entre a Teoria Celular e a Teoria Atômica Molecular.

Verificamos que uma parcela considerável dos estudantes confecciona diagramas de inclusão para uma gota de água (matéria inerte) corretamente e que, estes mesmos estudantes não conseguem representar corretamente a sequência inclusiva para o cachorro (matéria viva). Segundo Fuente *et al.* (2003) isto evidencia que os alunos possuem uma “desorientação” a respeito da estrutura dos seres vivos, ou seja, aceitam que a menor parte constituinte dos seres inanimados é o átomo e de que para os seres vivos a menor parte é a célula e não o átomo. Assim como Mondelo *et al.*, (1994), acreditamos que um dos obstáculos para a aprendizagem de muitos processos biológicos está no fato do desconhecimento de conceitos químicos, pois os estudantes devem aceitar que tanto a matéria inerte como a matéria viva são regidas pelas mesmas leis.

Em relação aos desenhos utilizados pelos estudantes para representar o átomo, verificamos que poucos representam o átomo com duas ou mais regiões distintas sem a identificação por escrito, a grande maioria representa o átomo identificando as partículas subatômicas. Resultado este que não coincide com o trabalho de França *et al.*, (2009), aplicado com alunos do 3º ano do ensino médio com faixa etária de 17 a 21 anos de idade, onde a maioria dos entrevistados representa o átomo dando a ideia de “compartimento”, ou seja, representa duas ou mais regiões distintas; e poucos alunos identificam as partículas subatômicas.

Quanto à aproximação com os modelos cientificamente aceitos, observou-se que a maioria dos estudantes propôs seus modelos semelhantes ao modelo de Rutherford. A mesma resposta foi encontrada no diagnóstico feito por França *et al.*, (2009). Segundo a autora, o modelo atômico de Rutherford pode ser mais consistente para o aluno devido ao estabelecimento da comparação analógica com o modelo do sistema solar. Isto também pode ser devido ao fato de que os professores expõem o conteúdo sobre estrutura da matéria numa ordem cronológica como se o modelo mais recente substituísse os anteriores. Os estudantes em sua grande maioria manifestam respostas provenientes da instrução recebida na escola. Esta pesquisa mostra que as ideias dos estudantes sobre a

estrutura da matéria é reflexo do que se aprende na escola, pois os alunos não têm experiências prévias sobre estes temas (estrutura da matéria e estrutura atômica) antes do processo escolar.

Finalizamos nosso trabalho acreditando que somente será possível mudar este quadro construindo estratégias didáticas que permitam aos estudantes uma aproximação das ideias cientificamente aceitas com suas próprias ferramentas, ou seja, construindo e reconstruindo seus próprios modelos explicativos sobre a estrutura da matéria. Cabe ao professor oferecer e apresentar aos estudantes situações problemáticas em que tenham que construir modelos explicativos. Construir modelos explicativos é uma atividade intelectual e afirmamos que um estudante somente aprende ciências quando esta em atividade intelectual e não memorizando esquemas e modelos apresentados em sala de aula.

Referências

BENARROCH, A. Una interpretación del desarrollo cognoscitivo de los alumnos en El área de La naturaleza corpuscular de la materia. **Enseñanza de las Ciencias**, 18(2), p. 123-134, 2001.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ciências Matemáticas e da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília MEC/SEMTEC, 1999.

CHASSOT, A. Sobre prováveis modelos de átomos. **Química Nova na Escola**. n. 03, p. 1, 1993.

CICILLINI, G. A.; SILVEIRA, H. E. Modelos atômicos e representações no ensino de química. In: **VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias**, Granada, 2005.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J; MORTIMER, E. e SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, n.9, p. 31-37,1999.

FERRO, V.R.; GONZÁLEZ-JONTE, R. H.; CRUZ, Z. Una reflexión curricular sobre la enseñanza de la estructura de la sustancia en la formación de profesores de química. **Enseñanza de las Ciencias**, 13 (3), p. 371-377, 1995.

FIGUEIREDO, W. G.; SILVA, F. W. O. Limitações da analogia entre sistemas planetários e modelos atômicos. **XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2007, São Luis, 2007.

FRANÇA, A. C. G.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. Estrutura atômica e formação dos íons: uma análise das ideias dos alunos do 3º ano do ensino médio. **Química Nova na Escola**. n. 04, p. 275-298, 1999.

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.

LEAL, M.C. Como a Química funciona. **Química Nova na Escola**, n.14, p. 8-12, 2001.

LEONTIEV, A. **Psicologia e Pedagogia: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento**. São Paulo: Centauro, 2005.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química: professores/pesquisadores**. Rio Grande do Sul: Unijuí, 2006.

- MELEIRO, A; GIORDAN, M. Hipermídia no ensino de modelos atômicos. *Química Nova na Escola*. n.10, p.17-20, 1999.
- MONDELO A. M.; GARCÍA B. S.; MARTÍNEZ L. C. (1994). Materia inerte / matéria viva ¿Tienen ambas constitución atómica? **Enseñanza de las Ciencias**, 12(2), p. 226-233.
- MORTIMER, E. F. Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de Ensino de Química: Mudança conceitual e perfil Epistemológico. **Química Nova**, n.15, p. 242-249, 1992.
- MORTIMER, E. F. Concepções atomistas dos estudantes. **Química Nova na Escola**, n. 01, p. 23-26,1995.
- MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Ed. UFMG, Belo Horizonte, 2000.
- MORTIMER, E. F. **Química para o Ensino Médio**: volume único. São Paulo: Scipione, 2002.
- POZO, J. I.; GÓMEZ-CRESPO, M. A. **Aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5ªed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- ROMANELLI, L. I. **Concepções do professor sobre o seu papel mediador na construção do conhecimento do conceito átomo**. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas,1992.
- ROMANELLI, L. I. O papel mediador do professor no processo de ensino - aprendizagem do conceito de átomo. **Química Nova na Escola**, n. 03, p. 27-31, 1996.
- SANTOS, W. L. P; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Ed.Unijuí, 1997.
- SOUZA, K. A. F. D. e CARDOSO, A. A. Aspectos macro e microscópicos do conceito de equilíbrio químico e de sua abordagem em sala de aula. **Química Nova na Escola**, 28, 51-56, 2008.