

Mereologia química: um tema central e marginal na química

Chemistry Mereology: a central and marginal theme in chemistry

Débora Schmitt Kavalek

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
quimicadebora@hotmail.com

Marcos A. Pinto Ribeiro

Universidade Estadual da Bahia
marcolimite@hotmail.com

Resumo

Paradoxalmente, mereologia é um tema central e marginal na Química. Central no discurso, marginal na prática, tanto da pesquisa como de ensino. Isso pode ser verificado, por exemplo, em relação ao conceito de átomo, elemento, molécula e substância. Nesse trabalho problematizamos, a partir das discussões em filosofia da química, o que diz respeito à mereologia química, ou seja, a relação entre todo/partes, considerando algumas confusões vinculadas ao conceito de átomo e molécula, em pesquisa realizada com alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública do município de Carlos Barbosa, RS. Frente às dificuldades apreendidas, infere-se estabelecer uma relação entre o ensino de química e a mereologia química.

Palavras chave: Mereologia química; Átomos e moléculas; Ensino de química; Filosofia da química.

Abstract

Paradoxically, mereology is a central and marginal theme in chemistry. Central in discourse, marginal in practice, both research and teaching. This can be verified, for example, in relation to the concept of atom, element, molecule and substance. In this work, we discuss from the discussions in philosophy of chemistry with respect to chemical mereology, that is, the relationship between whole / parts, considering some confusions observed in relation to the concept of atom and molecule, in a research carried out with 3rd year students Of a public school in the city of Carlos Barbosa, RS.

Key words: Chemical mereology; Atoms and molecules; Chemistry teaching; Chemistry philosophy.

Introdução

De acordo com pesquisas na área (LACERDA et al.2012; ROCHA-FILHO et al., 1988; TUNES et al., 1989; ARAÚJO et al., 1995; OLIVEIRA1995; OKI, 2002; ROCHA; CAVICCHIOLI, 2005; SILVA; AGUIAR, 2008; MORTIMER et al., 2000), conceitos como mistura, substância e elemento químico são considerados fundamentais para o ensino de química, sendo a base para o estudo de propriedades, constituição e transformação de materiais e substâncias, objeto de estudo da química como componente curricular. Desde Lavoisier a química tem sido vista como ciência que estuda as substâncias e suas propriedades. Oliveira (1995) em seu artigo “O mito da substância”, nos chama a atenção ao fato de os livros didáticos, ao definirem molécula, geralmente a apresentam como: “a menor parte da substância capaz de guardar suas propriedades”. Segundo o autor, essa definição transmite ao estudante a ideia de que o constituinte isolado (molécula) contém em si os atributos do todo. Entretanto, é preciso explicar que as propriedades da água, por exemplo, pertencem ao conjunto, isto é, manifestam-se nas relações que as moléculas mantêm entre si (OLIVEIRA, 1995, p.9).

Tunes et al. (1988) conceitua molécula (constituente) como conjunto de átomos que caracteriza uma substância em particular e átomo como entidade do constituinte formada por um núcleo positivamente carregado e uma eletrosfera negativamente carregada (TUNES et al., 1988, p.1). Já o hidrogênio, por exemplo, é um tipo de átomo caracterizado pelo número atômico um. Os autores ressaltam que elemento químico é, muitas vezes, em nossas escolas, empregado de modo equivocado.

Llored (2014) destaca que é importante o estudo da relação entre uma molécula, suas partes e o meio ambiente, sendo necessário primeiramente um estudo das práticas químicas, da história da molécula, suas propriedades e utilização, a fim de identificar o que está em causa num determinado domínio da atividade química e, em seguida, abordar os problemas filosóficos levantados. Dessa maneira, a química será considerada em si como um meio de esclarecer as questões que recebem seu significado em outros domínios do conhecimento, e, às vezes para resolvê-los.

As discussões filosóficas em torno da relação todo e partes são evidentes e relevantes na filosofia da química, porém, na prática, na sala de aula, visualizamos diversas confusões no entendimento de aspectos tão básicos na química. Oki (2002, apud LACERDA et al.2012), por exemplo, aborda a confusão conceitual que há entre substância simples e elemento químico, apontando-a como tendo um constituinte de origem histórica relacionada às diferentes visões macro e microscópica tomadas para a sua conceitualização. Constituintes dos átomos não podem ser observados sem a utilização de sondas, sendo que essa distinção não pode ser feita empiricamente. Lacerda et al. (2012), cita um estudo realizado por Araújo et al. (1995), demonstrando que, na época, já haviam problemas no entendimento dos conteúdos por parte dos alunos.

Já um estudo realizado por Araújo et al. (1995), com mais de 100 estudantes do ensino médio, mostrou que estes apresentavam problemas no entendimento dos termos substância e mistura e na distinção entre mistura homogênea e heterogênea. Esses autores atribuíram essas dificuldades aos diferentes significados dos termos no cotidiano: substância tida como sendo sinônimo de coisa, material e elemento (visão Aristotélica), e mistura sugere um procedimento comumente usado pelos alunos desde a sua infância: o ato de misturar coisas. Além disso, eles verificaram que estes geralmente associam substância à fase, ou seja, para eles, se há duas fases, então há duas substâncias. (LACERDA et al.2012, p.76)

Se os objetos estão ao nosso redor e visíveis aos nossos sentidos, aparentemente podem ser diferenciados porque há diferenças que podem ser percebidas entre eles. Porém o mesmo não pode ser feito com átomos e moléculas. Esses conceitos trazem inúmeras confusões de entendimentos por parte dos estudantes, deixando sequelas na aprendizagem e dificuldades na compreensão dos conteúdos mais avançados da disciplina.

Realizamos uma pesquisa com 121 alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública do município de Carlos Barbosa, RS, no final do terceiro trimestre do terceiro ano, ou seja, ao término da Educação Básica, para averiguar sua conceituação de átomo e molécula. O instrumento utilizado para a coleta dos dados foi o questionário aberto. O objetivo foi identificar suas concepções acerca do conceito de átomo e molécula e elaborar um cenário de investigação acerca da mereologia química, campo de estudo da filosofia da química, a fim de auxiliar e superar problemas relacionados às relações parte-todo, nas aulas de química, através de um estudo exploratório a respeito da mereologia química, o qual possibilita ao "investigador aumentar sua experiência em torno de determinado problema" (TRIVIÑOS, 1987). Para a análise dos dados obtidos, optou-se por separar as respostas, que seguiam a mesma corrente reflexiva, por categorias, utilizando assim o método de análise de conteúdo de Bardin (2009). Por este método as respostas foram separadas e apresentadas logo após os gráficos.

De acordo com Sukumar (2013), a identificação de uma entidade em uma molécula, como um átomo, é uma relação mereológica que é fundamental em química. Porém, nas aulas, docentes podem tratar tacitamente tais conceitos, levando a equívocos nos entendimentos. Consideramos fundamental uma revisão de literatura a respeito da mereologia que deve ser adotada no ensino, ou seja, como tratar da relação todo/partes, como conceituar corretamente átomo e molécula para um melhor entendimento por parte dos estudantes.

No Brasil, há pouca bibliografia a respeito do termo mereologia, pesquisamos em anais de eventos na área de química: ENEQ, ENPEC, EDUQUI, EDEQ, e nas principais revistas do campo: Química Nova na Escola e Química Nova e não encontramos artigos que tratassem do termo. Há um artigo intitulado Indiscernibilidade e identidade em química: aspectos filosóficos e formais, escrito por Jaison Schinaider e Décio Krause, que aborda aspectos da mereologia química. Localizamos pesquisas a respeito no HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry e na Revista Foundations of Chemistry, sendo que os principais pesquisadores são Rom Harré e Jean P. Llored, sendo também importante a contribuição de P. Needham.

Discussão dos resultados

A partir dos dados obtidos foi possível perceber equívocos, ambiguidades e dúvidas por parte dos estudantes concluintes da Educação Básica. É possível fazer muitas reflexões a respeito dessas respostas, inclusive muitos alunos não souberam responder. Observa-se, nas respostas dos estudantes, a confusão conceitual, onde não aparece clara a distinção entre todo-partes, entre propriedade, partícula, energia, célula, organismo, reagente. Todas essas dificuldades no entendimento podem ser atribuídas às explicações dos docentes não terem sido claras, não terem significado para o aluno. As ideias de átomo, elemento, molécula e substância, devem trabalhadas com mais cuidado nas aulas de química, pois discursos mal interpretados pelos alunos geram obstáculos pedagógicos e dificultam a aprendizagem de outros conceitos posteriores.

Como mostra a figura abaixo, em relação à pergunta: **“O que é um átomo?”**, as respostas ilustram uma compreensão fragmentada, confusa, para estudantes que estão encerrando a

etapa do Ensino Médio, reflexo de um ensino baseado em explicações simplificadas e sem reflexão.

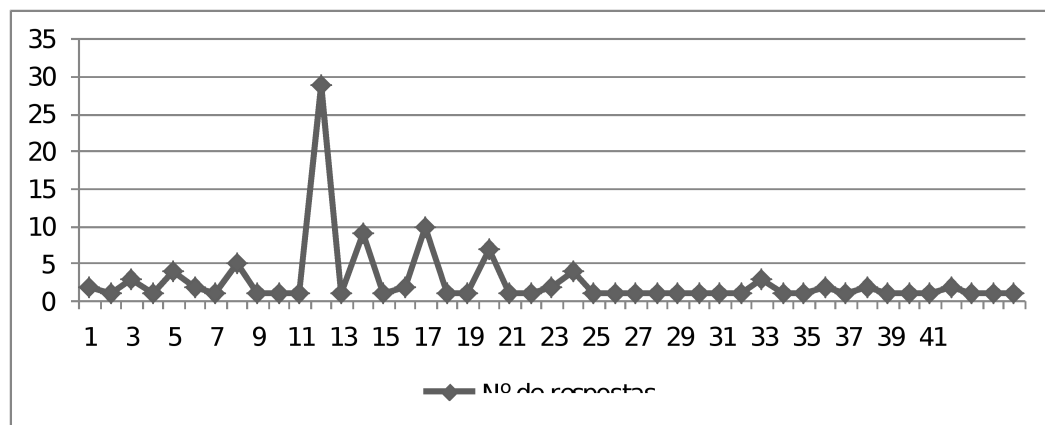


Figura 1- O que é átomo?

Para a análise dos dados obtidos, optou-se por separar as respostas, que seguiam a mesma corrente reflexiva, por categorias, que serão apresentadas logo após o gráfico.

- 1- Substâncias que formam as moléculas;
- 2- Menor porção do elemento;
- 3- Duas partículas: núcleo e eletrosfera;
- 4- Bolinha, com prótons, elétrons e nêutrons e compõe a molécula;
- 5- Menor unidade de um elemento químico;
- 6- Compõe os objetos;
- 7- Partículas que compõem as massas;
- 8- Partículas pequenas;
- 9- Compõem uma substância;
- 10- Composto;
- 11- Substância que forma um conjunto;
- 12- Em branco; não responderam;
- 13- Conjunto de moléculas;
- 14- Partícula que constitui a matéria;
- 15- Partícula com energia ou neutra;
- 16- Uma molécula de formação que compõe tudo;
- 17- Partes que formam uma molécula;
- 18- Partículas de micromoléculas;
- 19- Substância importante;
- 20- Partículas formadas por prótons, elétrons e nêutrons;
- 21- Núcleo (prótons e nêutrons) e elétrons (camadas);
- 22- Representante de uma composição;
- 23- Se unem para formar energia;
- 24- Determina a quantidade de moléculas de cada elemento;
- 25- Faz parte das ciências humanas;
- 26- Substância muito pequena, juntas formam gases e substâncias perigosas, possuem prótons, elétrons e nêutrons.
- 27- Organismo próprio, a partir dele se formam as coisas;
- 28- Partículas de ionização, positivas e negativas;
- 29- Menor parte de um composto;
- 30- Reagente que cria a molécula;
- 31- Reagente que cria uma substância;
- 32- Substância encontrada em elementos: oxigênio, hidrogênio;
- 33- Elemento químico;
- 34- Propriedade que se encontra na molécula;
- 35- Presente em tudo que é vivo;
- 36- Partícula positiva que possui prótons e nêutrons;
- 37- Partículas do núcleo da eletrosfera;
- 38- Partícula que possui elétrons, nêutrons, positivos e negativos;
- 39- Elementos da Tabela Periódica que formam uma composição;
- 40- Partícula da qual tudo se originou;

- 41- Partícula positiva de energia;
- 42- Célula, partícula positiva, possui prótons, elétrons e nêutrons;
- 43- Menor parte da molécula de uma célula;
- 44- Menor parte da divisão celular. Partícula positiva, com prótons e nêutrons.

Quadro 1- Respostas dos alunos em relação à pergunta: O que é átomo?

Dos dados acima podemos categorizar da seguinte forma: alguns alunos focam na parte, outros alunos focam no todo, outros alunos focam na relação parte-todo. Muitos alunos não responderam, ou se responderam, não tiveram como foco, nem a relação parte-todo, nem o foco na parte, nem no todo. Outra análise que fazemos é que os alunos têm um foco dispersivo quanto ao contexto onde a relação parte todo se relaciona, no nível de partícula, no nível da matéria, no nível molecular.

Isso nos leva a fazer uma grande consideração. Tanto o conceito de mereologia, apesar de implícito na fala dos alunos, não está explícito no ensino. Outra, em relação ao conceito de níveis de energia, também podemos fazer o mesmo raciocínio.

Já em relação ao questionamento sobre **“o que é uma molécula?”**, mais uma vez imprecisões são reveladas nas respostas:

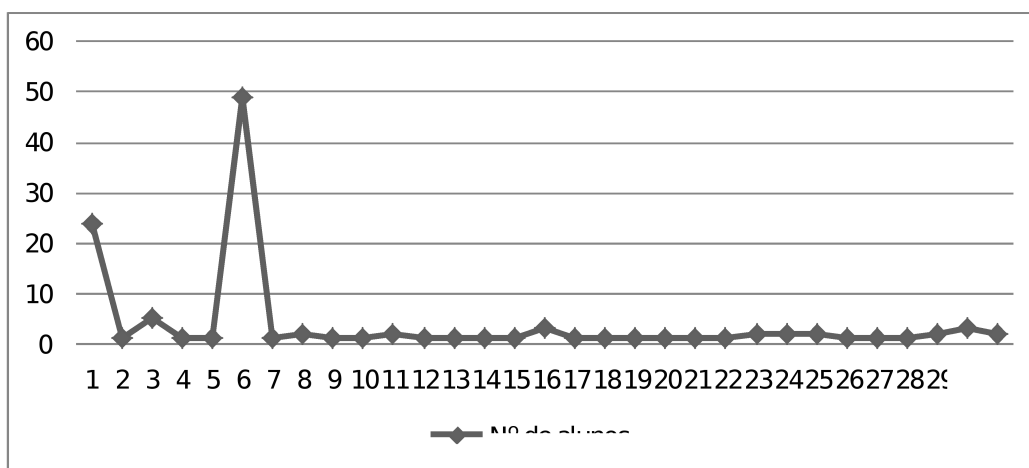


Figura 2- O que é molécula?

Para a análise dos dados obtidos, optou-se por separar as respostas, que seguiam a mesma corrente reflexiva, por categorias, que serão apresentadas logo após o gráfico.

- 1- Formadas por átomos;
- 2- Algo que está em tudo;
- 3- Partículas que compõem um átomo;
- 4- Está no átomo;
- 5- Órgão;
- 6- Em branco, não responderam;
- 7- Moléculas;
- 8- Entidade que possui no mínimo dois átomos;
- 9- Um átomo;
- 10- Constitui algo;
- 11- Partículas presentes na água;
- 12- Partículas de hidrogênio e oxigênio;
- 13- Representação em números dos compostos químicos;
- 14- Apresenta mais de um elemento químico em sua composição e ambos diferentes;

- 15- Reagente que atua na substância;
- 16- Apresenta mais de um elemento químico;
- 17- Parte de um átomo;
- 18- Ajuda os átomos;
- 19- Junção de átomos da mesma matéria;
- 20- Conjunto de partículas;
- 21- Algo que constitui camadas de átomos que forma a matéria;
- 22- De que somos feitos, várias células;
- 23- Partículas de algum organismo;
- 24- Parte da célula, do gene;
- 25- Partícula de algum corpo;
- 26- Substância que se se transforma;
- 27- Partes que formam alguma coisa;
- 28- Pequena quantidade de substância;
- 29- Propriedade encontrada em qualquer corpo;
- 30- Forma uma célula;
- 31- Dois átomos diferentes formam uma molécula.

Quadro 2- Respostas dos alunos à pergunta: O que é molécula?

A mesma análise feita acima para os elementos, podem ser feita para o conceito de molécula. Igualmente é importante o destaque em relação à dificuldade de expressão escrita dos alunos, evidenciada nas discussões precedentes, entretanto, isso excederia as possibilidades deste trabalho.

Porém o ponto fundamental desta pesquisa é o problema que os educandos que estão no 3º ano do Ensino Médio demonstraram em identificar todo-parte, configurando-se em falhas no desenvolvimento dessa habilidade nas aulas de química e levando a obstáculos na aprendizagem. Frente a essa dificuldade, infere-se que estabelecer uma relação entre o ensino de química e a mereologia química não é usual. Há um intenso debate em filosofia da química a respeito da mereologia, porém não se aplica à formação de docentes de química.

Química: uma ciência mereológica

A Química é uma ciência mereológica. De acordo com Harré e Llored (2011), desde a filosofia corpuscular de Robert Boyle, a química tem sido uma ciência mereológica. O estudo da utilização dos conceitos de "parte-todo" em diversos contextos é a mereologia, sendo que, segundo os autores acima, a ideia de que a relação parte-todo era de importância suficiente para justificar um ramo da lógica é devido ao trabalho de Stanislaus Lesniewski (SIMONS, 2000: §2.6, apud HARRÉ; LLORED, 2011), destacando que discursos sobre substâncias quimicamente relevantes implica uma ontologia de conjuntos constituídos por partes distinguíveis, ou seja, o estudo do todo é tão importante quanto o estudo das partes que o constituem. Ao sistema de regras para o estudo de substâncias e suas partes, Harré e Llored (2011) referem-se como “mere” e “logia”.

A antiga metafísica química dos átomos e das moléculas parece se adequar muito bem à mereologia clássica (HARRÉ; LLORED, 2011), pois se relaciona ao todo formado por partes. Elementos químicos, átomos, compostos, misturas, são conceitos que perpassam os discursos químicos e devem ter um entendimento por parte dos estudantes, de modo que possam utilizar esses conhecimentos em outras situações e outros conteúdos da química. Deve haver uma distinção clara entre estes entes químicos, que é estruturada em compostos mereológicos. De acordo com Schinaider e Krause:

Elementos são fusões ou somas uniformes de núcleos de átomos. Compostos também são somas, bem como as misturas também o são, pois suas fusões

ou somas das suas partes não são casualmente relatadas: novamente, se faz necessária a noção de estrutura da qual eles fazem parte (SCHINAIDER; KRAUSE, 2014).

A concepção de que a relação parte-todo era de grande importância para justificar um ramo da lógica dedicado ao tema, é devido ao trabalho de Stanislaus Lesniewski (HARRÉ & LLORED, 2011). Sem dúvida o discurso químico é baseado, em grande parte, em uma distinção entre elementos, compostos e misturas, sendo evidentemente estruturado por conceitos mereológicos. Recentemente filósofos da química começaram a prestar mais atenção a tais discursos (HARLEY; HARRE; LLORED, 2011; HARRÉ, 2015; LLORED, 2014; LLORED; HARRÉ, 2014; NEEDHAM, 2005).

Segundo Schinaider e Krause (2014), um dos maiores problemas da filosofia é o problema da identidade, que se apresenta à discussão filosófica de diferentes perspectivas. Mas existe também, segundo os autores, no mesmo sentido, outro problema relativo à noção de identidade: o problema da (in) distinguibilidade. Nesse caso, a questão é "como podemos reconhecer um objeto", ou seja, a busca por um princípio de individualidade, que permita-nos saber porque podemos conceber um determinado objeto como sendo um determinado objeto, por exemplo, na distinguibilidade entre átomos e moléculas.

Segundo as pesquisas na área, ainda não há uma unanimidade sobre qual mereologia adotar e de como devemos entender essa mereologia. Dependendo da abordagem, segundo Schinaider e Krause (2014), a molécula pode ser descrita como um todo, ou como um agregado de átomos. Oppenheim e Rescher (1955, apud SCHINAIDER; KRAUSE, 2014) sugerem três condições 'funcionais' sobre o todo e suas partes: 1) um todo deve possuir um atributo que é peculiar somente a ele; 2) as partes do todo devem estar em alguma relação especial uma com a outra, e 3) o todo deve ter uma estrutura. Na mereologia clássica, assim, os três átomos de uma molécula de água são partes da molécula de água; um átomo de sódio é uma parte de uma molécula de carbonato de sódio.

Em resumo, a abordagem clássica passa então a entender uma molécula como sendo uma grande fusão de átomos sustentados por seus poderes de combinações individuais. Não obstante, o que nos interessa discutir é exatamente como podemos definir formalmente essa ideia de "parte" e de "fusão de partes" às quais devem ser somadas as características estruturais e funcionais.

Várias regressões mereológicas terminam em átomos. Sendo assim, pela lógica, os elementos são fusões ou somas uniformes de átomos, identificados pelo número atômico, Z ; os compostos são constituídos por moléculas de elementos iguais ou diferentes elementos. Já as misturas são também fusões de substâncias, mas não existe uma proporcionalidade determinada entre as partes de uma mistura. Íons são partes de substâncias químicas. Além disso, os átomos são também partes de elementos (HARRÉ; LLORED, 2011). Como constituintes dos compostos, Earley (2005) já é a favor de um discurso de "núcleos de íons" ao invés dos átomos como Boyle e Dalton. Átomos de sódio no universo existem como uma fusão que inclui pedaços de sódio metálico, mas também existem em forma iônica como uma fusão quando dispostos em uma rede com íons cloreto em um punhado de sal comum. Importante também considerar a relação entre as partes, para a identidade do todo: a estrutura de uma molécula é geralmente uma soma de partes, que são os diferentes elementos. Porém se a molécula que estamos analisando for de uma substância simples, como H_2 , há uma fusão uniforme de elementos, qualitativamente idênticos, não uma soma.

Sobre partes de um todo, Needham (2005) argumenta que qualquer que seja uma "parte", por

exemplo, tirada de um corpo de água, também é água. Faz pouco sentido pedir a alguém para trazer-lhes “uma parte do copo de cerveja”, ou “uma parte da água do mar”. “Traga-me água do mar” faz sentido, mas seria muito estranho dizer que o que está no balde é uma parte do mar, embora poderia ser.

De acordo com as ideias de Harré e Llored (2011), a química deve ser vista como a ciência da transformação de substâncias pela manipulação das suas partes constitutivas, que são também partes de substâncias discretas, os elementos químicos. Segundo os autores, este conceito de química deve servir como base pedagógica para as explicações no discurso químico tradicional. Um átomo de sódio é uma parte de uma molécula de carbonato de sódio e também uma parte da substância material estendida, o elemento sódio.

Existe, segundo Harré e Llored (2011), em um ser único, a soma ou “fusão” de seres, dos quais cada ser é uma parte. Assim, por exemplo, uma certa molécula química real é uma coleção única de átomos químicos. Tal coleção não serve para identificar unicamente uma molécula como um ser de certo tipo as propriedades das moléculas incluem estruturas, bem como componentes. Na prática, precisamos reconhecer a diferença entre “somadas díspares”, ou seja, todas as partes das quais formam o todo, que deve possuir um atributo que é peculiar a ela como um todo; As partes de um todo devem estar em alguma relação especial umas com as outras. Um todo deve ter uma estrutura. Em geral, cada parte que forma o todo tem uma relação funcional especial. Isso conduz à necessidade de formular uma segunda mereologia, na qual os princípios incluem relações estrutura-funcionais.

Por outro lado, a solução para o problema da identificação das fontes de conteúdo para os discursos teóricos já estava disponível nos anos 50, mas parece simplesmente ter sido esquecido (HARRÉ; LLORED, apud Hesse, 1963). Isso certamente foi em parte devido ao domínio do “logicismo” na filosofia, a doutrina de que aspectos filosoficamente pertinentes de um discurso são compostos pela lógica das proposições desse discurso. Isso levou à negligência da questão fundamental da origem dos conteúdos dos discursos científicos. Essa negligência é ilustrada pela atenção quase exclusiva aos modelos formais na filosofia da ciência. Assim, um modelo, por exemplo, deveria incluir uma descrição das condições extrínsecas ao mecanismo, uma descrição das condições intrínsecas ao mecanismo e uma descrição dos componentes do mecanismo em si e como eles interagem, e não apenas servir para uma função heurística. Um padrão semelhante de requisitos necessários para justificar o fato de que o calor no forno causou o aumento do pão, através do mecanismo de fermentação, também o mais complexo exemplo químico pode ser abordado da mesma maneira.

O modo como vem sendo tratado na maioria das escolas o conceito de identidade dos compostos químicos é problemático, pois, como podemos perceber nas respostas dos questionários, alunos que estão no final do Ensino Básico apresentam concepções confusas, tacitamente construídas.

Discussões finais

Através dos dados analisados verificou-se a distância entre as respostas dos alunos e a real conceituação de átomo e molécula. E diante do tema exposto, verificamos a necessidade de se introduzir em sala de aula abordagens diferenciadas no ensino de Química. As respostas dos alunos reforçaram a necessidade de abordagem dos conteúdos átomo e molécula numa perspectiva de ensino que contemple as relações entre todo, partes e contexto de aplicação. Por isso discussões em mereologia química voltadas ao ensino tornam-se necessárias no

sentido da busca por um princípio de individualidade, que permita-nos saber porque podemos conceber um determinado objeto como sendo um determinado objeto, ou seja, que características o diferenciam de outros similares, como reconhecer esse objeto ao longo do tempo.

A mereologia usada no ensino deve ligar o inteiro, suas partes, e muitas vezes também o seu ambiente. Por exemplo, os átomos e as moléculas de que se presume serem constituintes, compartilham uma base espaço-temporal para a individuação e a identidade. Sendo assim, não é uma mereologia que faz uso somente das partes para se definir o todo univocamente; mas sim é uma que deve ser tomada junto com um contexto que representa (entre outras coisas) o modo de acesso - cognitivo ou experimental - ao elemento em análise. A prática química necessita assim do todo, das partes, e de todas as outras entidades contextuais ao mesmo tempo, de modo a se tornar uma "mereologia relacional" (HARRÉ; LLORED, 2011). Para tais autores, as partes são embebidas em uma prática química enganjada de investigação, e a mereologia necessita incluir os modos de acesso para estabelecer como a relação parte-todo deve ser usada. O modo de operação não pode ser eliminado, já que ele também determina como o todo e suas partes estão relacionadas: de acordo com o tipo de análise impingida sobre o elemento, a mesma composição - no final do processo - pode não ter até mesmo as mesmas partes-todo. Em resumo, para Harré e Llored, os predicados do discurso químico são assim todos contextos-sensitivos: as partes não são assim algo intrínseco, de modo que só podemos conhecer as interações e não a realidade isolada de nós. Na filosofia, é sabido como esse debate é antigo, de modo que vemos como a química realmente necessita se aproximar do debate filosófico.

Por outro lado, o estudo da mereologia química também pode auxiliar o ensino em relação aos conceitos de indivíduo e não indivíduo, distinguibilidade, unidade, individualidade, indiscernibilidade (partilhar de todas as qualidades), propriedades, princípios e outros. Desconhecimentos ou conhecimento parcial sobre esses conceitos por parte do docente pode gerar obstáculos no processo de ensino-aprendizagem, o que leva a entendimentos confusos, como visualizados nas respostas aos questionários dos alunos.

Há muito que se pesquisa na área de mereologia química e que mereologia utilizar nas aulas para uma melhor compreensão dos conteúdos que relacionam todo e partes, já que as discussões em revistas e eventos da área de química aqui no Brasil, não abordam esse assunto, pois encontramos apenas um artigo¹, de Schinaider e Krause. Nas revistas *Hyle e Foundations of Chemistry* temos as contribuições de Harré, Llored e Restrepo. Investigação e avaliação do conteúdo dos discursos que pretendem descrever entidades químicas devem ser desenvolvidos. Devemos nos apropriar mais dessas investigações e incorporar ao ensino. Defendemos assim o ensino explícito e crítico das relações mereológicas. Podemos apontar para uma construção teórica, junto com o conceito de níveis, perceber e entender os diversos contextos e níveis e como as relações parte-todo constroem o discurso da química. Como exposto anteriormente, há um intenso debate a respeito da mereologia, por filósofos químicos, porém não se aplica à formação de docentes de química, constituindo-se como tema central e ao mesmo tempo marginal na química.

Referências

DRIVER, R. **The pupil as a scientist**. Milton Keynes: Open University Press , 1983.

¹ SCHINAIDER, Jaison e KRAUSE, Décio. **Indiscernibilidade e identidade em química: aspectos filosóficos e formais**. Manuscrito vol.37 no.1 Campinas Jan./June 2014. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-60452014000100004.

DUARTE, M. da C. A história da Ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de Ciências. **Ciência & Educação**. V. 10, n.3, 2004, p. 317-331.

BARROS, S. L. S. Realities and Constraints: the demands and pressures that act on teachers in real situations. In: **International Conference on Education for Physics Teaching**, Trieste. Proceedings of the International Conference on Education for Physics Teaching. Edinburgh: University of Edinburgh, 1980. p. 120-135.

ARAÚJO, D.X.; SILVA, R.R. e TUNES, E. **O conceito de substância em química apreendido por alunos do ensino médio**. Química Nova, n. 18 (1), p. 80-90, 1995.

EARLEY, J. **'Why there is no salt in the sea'** Foundations of Chemistry , 2005, p. 85 – 102.

HARRÉ, Rom. e LLORED, Jean P. **Mereologies as the Grammars of Chemical Discourses**. Article in Foundations of Chemistry · April 2011.

LLORED, Jean Pierre. **Whole-Parts Strategies in Quantum Chemistry: Some Philosophical and Mereological Lessons**. HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry, Vol. 20, 2014, p. 141-163.

SCHINAIDER, Jaison e KRAUSE, Décio. **Indiscernibilidade e identidade em química: aspectos filosóficos e formais**. Manuscrito vol.37 no.1 Campinas Jan./June 2014. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-60452014000100004. Acesso em 20/12/2016.

MACHADO, A.H. **Aula de química** - discurso e conhecimento. Ijuí: Unijuí, 1999.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. e ROMANELLI, L.I. **A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos**. Química Nova, v. 23, n. 2, 2000, p. 273-281.

OKI, M.C.M. **O conceito de elemento da antiguidade à modernidade**. Química Nova na Escola, n. 16, 2002.

OLIVEIRA, R.J. **O mito da substância**. Química Nova na Escola, n. 1, p. 8-11, 1995.

NEEDHAM, P. **Mixtures and modality**. Foundations of Chemistry, 2005, p. 103 – 118.

ROCHA, J.R.C. e CAVICCHOLI, A. **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.

ROCHA-FILHO, R.C.; TOLENTINO, M; SILVA, R.R; TUNES, E. e SOUZA, E.C.P. **Ensino de conceitos de química III. Sobre o conceito de substância**. Química Nova, n. 11, p. 417, 1988.

SILVA, N.S. e AGUIAR JR., O.G. **O uso dos conceitos de elemento e substância por estudantes do ensino fundamental: uma perspectiva de análise sociocultural**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 8, n. 3, p. 1-17, 2008.

TRIVIÑOS, A.N.S. Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: **A Pesquisa Qualitativa em Educação** . Atlas, São Paulo, 1987.

TUNES, E.; TOLENTINO, M.; SILVA, R.R.; SOUZA, E.C.P e ROCHA-FILHO, R.C.
Ensino de conceitos de química IV. Sobre a estrutura elementar da matéria. Química Nova, n. 12, 1989, p. 199.