

Conceitos aprendidos pelos alunos de graduação em Química: uma análise através do uso de Mapas Conceituais

Iara Terra de Oliveira ¹ (FM)*, Flavio Antonio Maximiano ² (PQ)

iaraterra@yahoo.com.br

1. ETEC – Escola Técnica Estadual Getúlio Vargas – Centro Paula Souza – Rua: Clóvis Bueno de Azevedo, 70 – Ipiranga – CEP: 04266-040 – São Paulo – SP

2. Departamento de Química Fundamental – IQ- USP, Av. Prof Lineu Prestes, 748, Butantã – Cidade Universitária - CEP: 05508-900 - São Paulo – SP.

Palavras-Chave: mapa conceitual, conceitos

Resumo: O INTUITO DESSE TRABALHO É APRESENTAR UMA ANÁLISE SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE OS CONCEITOS APRENDIDOS NAS DIFERENTES DISCIPLINAS DE UM CURSO GRADUAÇÃO EM QUÍMICA PRESENTES EM MAPAS CONCEITUAIS CONSTRUIDOS POR ALUNOS. A ANÁLISE PERMITIU VERIFICAR QUE O CONCEITO COM MAIOR NÚMERO DE RELAÇÕES NOS MAPAS CONCEITUAIS CORRESPONDE AO DE “REAÇÕES QUÍMICAS”. JÁ NO CASO DOS CONCEITOS CONSIDERADOS COMO “PONTO DE PARTIDA” PARA CONSTRUÇÃO DOS MAPAS CONCEITUAIS, OS QUE MAIS APARECERAM FORAM ÁTOMOS E REAÇÕES QUÍMICAS. OS MAPAS CONCEITUAIS SE MOSTRARAM CONSTITUIR EM UMA FERRAMENTA ÚTIL PARA PROMOVER COM OS ESTUDANTES UMA DISCUSSÃO A RESPEITO DE SEU CURSO DE GRADUAÇÃO E DO SEU APRENDIZADO CONCEITUAL.

1. OBJETIVO

Este trabalho apresenta uma análise dos conceitos aprendidos na graduação por alunos do período noturno dos cursos em Química do IQ-USP no contexto da disciplina de Química Integrada III. Para isso, foram analisados os mapas conceituais produzidos pelos alunos em grupos a respeito da seguinte questão focal “*Quais são as relações existentes entre os principais conceitos químicos aprendidos no curso de Química?*”. Esta análise foi realizada verificando os conceitos que mais apareceram, o número de ligações que apareceram, a presença ou não das disciplinas e áreas da Química e também o conceito “ponto de partida” para confecção do mapa conceitual.

2. INTRODUÇÃO

2.1 A Estrutura Curricular dos Cursos de Graduação em Química

Nas últimas décadas, a química vem experimentando importantes avanços em termos de limites e possibilidades. As instituições de ensino se vêem diante do desafio de oferecer aos alunos formação atualizada diante do crescimento exponencial da informação química disponível (GILBERT, 2006). Isso se reflete em discussões sobre a estrutura curricular dos cursos de química e também na própria natureza do conhecimento químico.

Segundo as Diretrizes Curriculares Brasileiras para os Cursos de Química (BRASIL, 2001), os currículos atuais estão transbordando de conteúdos informativos em flagrante prejuízo aos formativos, fazendo com que o estudante saia dos cursos de graduação com “conhecimentos” já desatualizados e não suficientes para uma

ação interativa e responsável na sociedade, seja como profissional, seja como cidadão.

Os cursos de química sofreram certas mudanças durante as últimas décadas, devido às circunstâncias locais e nacionais. Podemos citar como alguns exemplos destas mudanças a introdução de novas estratégias de ensino como estudos de casos ensino baseado problemas, modelagem, aplicação de recursos computacionais e criação de novas disciplinas como quimiometria, polímeros, química de materiais etc. Apesar destas mudanças a fragmentação do conhecimento químico ainda persiste, prevalecendo nos dias atuais a divisão clássica da química em suas cinco áreas tradicionais: Química Orgânica, Química Inorgânica, Química Analítica, Físico-Química e Bioquímica, que, em geral, organizam as estruturas curriculares dos cursos de graduação. No entanto, há de se questionar se esta organização curricular em áreas pode trazer aos alunos, como consequência indesejável, uma visão extremamente fragmentada do conhecimento químico, ou até mesmo uma precoce especialização (GOEDHART, 2007).

Em 2005 o Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ-USP) julgou necessário que seus alunos desenvolvessem uma visão mais clara da associação dos diferentes conteúdos programáticos, levando a uma visão mais abrangente e integrada da ciência Química. Foram então criadas quatro disciplinas (Química Integrada I, II, III e IV) obrigatórias para todos os cursos de graduação em Química do IQ-USP. De início pretendia-se que estas disciplinas se constituíssem apenas de um prova, a ser aplicada no final dos quatro anos dos cursos, envolvendo questões que integrassem os conteúdos das diferentes disciplinas anteriormente cursadas. Os objetivos eram tanto demonstrar aos alunos as conexões entre as diferentes disciplinas como avaliar o aprendizado dos alunos de uma maneira mais global. Já no segundo ano de existência, as disciplinas passaram a contar com uma carga horária de um crédito semanal em aulas presenciais com os objetivos de: promover a associação crescente dos conhecimentos apresentados em separado nas disciplinas dos currículos da universidade, oferecendo situações integradoras, desenvolvendo a capacidade de resolver problemas reais com os quais os estudantes podem se defrontar na vida como profissional proporcionar uma reflexão sobre a química e o curso de graduação em química. Tendo em vista a versatilidade de mapas conceituais como instrumentos de organização de estruturas conceituais, onde é possível verificar de forma mais explícita as possíveis relações entre os conceitos, a equipe docente responsável pela disciplina Química Integrada III, em 2008, decidiu basear as atividades desenvolvidas na disciplina na construção de mapas conceituais.

2.2 Mapas Conceituais: Base para as Atividades da Disciplina e Objeto de Análise

Mapas conceituais são considerados como representações concisas da estrutura conceitual de um determinado tópico de ensino e, como tal, têm potencial para facilitar a aprendizagem dessas estruturas (MOREIRA, 1988). São diagramas que apresentam relações por meio de conexões explicativas, onde estas são representadas por setas que indicam a existência de uma relação entre dois ou mais conceitos. A unidade formada por dois conceitos unidos por uma frase de ligação é denominada proposição e se constitui na menor unidade semântica de um mapa conceitual (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1993). Como exemplo da importância da frase de ligação temos, na Figura 1, três possíveis estruturas proposicionais. Observa-se que, na proposição (a), não há presença de termo de ligação e nem é

possível avaliar a relação entre os conceitos que o indivíduo possa fazer. Na proposição (b), há um termo de ligação e, assim, é possível verificar o erro conceitual do indivíduo. Já na proposição (c), o termo de ligação permite verificar que o indivíduo relaciona de modo correto do ponto de vista da Química os conceitos:

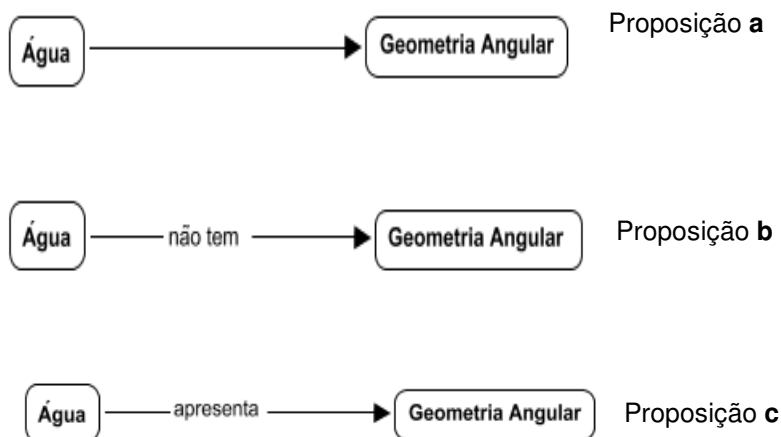


Figura 1: Importância da frase (ou termo) de ligação nas estruturas proposicionais de um mapa conceitual.

O mapeamento conceitual é uma técnica muito flexível e em razão disso pode ser usado em diversas situações, para diferentes finalidades: instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação, entre outros (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1993). Tendo em vista sua natureza e sua capacidade de representação, mapas conceituais podem ser usados para mostrar relações significativas entre conceitos ensinados em uma única aula, em uma unidade de estudo ou em um curso inteiro. Trata-se, portanto, de um instrumento capaz de evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos no contexto de um corpo de conhecimentos. No entanto, mapas conceituais não são auto-instrutivos, ou seja, sua leitura pode ser idiossincrática e quem faz um mapa conceitual deve ser capaz de explicá-lo (MOREIRA, 1988 e NOVAK, 1990).

Por ser uma ferramenta versátil, mapas conceituais têm sido utilizados nos mais variados projetos de pesquisa que buscam identificar uma determinada estrutura conceitual (REGIS; ALBERTAZZI, 1996). Como por exemplo para verificar as possíveis idéias integradoras entre componentes curriculares nas diferentes modalidades de ensino. Para integrar conceitos da Matemática aos da Economia, no Ensino Superior, os docentes das disciplinas, no sistema educacional espanhol, construíram mapas conceituais para utilizarem em suas aulas. O intuito desses mapas conceituais era a demonstração aos alunos da necessidade de instrumentos matemáticos nos conceitos da teoria econômica (LLAMAS; RUBIO, 2010).

O mapa conceitual foi ferramenta utilizada para investigar concepções de alunos de graduação em Química da Universidade de São Paulo (USP) a respeito do *status* da Química Ambiental e da Química Verde em relação ao conjunto do conhecimento químico. O estudo foi feito através da análise de quatorze mapas conceituais produzidos por alunos do terceiro ano de graduação considerando-se as concepções manifestadas a respeito da Química Ambiental e da Química Verde, bem como as relações estabelecidas entre elas e as cinco áreas tradicionais da química. De modo geral, os alunos encontram dificuldades em expressar

concepções abrangentes e integradoras a respeito de Química Ambiental e Química Verde, conforme sugerem os objetivos atuais para o ensino de Química (MAXIMIANO et al., 2009).

2.3 O Contexto da Pesquisa: A Disciplina Química Integrada III

A disciplina Química Integrada III era obrigatória para os alunos do sexto semestre dos cursos de graduação em química do IQ-USP. O objetivo traçado para a disciplina em 2008 foi o de utilizar mapas conceituais com a finalidade de promover uma reflexão sobre a química e o curso de graduação em química. Para isso, foram planejadas oito aulas com duração de uma hora e quarenta minutos cada aula.

Logo no início foi ministrada uma aula sobre mapas conceituais, para que servem, como se forma uma proposição, diversos exemplos de mapas conceituais, quais as diferenças entre mapas conceituais e outras representações gráficas como fluxogramas e esquemas, quais as estruturas mais comuns de mapas conceituais, como representar a hierarquia de conceitos e quais os passos necessários para elaborar um mapa conceitual. Seguiu-se a isto a construção de um mapa conceitual individual a respeito do tema equilíbrio químico numa folha de papel.

Como a quantidade de conceitos químicos é muito grande, ainda na primeira aula os docentes solicitaram que os estudantes elencassem os principais conceitos aprendidos numa folha de papel onde apresentava um quadro para cada disciplina. Ou seja, para cada disciplina havia espaços em branco onde os alunos deveriam citar os conceitos que julgassem mais importantes e fundamentais. Disciplinas como Física e Cálculo foram excluídas deste quadro. Na Tabela 1, são elencadas as disciplinas comuns, oferecidas a todas as modalidades de curso de graduação em Química, pelo IQ-USP, no ano de 2008, distribuídas pelas áreas tradicionais da Química.

Em seguida, os alunos foram divididos em grupos de dois ou três alunos e, na sala de multimídia do IQ-USP, procederam a um treinamento prático com um dos docentes da disciplina, visando a criação dos mapas conceituais com o uso do *software CmapTools*. Na parte final da aula, cada grupo recebeu um texto sobre a Química. Após a leitura deste, foi solicitado que transformasse o texto em um mapa conceitual.

Os alunos foram divididos em treze grupos em que executariam as próximas atividades. Cada grupo, novamente, completou o quadro que apresentava as disciplinas que já haviam estudado. Ou seja, citaram os conceitos que julgassem mais importantes no quadro, só que agora em grupo. Os objetivos eram o de verificar se, em grupos, haveria diferenças entre os conceitos principais, anteriormente listados, e o de encetar, em cada grupo, uma discussão sobre aquilo que julgassem ser os conceitos mais importantes estudados em cada uma das disciplinas cursadas. A seguir, foi apresentada uma lista contendo os conceitos mais recorrentes na atividade da aula 1. Esta lista foi elaborada pelos docentes da disciplina e pela mestrandia baseando nos conceitos elaborados pelo grupo. Na elaboração da lista foram tabulados todos os conceitos citados para cada disciplina e, além dos conceitos mais citados, foram acrescentados conceitos poucos citados, mas que foram julgados importantes pelos professores. A lista continha noventa e dois conceitos. Para construção do mapa conceitual 1 (MC1) os alunos deviam, tendo por base a lista de conceitos entregue, mostrar quais as relações existentes entre os conceitos químicos tratados nas diferentes disciplinas já cursadas na graduação. Não havia a necessidade de utilizar todos os conceitos e também poderiam utilizar

outros conceitos ausentes na lista, se julgassem ser necessário. No entanto, era esperado que a lista fornecida viesse a embasar a elaboração do mapa conceitual e que fosse extensivamente utilizada. Os alunos tiveram de três a quatro semanas para realizar o trabalho.

O MC1 objetivava responder à seguinte questão focal: *Quais são as relações existentes entre os principais conceitos químicos aprendidos no curso de Química?*. Este mapa conceitual, foi o objeto de análise deste trabalho. Já segundo mapa conceitual (MC2) envolvia a construção que representasse a concepção dos alunos a respeito da Ciência Química, sua organização e suas possíveis relações com outras áreas do conhecimento. Para estes dois mapas conceituais, os grupos tiveram que realizar uma apresentação de dez a quinze minutos para mostrar o resultado final deste trabalho. Os treze grupos também tinham que enviar aos docentes da disciplina um texto explicativo sobre cada mapa conceitual confeccionado.

Após as apresentações e discussões dos dois mapas conceituais, em aulas posteriores, houve a discussão de dois textos disponibilizados pelos docentes sobre ciência Química. A auto-avaliação e também um questionário sobre a avaliação da Disciplina foram as atividades finais de Química Integrada III. Vale ressaltar que os cursos do período noturno sofreram uma reformulação nas suas estruturas curriculares, que entrou em vigor no ano de 2009. Dentre as principais alterações, está a duração do tempo de titulação dos cursos, que passou a ser de cinco anos e a disciplina de Química Integrada deixou de compor a grade curricular do curso.

3. METODOLOGIA

O objeto de análise discutido neste trabalho corresponde ao MC 1 que foi produzido nas aulas da disciplina. O objetivo da construção deste mapa era para responder a seguinte questão focal: *Quais são as relações existentes entre os principais conceitos químicos aprendidos no curso de Química?* Para análise destes mapas conceituais foram propostas as seguintes questões:

- 1-Quantos conceitos e ligações foram utilizados?
- 2-Qua(l)is é(são) o(s) conceito(s) com maior número de ligações?
- 3-As disciplinas cursadas na graduação aparecem no mapa conceitual?
- 4-As áreas tradicionais da Química: Química Analítica, (QA), Química Inorgânica (QI), Química Orgânica (QO), Bioquímica (BQ) e Físico-Química (FQ) aparecem nos mapas conceituais?
- 5- Através das falas dos alunos, dos mapas conceituais e também do texto explicativo sobre mapa conceitual produzido pelo grupo, qual foi o conceito de partida para a criação do mapa conceitual?

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características Gerais dos Mapas Conceituais (MC1)

Na Tabela 1 são apresentadas algumas características gerais desses mapas conceituais como: o número de conceitos utilizados, o número de ligações entre estes conceitos, quais são os conceitos que apresentam maior número de ligações, se há a presença das disciplinas que compõem o currículo do curso que aparece explicitamente e se apresenta as áreas tradicionais da Química. Nas figuras 2 e 3 são apresentados dois mapas conceituais distintos com o intuito de ilustrar o tipo de trabalho realizado pelos estudantes.

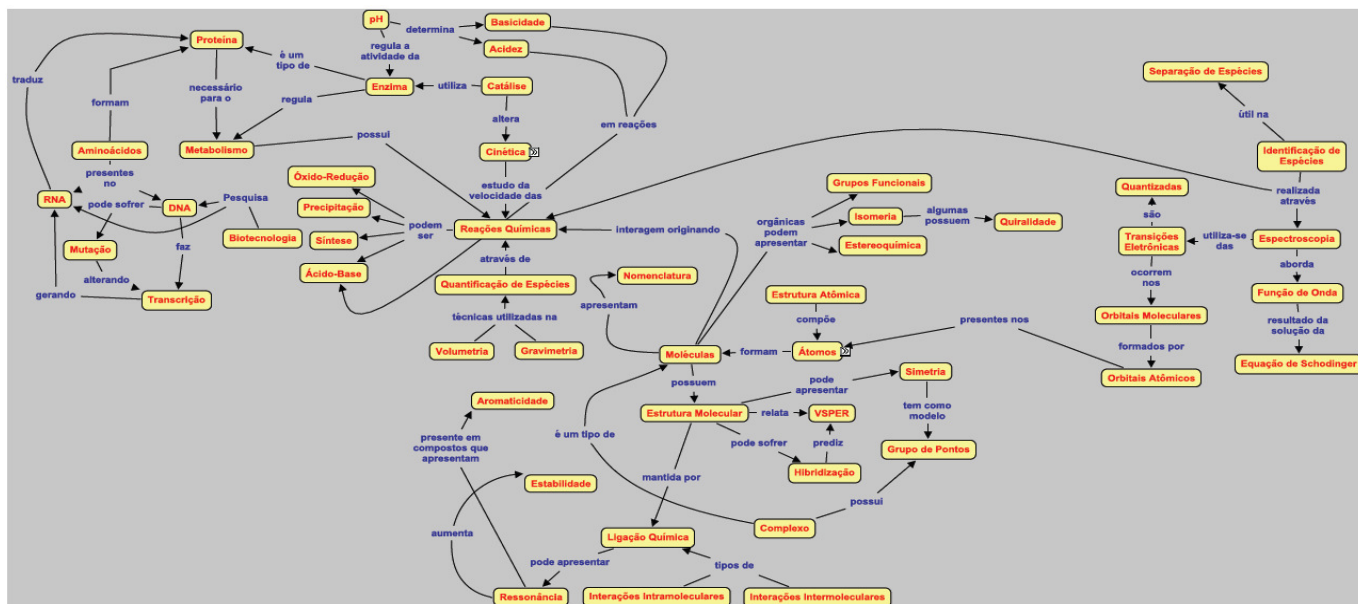


Figura 2: Mapa construído pelo grupo 6

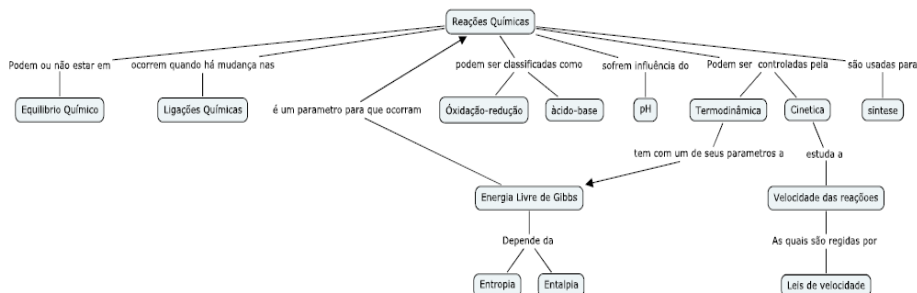


Figura 3: Mapa conceitual com menor número de conceitos (Grupo 5)

Excluindo o mapa conceitual do grupo 5, que apresentou o mapa com o menor número de conceitos, os demais mapas apresentaram uma média de 100 conceitos, variando de 74 a 161 o que demonstra um bom envolvimento dos alunos com a atividade. É notável a relação diretamente proporcional entre o número de conceitos e o número de ligações. Ou seja, há uma natural tendência a aumentar o número de ligações com o número de conceitos. A razão ligações/conceitos ficou entre 0,91 e 1,49; indicando que, de uma maneira geral, os alunos não estabeleceram um grande número de conexões entre os conceitos.

Pode-se observar na tabela 1 que a maior parte dos grupos não cita as áreas e as disciplinas presentes no curso de graduação. Dos treze mapas conceituais a citação dessas aparece somente em dois. Isso era esperado, pois o objetivo da criação do mapa era apresentar as relações entre os conceitos químicos aprendidos na graduação. As áreas e disciplinas que apareceram em apenas dois mapas conceituais (grupos 12 e 13) estão descritas na Tabela 2 .

O grupo que elaborou o mapa conceitual do grupo 13 separou os conceitos químicos nas cinco áreas tradicionais. Já as disciplinas citadas neste mapa: cinética, termodinâmica e quântica estavam dentro da sub-área da FQ. O grupo 12 não considerou a área de QI embora apareça a disciplina de Química de Coordenação.

As disciplinas que apareceram como conceitos são majoritariamente pertencentes à área de FQ, com exceção da Química de Coordenação, da Introdução às Transformações Químicas e da Quimiometria.

O conceito que apresenta o maior número de relações (Tabela 1) é o de “reações químicas” sendo utilizado em seis dos trezes mapas conceituais analisados. No mapa conceitual do grupo 3, há três conceitos com maior número de relações (reações químicas, metabolismo e orgânicos). Já no mapa conceitual do grupo 6, o conceito de moléculas e reações químicas foram os que mais apresentaram o maior número de relações.

O conceito de reação química é central da ciência Química estando presente na maior parte das disciplinas e áreas da mesma. Vale citar também, que em muitos livros a definição de Química é dada a partir deste conceito ou a partir do conceito de “transformação”, que pode, no presente contexto, ser considerado como seu equivalente. Como exemplo destas definições temos: “A Química é o estudo dos elementos químicos, os compostos que eles formam e as suas transformações” (KOTZ; TREICHEL, 1999); “A Química é o estudo das propriedades dos materiais e das mudanças sofridas por estes” (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005).

O conceito de genética, que é abordado com mais ênfase na Biologia, foi o que apresentou maior número de relações no caso do mapa conceitual do grupo 12. Para o mapa conceitual do grupo 10, átomo foi o conceito com maior número de relações.

Tabela 1: Características gerais dos Mapas Conceituais 1(MC1) construídos pelos alunos do período noturno.

Grupo	Número de conceitos	Número de ligações	Conceitos com maior número de relações ^a	Há a presença das disciplinas do curso?	Cita áreas tradicionais da Química?
1	123	155	Reações Químicas (15)	não	não
2	112	167	Compostos químicos (14)	não	não
3	76	83	Reações Químicas (5) Metabolismo (5) Orgânicos (5)	não	não
4	99	97	Reações Químicas (7)	não	não
5	14	14	Reações Químicas (7)	não	não
6	74	83	Reações Químicas (6) Moléculas (6)	não	não
7	78	94	Reações Químicas (8)	não	não
8	161	168	Compostos (9) Compostos orgânicos (9)	não	não
9	78	92	Estrutura molecular (8)	não	não
10	85	90	Átomos (8)	não	não
11	122	125	Ligação Química (5)	não	não

			Moléculas orgânicas (5)		
12	108	132	Genética (4)	sim	sim
13	87	80	Moléculas (4)	sim	sim

(a)O número que aparece dentro dos parênteses corresponde ao número de relações feitas com os conceitos em questão.

Tabela 2: Presença de áreas e disciplinas nos mapas conceituais (MC1)

Grupo	Presença das áreas	Disciplinas presentes
12	FQ, QO, QA, BQ	Quimiometria, Química de Coordenação, Introdução às Transformações Químicas, Cinética Química, Termodinâmica
13	FQ, QO, QI, QA, BQ	Cinética Química, Termodinâmica, Mecânica Quântica e Espectroscopia

4.2 Conceitos Pontos de Partida para construção dos Mapas Conceituais

A análise conjunta dos mapas elaborados e dos textos explicativos revela que, de maneira geral, os alunos selecionam um “ponto de partida” em torno do qual a organização dos conceitos químicos é expressa. Alguns trechos selecionados mostram as ideias dos alunos a esse respeito:

Grupo 1: “A gente resolveu partir do mundo microscópico... partir da ideia de **átomo** que é uma parte da matéria muito estudada pelos químicos e que acompanha a gente desde o colegial...”.

Grupo 2: “Por esse motivo, a gente teve Química e **compostos químicos** no centro do mapa e todos os outros conceitos acabam passando por compostos químicos”.

Grupo 3: “Consideremos como principal o conceito da Química **as reações químicas**, sem ela não teria Química e disso fomos abrindo através das disciplinas”.

Grupo 5: “Vendo a **reação química** como um conceito central, buscamos ligar os outros conceitos de forma a explicar as reações, o porquê elas ocorrem, os seus meios, os objetivos ao realizá-las”.

Grupo 6: “Todos os nossos pequenos mapas terminaram em **reações químicas**. Ali que seria o ponto de ligação de tudo”.

Grupo 7: “O conceito principal que ‘linkou’ todas as disciplinas e todos esses conceitos teoricamente nada a ver foi exatamente o conceito **reações químicas**, que por acaso é o principal conceito da Química. A Química toda está em volta das reações Químicas. É o que define Química”.

Grupo 8: “A gente começou do **átomo**”.

Grupo 9: “Um conceito geral que todo mundo viu foi de **reações químicas**, que a gente viu que conseguia fazer uma conexão com termodinâmica, com Bioquímica, matéria, orbitais moleculares. Reações químicas ficou no centro do nosso mapa”.

Grupo 10: “As primeiras coisa [SIC] que a gente colocou foi **átomos e moléculas**”.

Grupo 11: “Muitos grupos, por sinal, começaram o assunto por átomo. Nós optamos por **matéria** também, justamente, é claro que este mapa não tem conceito histórico, mas vale frisar de que nos primórdios da Química, o início mesmo de começar a trabalhar com algum objeto, era aquela visão macroscópica”.

Grupo 13: “Quando a gente começa a estudar Química, a primeira coisa que a gente vê é conceito de matéria, **átomo**”.

Considerando que estes conceitos grifados estão presentes na maior parte das disciplinas estudadas no curso de graduação, pode-se verificar que grande parte

dos mapas conceituais elaborados pelos alunos partiram dos conceitos de reação química ou de átomo. Estes são justamente os conceitos estudados com maior profundidade nas duas primeiras disciplinas de Química oferecidas no curso de graduação denominadas de Fundamentos de Química e Introdução à Estrutura da Matéria, que correspondem ao que se pode chamar de Química Geral. Estas disciplinas que introduzem o aluno no conhecimento químico, abordando uma série de conceitos que serão retomados em disciplinas subsequentes na graduação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da análise realizada podemos verificar que os mapas conceituais foram ferramentas úteis, pois observamos que foi possível obter algumas respostas de forma explícita: como por exemplo, o conceito com maior número de relações, presença das disciplinas e áreas da Química.

Pelos dados obtidos, verifica-se que o conceito ponto de partida para a construção do mapa conceitual foram “átomos e reações químicas”. O conceito com maior número de relações foi de “reações químicas” que é estudado na maior parte das disciplinas e presente em vários livros relacionados como definição da ciência Química.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, v. 134, n. 248, 23 dez. 1996.

Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 23 jul. 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química. Brasília, DF, 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1303.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2009.

BROWN, T.L.; LEMAY, H.E.; BURSTEN, B.E. Química: A ciência central. 9 ed., São Paulo: Pearson-Prentice Hall, 2005, p.1.

CAÑAS, A.J., NOVAK, J.D. Re-examining the foundations for effective use of concept maps. Second International Conference on Concept Mapping, Universidad de Costa Rica. Proceedings. San Jose: v.1, p. 494-502, 2006.

CMAP TOOLS HOME PAGE Disponível em: <<http://cmap.ihmc.us/conceptmap.html>>. Acesso em: 25 jul. 2009.

FLORIDA INSTITUTE FOR HUMAN AND MACHINE COGNITION. Disponível em: <<http://ihmc.us>>. Acesso em: 04 ago.2009.

GILBERT, K.K. On the nature of “context” in chemical education. International Journal of Science Education, v.28, n.9, p.957-976, 2006.

GOEDHART, M.J. A new perspective on the structure of chemistry as a basis for undergraduate curriculum. *Journal of Chemical Education*, v.84, n.6, p.971-976, 2007.

KOTZ, J.C; TREICHEL, P. *Química & Reações Químicas*. 4ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999. 1º v., p.13.

LLAMAS, M.C.G.; RUBIO, F.D. Un ejemplo de la importancia del mapa conceptual como herramienta integradora entre disciplinas. *Concept Maps: Making Learning Meaningful. Fourth International Conference on Concept Mapping. Proceedings*. Viña Del Mar (Chile): Ed. Viña Del Mar, 2010. p.428-435.

MAXIMIANO, F.A.; CORIO, P.; PORTO, P.A.; FERNANDEZ, C. Química Ambiental e Química Verde no conjunto do conhecimento químico: concepções de alunos de graduação em Química da Universidade de São Paulo. *Educación Química*, v. XX, p. 398-404, 2009.

MOREIRA, M.A.; BUCHWEITZ, B. *Novas Estratégias de Ensino e Aprendizagem: os Mapas Conceituais e o Vê Epistemológico*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993.

MOREIRA, M.A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. Adaptado de: *O Ensino*. Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Lingüística. n.23 a 28, p.87-95, 1988. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2008.

NOVAK, J.D. Concept maps and Vee diagrams: two metacognitive tools to facilitate meaningful learning. *Instructional Science*, v.19, p.29-52, 1990.

REGIS, A; ALBERTAZZI, P.G.; ROLETTO, E. Concept Maps in Chemistry Education. *Journal of Science Education*, v.73, n.11, p.1084-1088,1996.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Júpiter – Sistema de Graduação. Disciplinas Interdepartamentais do Instituto de Química: Química Integrada I. Disponível em: <<http://sistemas2.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=4604000&verdis=2>> Acesso em: 05 dez.2008

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Júpiter – Sistema de Graduação. Disciplinas Interdepartamentais do Instituto de Química: Química Integrada II. Disponível em: <<http://sistemas2.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=4604100&verdis=2>> Acesso em: 05 dez.2008

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Júpiter – Sistema de Graduação. Disciplinas Interdepartamentais do Instituto de Química: Química Integrada III. Disponível em: <<http://sistemas2.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=4604200&verdis=2>> Acesso em: 05 dez.2008

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Júpiter – Sistema de Graduação. Disciplinas Interdepartamentais do Instituto de Química: Química Integrada IV. Disponível em: <<http://sistemas2.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=4604300&verdis=2>> Acesso em: 05 dez.2008

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Principais Linhas de Pesquisa do Departamento de Química Fundamental. Disponível em:
<<http://www2.iq.usp.br/fundamental/index.dhtml?pagina=39&chave=Xeh>>
Acesso em: 13 mai. 2009.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Programa de Avaliação de Disciplinas do Instituto de Química. Disponível em:<http://www2.iq.usp.br/graduacao/PADIQ_2_2008.pdf>
Acesso em: 03 abr .2011.

