**REDEQUIM**

Revista Debates em Ensino de Química

QUÍMICA E SUAS ÁREAS: UMA ANÁLISE DE MAPAS CONCEITUAIS PRODUZIDOS POR GRADUANDOS

Iara Terra de Oliveira¹, Rafael Cava Mori¹, Flavio Antônio Maximiano²

1. Centro de Ciências Naturais e Humanas (CCNH-UFABC)

2. Instituto de Química – Universidade de São Paulo (IQ-USP)

02

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise das concepções de ciência química e suas áreas, apresentadas em mapas conceituais (MCs) elaborados por grupos de graduandos em Licenciatura em Química e Química Ambiental. Os resultados apontam para concepções reducionistas e simplificadoras sobre as relações da Química Ambiental, da Bioquímica e da Química Analítica com o conhecimento químico como um todo. O mesmo ocorre com outros campos do conhecimento mencionados nos MCs, especificamente a Matemática e Física, tratadas como subordinadas ao conhecimento químico. As concepções dos estudantes, assim, se mostraram coerentes com a organização curricular de seus cursos de graduação, que privilegia a divisão clássica da química, a despeito de iniciativas integradoras já em andamento nesses contextos.

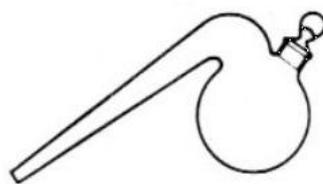
PALAVRAS-CHAVE: *concepções de estudantes, mapas conceituais, graduação em Química.*

Iara Terra de Oliveira: licenciada em Química, mestre em Ensino de Química e doutoranda em Química pela Universidade Federal do ABC.

Rafael Cava Mori: bacharel, licenciado, mestre e doutor em Química. Atualmente é docente do Centro de Ciências Naturais e Humanas, da Universidade Federal do ABC.

Flavio Antônio Maximiano: bacharel, licenciado e doutor em Química. Atualmente é docente do Instituto de Química, da Universidade de São Paulo.





REDEQUIM

Revista Debates em Ensino de Química

CHEMISTRY AND ITS AREAS: AN ANALYSIS OF CONCEPTUAL MAPS PRODUCED BY UNDERGRUATES

ABSTRACT

The present work analyzes conceptions about chemical science and its areas, presented in conceptual maps (CMs) elaborated by groups of undergraduate Chemistry and Environmental Chemistry students. Results point to reductionist and simplifying conceptions about how Environmental Chemistry, Biochemistry and Analytical Chemistry relate with chemical knowledge as a whole. The same occurs with other fields of knowledge mentioned in the CMs, more specifically Mathematics and Physics, treated as subordinate to chemical knowledge. We thus found that the students' conceptions were consistent with the curricular organization of their higher education courses, a curricular organization that favors the classical division of chemistry, despite integrative initiatives already in course in these contexts.

KEYWORDS: *Students' conceptions, conceptual Maps, undergraduate chemical education.*



1 INTRODUÇÃO

A química¹ vem experimentando importantes avanços as últimas décadas. As instituições de ensino veem-se diante do desafio de oferecer formação atualizada aos alunos, frente ao crescimento exponencial da informação química disponível (GILBERT, 2006). Isso se reflete não só em discussões sobre a estrutura curricular dos cursos de Química, mas também na própria natureza do conhecimento relacionado a essa ciência.

Já no início do presente século, as Diretrizes Curriculares Brasileiras (DCN) para os cursos de Química (BRASIL, 2002) apontavam, nesses cursos, um excesso de conteúdos informativos em prejuízo aos formativos. Como efeito disso, os químicos recém-formados têm enfrentado o desafio de lidar, constantemente, com saberes desatualizados e insuficientes para uma ação social responsável, como profissionais ou como cidadãos.

Diante dessa crítica, alguns cursos de Química passaram por inovações curriculares e pedagógicas. São exemplos a introdução de novas estratégias de ensino, como estudos de casos (SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007), aprendizagem baseada em problemas (TARHAN et al., 2008), modelagem (FERREIRA; JUSTI, 2008), além do recurso às tecnologias da informação e comunicação e a criação de disciplinas – Quimiometria, Química Atmosférica, Química Bioinorgânica, Química Forense, Neurociência Química, Química Coloidal, etc.

Apesar dessas mudanças, persiste no currículo dos cursos de graduação a fragmentação do conhecimento químico em cinco áreas: Química Orgânica (QO), Química Inorgânica (QI), Química Analítica (QA), Físico-Química (FQ) e Bioquímica (BQ). É de se questionar se tal

¹ Será adotado o seguinte padrão, quanto ao emprego de letras maiúsculas e minúsculas: campos disciplinares abrangentes, como a química e a física, serão sempre redigidos com minúsculas; nomes de disciplinas, de áreas específicas e de cursos de graduação, como Química Ambiental, serão grafados em maiúsculas; conceitos expostos em mapas conceituais estarão em itálico e serão iniciados por maiúsculas (por exemplo, Elementos químicos).

organização não estaria proporcionando aos alunos uma visão compartimentalizada do conhecimento químico, e mesmo uma indução precoce à especialização (GOEDHART, 2007).

No entanto, propostas alternativas vêm sendo discutidas já há algum tempo. Por exemplo, Gama (2001, p. 717) afirma que

A divisão hoje talvez deva se fazer entre os que fazem síntese, os que usam ou constroem instrumentos e os que fazem modelagem ou simulação teórica. Em cada tema, esses três tipos de químicos devem trabalhar em estreita colaboração. A comunidade química acadêmica precisa aprofundar a discussão dessas carências e elaborar projeto para superá-las em um futuro próximo.

Nessa perspectiva, preocupado com a excessiva segmentação dos conteúdos químicos dispersos por numerosas matérias semestrais, o Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ-USP) implantou disciplinas sob o nome de Química Integrada. Trata-se de quatro disciplinas (Química Integrada I, II, III e IV), obrigatórias para todas as modalidades dos cursos de graduação em Química oferecidos pela instituição. Inicialmente propostas para sediar momentos pontuais de avaliação, as disciplinas passaram a contar com aulas presenciais, com os seguintes objetivos: promover a progressiva associação dos conhecimentos apresentados isoladamente nas demais disciplinas, por meio de situações integradoras; desenvolver a capacidade de resolver problemas autênticos, com os quais os estudantes poderiam se defrontar na vida profissional; e proporcionar reflexões sobre a química e a graduação em Química².

Por se tratar do contexto em que foram coletados os dados desta pesquisa, apresentaremos algumas informações sobre os cursos e o modo de ingresso no IQ-USP. Atualmente, ao prestar o exame vestibular, o candidato pode optar pelas carreiras de Bacharelado em Química ou Licenciatura em Química, que oferecem 120 vagas, 60

2. Atualmente, essas disciplinas já não são oferecidas, por conta de alterações curriculares nos cursos do IQ-USP.

para o período integral e 60 para o noturno. A Licenciatura não dispõe de ênfases, ao contrário do Bacharelado (Quadro 01).

Quadro 01: Atuais modalidades formativas dos cursos de graduação do IQ-USP para os estudantes que optarem pelo Bacharelado

Período integral	Período noturno
Bach. em Química	Bach. em Química
Bach. em Química com Ênfase em Bioquímica e Biologia Molecular	Bach. em Química com Ênfase em Química Ambiental
Bach. em Química com Ênfase em Química Tecnológica	
Bach. em Química com Ênfase em Biotecnologia	

Fonte: Universidade de São Paulo (Sistema Júpiterweb)

Os dados foram coletados no contexto na disciplina Química Integrada III, obrigatória para os alunos do 6º período dos cursos do IQ-USP. O objetivo da disciplina foi empregar mapas conceituais (MCs) para promover reflexões sobre a química e sobre o próprio curso de graduação. Esta pesquisa, por sua vez, busca analisar esses MCs elaborados pelos estudantes à luz das discussões desta seção. Antes de avançarmos, convém falar rapidamente sobre os fundamentos que justificam o emprego de MCs em situações didáticas e investigativas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A técnica de elaboração de MCs foi desenvolvida durante uma pesquisa realizada nos anos 1970 pelo grupo do estadunidense Joseph D. Novak. Na ocasião, os pesquisadores entrevistaram periodicamente cerca de 200 alunos durante seus 12 anos de formação escolar. A finalidade da pesquisa era determinar como os períodos iniciais de estudo influenciavam o aprendizado posterior de ciências desses estudantes (NOVAK; GOWIN, 1984). Durante o primeiro ano de coleta de dados, os investigadores enfrentaram duas dificuldades: observar mudanças específicas no entendimento das crianças sobre conceitos científicos e transcrever os depoimentos coletados. Foi então que Novak e seu grupo, baseando-se na Teoria da Aprendizagem Significativa formulada por David Ausubel, pensaram em criar instrumentos iconográficos que os auxiliassem nessa coleta de dados

(CAÑAS; NOVAK, 2006). Assim surgiram os MCs, segundo Cañas e Novak (2010, p. 10),

[...] ferramentas gráficas para a organização e representação do conhecimento. Eles incluem conceitos, geralmente dentro de círculos ou quadros de alguma espécie, e relações entre conceitos, que são indicadas por linhas que os interligam. As palavras sobre essas linhas, que são palavras ou frases de ligação, especificam os relacionamentos entre dois conceitos. Nós definimos conceito como uma regularidade percebida em eventos ou objetos, designada por um rótulo.

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 ou meio de avaliação, entre outras (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1993). Tendo em vista sua natureza e sua capacidade de representação, MCs podem ser usados para explicitar relações significativas entre conceitos ensinados em uma única aula, em uma unidade de estudo ou em um curso inteiro. Trata-se de um instrumento capaz de evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos no contexto de um corpo de conhecimentos. Tais significados tomam a forma de proposições, que podem ser definidas como afirmações constituídas a partir das relações entre dois ou mais conceitos, tendo como célula a forma “conceito-palavra de ligação-conceito”. No entanto, MCs não são autoinstrutivos, quer dizer, sua leitura pode ser idiossincrática; quem elabora um dado MC deve ser capaz de explicá-lo a outro interlocutor, caso este deseje interpretá-lo (MOREIRA, 2012; NOVAK, 1990).

Cañas e Novak (2006) preconizam que um MC nunca está finalizado. É sempre necessário revisar o esboço ou mapa preliminar elaborado, ao qual podem ser adicionados outros conceitos. Assim, um bom MC é resultado de três ou mais versões. Por isso, o uso de um programa de computador é útil na construção dessas versões, estando atualmente difundido o uso do software CMapTools.

Por ser uma ferramenta versátil, MCs têm sido utilizados nos mais variados projetos de pesquisa, na busca por identificar uma determinada estrutura conceitual (REGIS; ALBERTAZZI; ROLETTA, 1996) — por exemplo, para verificar as possíveis ideias integradoras entre componentes curriculares nos diferentes níveis de ensino.

Assim, Nunes e Pinho (2008) utilizaram essa ferramenta para identificar e avaliar relações entre conceitos químicos, e sua associação com aqueles da biologia, visando uma maior aprendizagem da química por estudantes do primeiro ano do ensino médio. Já Urrutia, Díaz e Saltibáñez (2014) avaliaram o impacto de MCs como estratégia de aprendizagem de universitários, quanto aos conteúdos de reatividade na química orgânica. Comparando dois conjuntos de estudantes, aqueles que utilizaram mapas conceituais apresentaram melhor rendimento. Freitas Filho (2007) avaliou a aprendizagem de conceitos básicos na disciplina de Química Orgânica de três turmas da graduação (Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Se no início da atividade os discentes relutaram em aceitar a proposta pedagógica, no final observou-se que a aceitação foi positiva e que os MCs acabaram adotados por eles no estudo de outras disciplinas. Corio e colaboradores (2012) investigaram através de MC as concepções de graduandos, quanto às relações das diferentes áreas da química, referenciando-se pelo conceito de áreas contextuais de Goedhart (2007). A análise dessa produção demonstrou que os alunos apresentam dificuldades em relacionar as diferentes áreas do conhecimento com a ciência química. O MC foi também utilizado por Maximiano e colaboradores (2009) para investigar concepções de alunos de graduação em Química da USP a respeito do status da Química Ambiental e da Química Verde, em relação ao conjunto do conhecimento químico. O estudo analisou 14 MCs produzidos por alunos do 3º ano de graduação. De modo geral, os alunos encontraram dificuldades em expressar concepções abrangentes e integradoras a

respeito das duas disciplinas, conforme sugerem os objetivos atuais para o ensino de química.

O estudo que apresentamos neste trabalho é tematicamente semelhante aos últimos dois trabalhos comentados (MAXIMIANO et al., 2009; CORIO et al., 2012). Vejamos, nas próximas seções, como a pesquisa foi realizada e quais foram seus desdobramentos.

3 METODOLOGIA

Como já foi afirmado, coletamos os dados no desenrolar da disciplina Química Integrada III, nos cursos do IQ-USP. As atividades, que tiveram a forma de intervenções didáticas, abrangeram 8 aulas, com duração de 1h40min cada uma.

A primeira aula teve como tema os próprios MCs, desenvolvendo os seguintes conteúdos: emprego/utilidade, formação de proposições, diferenças em relação a outras representações gráficas (como fluxogramas e esquemas), estruturas típicas, hierarquia de conceitos e passos para a construção de um MC. Seguiu-se a isso a construção de um MC individual a respeito do tema equilíbrio químico.

Em aulas posteriores, os alunos foram divididos em grupos de 2 ou 3 integrantes, recebendo um treinamento para uso do CmapTools.

As atividades seguintes envolveram a construção de dois MCs em grupos de 3 a 5 alunos. O primeiro MC visava o estabelecimento de relações entre conceitos abordados em disciplinas estudadas anteriormente. O segundo deveria representar a concepção dos alunos sobre ciência química, sua organização e possíveis relações com outras áreas do conhecimento. O objeto de análise deste trabalho são as produções desse segundo MC, pelos alunos dos cursos noturnos.

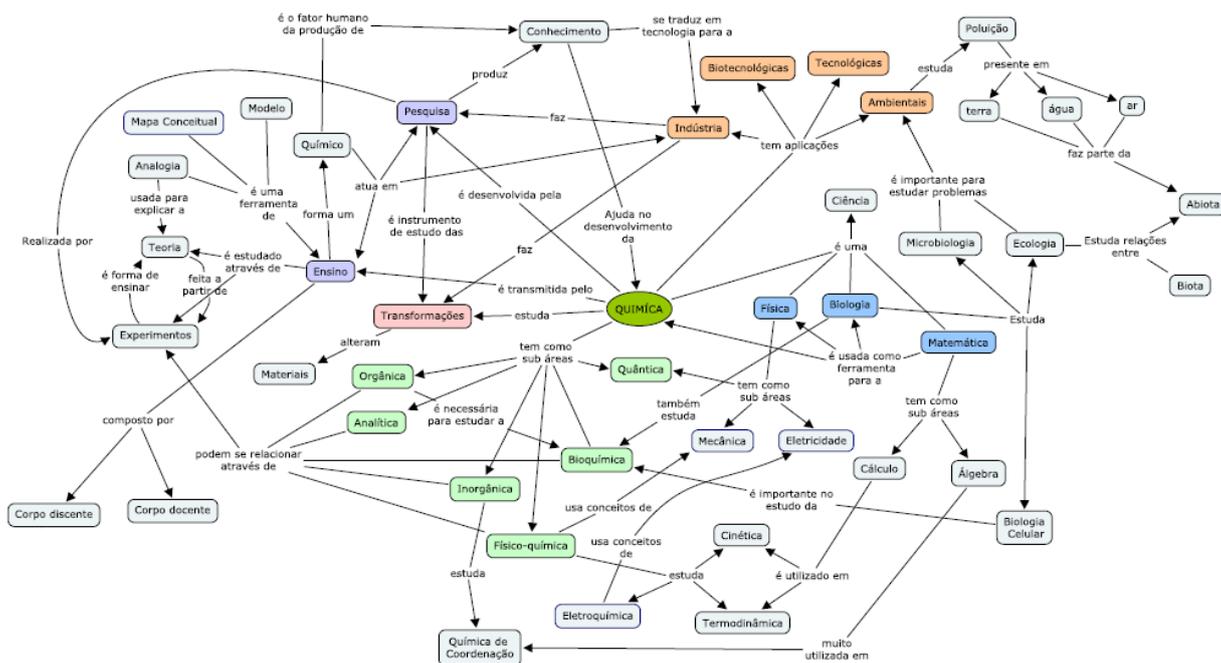
O ponto de partida na elaboração de um MC pode ser a apresentação de uma questão particular a ser respondida, a questão focal (NOVAK; GOWIN, 1984; CANÃS; NOVAK, 2006). Partir de uma pergunta facilita a verificação dos objetivos do MC, dos conceitos inseridos e das

ligações realizadas. Assim, no caso do MC em estudo, foi solicitado que os alunos buscassem responder a questão Como você entende a organização da ciência química? Para ajudá-los, foram apresentadas também questões secundárias: a) Como as áreas ou subáreas que compõem a química se relacionam? b) Em quais condições as áreas se integram? c) Como está e como pode ser organizado o estudo e o aprendizado da química? d) Em que consistem as atividades de um químico? e) Quais são os conhecimentos (ou conceitos) principais da química? f) Quais são os conhecimentos (ou conceitos) prévios (vindos de outras áreas do conhecimento) que dão base para a química? g) Quais as possíveis relações da química com outras ciências ou áreas de conhecimento e atividade humana?

Posteriormente, os alunos produziram um texto e realizaram uma apresentação oral para expor suas ideias à turma, atividades propostas com a finalidade de obter esclarecimentos sobre os MCs que elaboraram.

Foram então produzidos 13 MCs pelos grupos dos cursos de Bacharelado em Química Ambiental e Licenciatura em Química do período noturno. Os grupos podiam conter alunos de um ou dos dois cursos e, doravante, serão identificados por números de 1 a 13 (grupo 1, 2, 3, etc.). A Figura 01 apresenta um exemplo de MC analisado por esta investigação, construído pelo grupo 7.

Figura 01: MC construído pelo grupo 7



Fonte: Dados da pesquisa

Os MCs foram analisados com a finalidade de responder as questões:

1. Quantos conceitos e ligações foram utilizados?
2. Quais são os conceitos com maior número de ligações?
3. As disciplinas do curso de graduação apareceram nos MCs? Se sim, quais?
4. As áreas tradicionais da química (QA, QI, QO, BQ e FQ) compareceram nos MCs? Quais? Quais são as principais relações entre elas?
5. Há menções a outras áreas da química que não as tradicionais, presentes nos MCs com o mesmo valor hierárquico delas?
6. Quais são outras áreas do conhecimento que apareceram nos MCs? Quais são as principais relações que ocorrem entre elas e a química?

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 01 sumariza resultados de uma análise preliminar dos 13 MCs, apresentando número de conceitos, número de ligações, razão entre a quantidade de conceitos e de ligações e conceitos com maior número de ligações.

Tabela 01: Características dos MCs referentes a cada grupo

Grupo	Conceitos (c)	Ligações (l)	c/l	Conceito com mais relações
1	43	56	1,3	Química (11)
2	118	219	1,9	Áreas da química (9)
3	71	91	1,3	Ciência química (14)
4	65	71	1,1	Ensino/aprendizado (6)
5	24	43	1,8	Metabolismo (7)
6	43	113	2,6	Indústria (11)
7	45	80	1,8	Química (16)
8	155	198	1,3	Elementos químicos (12)
9	44	46	1,0	Catalisadores (14)
10	29	41	1,4	Resíduos (8)
11	58	72	1,2	Ciência química (4)
12	106	116	1,1	Termodinâmica (6)
13	55	73	1,3	Metais (10)
média	65,8	93,8	1,5	-

Fonte: Dados da pesquisa

Os conceitos variariam de 24 a 155, e o número de ligações de 41 a 219. Nota-se uma tendência de aumento do número de ligações com o aumento do número de conceitos. A razão entre número de conceitos e de ligações (c/l), um parâmetro da existência de ligações cruzadas entre conceitos, atingiu o valor médio de 1,5. Isso indica que, em geral, os alunos não estabeleceram um grande número de conexões conceituais.

Dos conceitos que apresentaram o maior número de relações, observa-se que Química (considerando também os termos Áreas da Química e Ciência química) apareceu em 5 dos 13 MCs analisados. Em um dos MCs (grupo 12), o conceito com maior número de ligações correspondeu à disciplina Termodinâmica. Outros conceitos químicos que também se destacaram foram Metais, Elementos químicos e Catalisadores. O termo Indústria, que designa um dos ambientes de atuação do químico, foi o conceito com maior número de relações no MC do grupo 6, que também foi aquele com maior quantidade de relações cruzadas, com o valor de $c/l = 2,6$ (Figura 02).

conteúdos geralmente tratados em livros didáticos denominados por Química Geral (QG).

Tabela 02: Presença das disciplinas dos cursos de graduação nos MCs

Disciplina	Área	MC em que constou
Termodinâmica	FQ	1, 4, 5, 8 e 12
Cinética Química	FQ	4, 5, 7, 8 e 12
Eletroquímica e Métodos Eletroanalíticos	QA	7
Análise Química	QA	5 e 9
Química de Coordenação	QI	7, 8 e 12
Transformações da Matéria	QG	9
Estrutura da Matéria	QG	9
Bioquímica Metabólica	BQ	8
Biologia Molecular	BQ	4, 8 e 11

Fonte: Dados da pesquisa

Identificou-se a presença das cinco áreas tradicionais (QA, QI, QO, BQ e FQ) em todos os MCs, sendo que outras seis foram apresentadas com o mesmo status destas: Química Ambiental, Ensino de Química, QG, Química Quântica, Química Forense e Química Verde (Tabela 03). A presença de Química Ambiental, Química Verde e Ensino de Química reflete as especificidades dos cursos dos sujeitos da pesquisa (Bacharelado em Química Ambiental e Licenciatura em Química). A Química Quântica apareceu com o status de área em apenas dois MCs. Em 10 dos 13 MCs, como era esperado, constou a estruturação da química apenas em suas cinco áreas tradicionais. Nos outros MCs algumas delas estiveram ausentes, ou outras foram acrescentadas com o mesmo status. QO, FQ e QI aparecem quase todos os MCs (12 dos 13), refletindo o fato de que são as áreas que apresentam conceitos mais específicos.

Tabela 03: Presença das áreas tradicionais e outras com mesmo status nos MCs

Área	MC em que constou
QA, QI, QO, FQ, BQ	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11 e 12
QI, QO, FQ, BQ	5
QI, QO, FQ, QA	10
Química Ambiental	3, 8, 10 e 13
Ensino de Química	8 e 10
Química Quântica	4 e 7
Química Geral	3 e 4
Química Verde e Química Forense	8

Fonte: Dados da pesquisa

Química Ambiental foi a área com mesmo status das tradicionais que apareceu com maior frequência. No MC do grupo 13, foi a única área citada, expressando as proposições: 1) Química Ambiental estuda Substâncias nocivas; e 2) Química Ambiental é necessário Química fundamental. A proposição 1 exprime uma concepção limitada sobre a Química Ambiental. Essa ideia pode ser observada também em uma proposição do grupo 8: Química Ambiental estuda Compostos nocivos ao ambiente. Maximiano e colaboradores (2009) encontraram dados semelhantes, relatando essa mesma visão estreita por parte de outros estudantes, também dos cursos da USP.

No grupo 3, uma das proposições sobre a Química Ambiental foi: Ambiental é uma ferramenta para Ensino de química. Essa ideia de vínculo com o ensino também foi verificada por Maximiano e colaboradores (2009). Esses pesquisadores sugerem que tal relação esteja vinculada à organização curricular do curso. No caso do grupo 10, a única proposição sobre a Química Ambiental a considera uma área da química: Química tem como áreas Ambiental. Isso também ocorreu no grupo 3: Ciência química subdivide-se em Ambiental.

Quanto à QA, os resultados apontam para seu entendimento enquanto suporte instrumental para outras áreas da química, o que foi manifestado em 6 das 10 proposições em que constou. Alguns exemplos são: Química Analítica é instrumento da Bioquímica;

Analítica fornece ferramentas para Orgânica; e Analítica fornece ferramentas para Bioquímica.

Pelos dados apresentados, é evidente a visão simplificada sobre as relações entre as diferentes áreas do conhecimento químico. Isso torna relevante repensar as interações que ocorrem entre essas diferentes áreas, seja nos livros universitários, nas próprias instituições de ensino e em projetos de pesquisa.

Em 8 dos 13 MCs apareceram relações da química com outros campos do conhecimento (Tabela 05). As mais comuns foram relações com a matemática e a física, que apresentaram a mesma frequência (5), seguidas da biologia (4).

Tabela 05: Outras áreas do conhecimento mencionadas nos MCs

Área	MC	Área	MC
Matemática	1, 2, 4, 6 e 7	Filosofia	1
Física	1, 4, 6, 7 e 8	Engenharia	4 e 10
Biologia	1, 4, 6 e 7	Farmácia	4 e 12
História	1, 4 e 8	Economia	6
Geografia	1 e 8	Ecologia	7
Medicina, sociologia, veterinária	8	Geociências, meteorologia, língua portuguesa, moda	4

Fonte: Dados da pesquisa

Na Tabela 06 constam as proposições que definem as relações química-física e química-matemática. Pode-se observar que todas manifestam concepções reducionistas, em que os outros campos disciplinares são tomados como ferramentas para a química. Pesquisas futuras, focadas nas disciplinas introdutórias desses campos (por exemplo, Cálculo Diferencial e Integral), podem esclarecer o significado desses resultados. Também merecem ser investigados os entendimentos dos estudantes sobre as contribuições da física e da matemática à construção histórica do conhecimento químico.

Tabela 06: Proposições em que física e a matemática estão relacionadas à química

MC	Proposições
1	<i>Matemática ferramenta para a Química</i> <i>Física ferramenta para a Química</i>
2	<i>Matemática se relaciona com a Ciência química como Ferramenta</i>
3	<i>Física é necessária para o Aprendizado de Físico-Química</i> <i>Matemática é necessária para o Aprendizado de Físico-Química</i> <i>Física é necessária para o Aprendizado de Química Geral</i>
6	<i>Química usa preceitos da Física</i>
7	<i>Matemática é usada como ferramenta para a Química</i>

Fonte: Dados da pesquisa

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização dos MCs permitiu identificar as principais relações que os estudantes estabelecem quanto à química e suas áreas, suas concepções a respeito dessa ciência, sua organização e suas interações com outras áreas do conhecimento.

Em geral, os alunos consideraram as cinco áreas tradicionais (FQ, QA, QI, QO, BQ) como constituintes da química. Também foram observadas relações envolvendo as áreas de especialização de seus cursos de graduação (Química Ambiental e Licenciatura).

Química Ambiental foi a área com o mesmo status das tradicionais que compareceu em maior frequência nos MCs analisados, mas ainda com uma ideia limitada diante de sua finalidade social. Para a BQ, observa-se que os alunos apresentam concepções reducionistas, considerando-a dependente de outras áreas, em especial a FQ e QO, como se não possuísse uma identidade – talvez por recorrer a conceitos previamente definidos nessas áreas. Com relação à QA, verificou-se sua compreensão como uma ferramenta para outras áreas da química, tratando-se também de uma concepção reducionista, limitada, abrangendo apenas seu caráter instrumental. Quanto a outros campos do conhecimento, foi nítida a predominância da física e da matemática, que estão presentes em disciplinas do curso de graduação, e as proposições dos MCs as exprimiram apenas enquanto ferramentas para o entendimento dos conceitos químicos.

Estudos mais aprofundados poderão investigar como o estudante organiza o conhecimento químico, tendo como foco o processo ensino-aprendizagem. De forma geral, é possível concluir que o entendimento desses estudantes sobre a organização e as especificidades da química enquanto ciência, considerando sua prática e suas finalidades, é fortemente dependente da organização curricular estabelecida em sua formação química inicial. A apreensão de conceito de ciência química mais em acordo com concepções contemporâneas sobre a organização interna desse campo do conhecimento parece exigir, além da existência de disciplinas específicas integradoras (como foi o caso de Química Integrada, locus do presente estudo), um repensar das matrizes curriculares dos cursos de graduação, ainda vinculadas à tradição da educação química.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química. Brasília: MEC/CNE, 2002.
- CAÑAS, A. J., NOVAK, J. D. Re-examining the foundations for effective use of concept maps. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCEPT MAPPING, 2., 2006, San Jose. Proceedings... San Jose: Universidad de Costa Rica, 2006, v. 1, p. 494-502.
- _____. Teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.
- CORIO, P.; MAXIMIANO, F. A.; PORTO, P. A.; FERNANDEZ, C. A organização da ciência química na visão de graduandos: um estudo utilizando mapas estruturais. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vigo, v. 11, n. 1, p. 76 -97, 2012.
- FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o “fazer ciência”. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 38, p. 32-36, 2008.
- FREITAS FILHO, J. R. Mapas conceituais: estratégia pedagógica para construção de conceitos na disciplina química orgânica. *Ciência & Cognição*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 86 -95, 2007.
- GAMA, A. A. S. Editorial. *Química Nova*, São Paulo, v. 24, n. 6, p. 717, 2001.
- GILBERT, K. K. On the nature of “context” in chemical education. *International Journal of Science Education*, London, v. 28, n. 9, p. 957-976, 2006.
- GOEDHART, M. J. A new perspective on the structure of chemistry as a basis for the undergraduate curriculum. *Journal of Chemical Education*, New York, v. 84, n. 6, p. 971-976, 2007.

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*, Coyoacán, v. 20, n. 4, p. 398-404, 2009.

MOREIRA, M. A.; BUCHWEITZ, B. Novas estratégias de ensino e aprendizagem:

os mapas conceituais e o vê epistemológico. Lisboa: Plátano, 1993.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. Porto Alegre: UFRGS, 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. Learning how to learn. New York: Cambridge University, 1984.

NUNES, P.; PINO, J. C. D. Mapa conceitual: estratégia para a avaliação da rede conceitual estabelecida pelos estudantes sobre o tema átomo. *Experiências em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 53-63, 2008.

REGIS, A.; ALBERTAZZI, P. G.; ROLETTO, E. Concept maps in chemistry education. *Journal of Chemical Education*, New York, v. 73, n. 11, p. 1084-1088, 1996.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em química. *Química Nova*, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.

TARHAN, L.; AYAR-KAYALI, H.; UREK, R. O.; ACAR, B. Problem-based learning in 9th grade chemistry class: “intermolecular forces”. *Research in Science Education*, Dordrecht, v. 38, n. 3, p. 285–300, 2008.

URRUTIA, F. J. C.; DÍAZ, C. M. C.; SANTIBÁÑEZ, L. C. L. Mapas conceptuales como herramienta pedagógica en la enseñanza de la Química Orgánica. *Química Nova*, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 355-360, 2014.