UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA
INSTITUTO DE QUÍMICA
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

IARA TERRA DE OLIVEIRA

A estrutura e organização da ciência Química na visão de estudantes de graduação: uma aplicação da técnica de mapeamento conceitual

.

São Paulo
2011

Nome: OLIVEIRA, Iara Terra de

Título: A estrutura e organização da ciência Química na visão de estudantes de graduação: uma aplicação da técnica de mapeamento conceitual

Dissertação apresentada ao Instituto de Química, Instituto de Física, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre Ciências, obtido no programa Ensino de Ciências – Área de Concentração Ensino de Química.

Orientador: Prof. Dr. Flavio Antônio Maximiano

São Paulo
2011

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Oliveira, Iara Terra de

A estrutura e organização da ciência Química na visão de estudantes de graduação: uma aplicação da técnica de mapeamento conceitual. –São Paulo, 2011.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Prof. Dr. Flavio Antônio Maximiano

Área de Concentração: Ensino de Química

Unitermos: 1. Mapas Conceituais; 2. Ensino Superior; 3. Ensino e Aprendizagem; 4. Química

USP/IF/SBI-023/2011

Aos meus pais, Maria Aparecida e João Márcio,

pelo amor incondicional, pelos ensinamentos e

por estarem sempre acreditando em mim.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre caminhando ao meu lado, protegendo-me e auxiliando-me na tomada de decisões.

Ao professor Dr. Flavio Antonio Maximiano, meu orientador, pelos anos de convivência, pela paciência e pelos ensinamentos, que tanto contribuíram para meu aprendizado em âmbito acadêmico.

Aos alunos do curso de Química, período noturno, do Instituto de Química, da Universidade de São Paulo, pela disposição em participar e contribuir para levantamento de dados da pesquisa para esta dissertação, através da disciplina Química Integrada III no ano de 2008.

À Universidade de São Paulo, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

A todos professores da Universidade de São Paulo, os quais tive o prazer de conhecer, quando cursei disciplinas. Estes puderam me ajudar a compreender um pouco mais sobre este mundo encantado da Química.

À Márcia, eterna amiga, que conheci mestrado, pelos momentos de descontração que passamos em vários eventos científicos e pelas longas conversas em que desabafamos nossas angústias sobre o mestrado.

À Eliana, uma grande amiga, que conheci mestrado, pelos almoços nos restaurantes universitários, pelos trabalhos acadêmicos que construímos juntas, pelos papos sobre viagens e pelos bons momentos que passamos nos eventos científicos.

Ao Renato, amigo de grupo de pesquisa, pelos momentos em que me proporcionou boas risadas nos encontros acadêmicos e pelos papos por telefone.

A minha irmã, Clarice, pela confiança, pelo companheirismo e pelos incentivos para que eu continuasse estudando.

À docente do Instituto de Química, professora Dra. Paola Corio, pelas contribuições na construção deste trabalho.

Ao Tony, meu marido, pela companhia e apoio, durante esses anos de pós-graduação, nas horas de desespero, de angústia; principalmente nos momentos em que o computador não funcionava. Com a maior paciência, ele passou horas e horas tentando arrumar a “máquina” para que continuasse a escrever.

Ao Wilian, meu vizinho e grande amigo que conheci na época de faculdade, pela paciência em ficar ouvindo meus relatos de desespero e angústia durante o período de pós-graduação.

A todos aqueles que contribuíram diretamente e indiretamente para que este trabalho fosse realizado.

“Não basta ensinar ao homem uma especialidade, porque se tornará assim uma máquina utilizável, mas não uma especialidade. É necessário que adquira um sentimento. Um senso prático daquilo que vale a pena ser empreendido, daquilo que é belo, do que é moralmente correto”.

Albert Einstein

RESUMO

OLIVEIRA, I. T., **A estrutura e organização da ciência Química na visão de estudantes de graduação: uma aplicação da técnica de mapeamento conceitual.** 2011. 144 p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Química, Instituto de Física, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

Este trabalho analisa algumas das atividades desenvolvidas no âmbito da disciplina Química Integrada III, oferecida no segundo semestre de 2008 a alunos que então cursavam o sexto semestre dos cursos do IQ-USP do período noturno. As atividades desenvolvidas na disciplina tiveram como finalidade promover a reflexão dos alunos a respeito de suas concepções sobre a natureza e a organização da Química como ciência, e da natureza das relações existentes entre os conceitos (conteúdos) aprendidos nas diferentes disciplinas do curso de graduação. Com o intuito de promover tal reflexão, a disciplina em questão utilizou como ferramenta a elaboração em grupos de dois mapas conceituais. O primeiro mapa conceitual tinha como objetivo que os alunos mostrassem explicitamente as principais relações existentes entre os conceitos estudados em seu curso. Já o segundo mapa conceitual tinha como objetivo representar a visão dos estudantes a respeito da organização estrutural da Química. A análise dos conceitos utilizados e da relação expressa entre os mesmos permitiu observar que as disciplinas do curso e as cinco áreas tradicionais da Química estão presentes como elementos estruturantes da mesma. São também consideradas estruturantes as áreas de atuação profissional destes alunos (Química Ambiental e Ensino de Química). A Bioquímica é geralmente vista como dependente de outras áreas. A Química Analítica é considerada como uma "ferramenta" a serviço das demais. O mesmo ocorre com outras áreas do conhecimento (Matemática e Física).

Palavras-chave: mapas conceituais; ensino superior, natureza da Química.

ABSTRACT

OLIVEIRA, I. T., **The structure and organization of Chemistry concerned by undergraduate students: an application of conceptual mapping.** São Paulo, 2011. 144 p. Dissertation (Master in Science Education-Chemistry Education). Chemistry Institute, Physics Institute, Bioscience Institute, Education Faculty, University of São Paulo, 2011.

This work analyzes some of the activities developed within the subject of Integrated Chemical III, offered in 2008 to sixth semester students of IQ-USP's undergraduate courses. The activities developed in the discipline intended to promote reflections of the students about their conceptions about the nature and organization of the chemistry science, and the nature of the relationship between the concepts (content) learned in the many classes of their undergraduate course. With the goal to promote such reflection, the students have used the conceptual maps as a tool to make two kinds it. The objective of the first kind of conceptual map has been showed by the students that exposed the main existing relations among the concepts studied in graduation's course. The second objective of the conceptual map intended to represent the concern of students about the structural organization of chemistry. The analysis of the used concepts and of the relationship among them, expressed by conceptual maps, shows that the course subjects and the five traditional areas of Chemistry are present as structural elements of this science. The specialization areas in the professional context (Environmental Chemistry and Teaching Training) are also considered structural elements. Biochemistry is generally seen as dependent of the other areas, like Organic Chemistry. Analytical Chemistry is considered a "tool" for the service of other areas. The same situation happens in other areas of knowledge (Mathematics and Physics).

Keywords: conceptual mapping, Chemistry College.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa conceitual de um mapa conceitual elaborado por Ítalo Modesto Dutra.....7

Figura 2 - Importância da frase (ou termo) de ligação nas estruturas proposicionais de um mapa conceitual 8

Figura 3 - Fluxograma do curso de Bacharelado em Química Ambiental.....14

Figura 4 - Fluxograma do curso de Licenciatura em Química.....15

Figura 5 - Exemplo de mapa conceitual hierárquico para o tema estrutura e função celular.....19

Figura 6 - Fluxograma com as etapas de construção de um mapa conceitual.....20

Figura 7 – Mapa conceitual com menor número de conceitos (Mapa 5).....53

Figura 8 – Mapa conceitual com o maior número de ligações cruzadas (Mapa 6)...54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Disciplinas que compõem o núcleo comum para os cursos de Química oferecidos pelo IQ-USP.....13

Tabela 2 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3100 Introdução à Estrutura da Matéria.....30

Tabela 3 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3101 Introdução às Transformações Química.....32

Tabela 4 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL2143 Química Inorgânica.....33

Tabela 5 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3103 Química de Coordenação e Materiais.....34

Tabela 6 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3300 Estrutura e Propriedade de Compostos Orgânicos.....35

Tabela 7 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3300 Reatividade de Compostos Orgânicos.....35

Tabela 8 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3200 Princípios de Análise Química.....37

Tabela 9 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3400 Termodinâmica.....38

Tabela 10 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3401 Cinética Química..... 39

Tabela 11– Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3403 Mecânica Quântica e Espectroscopia.....40

Tabela 12 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3402 Físico-Química Experimental.....40

Tabela 13 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QBQ2434 Bioquímica Metabólica.....41

Tabela 14 - Características gerais dos Mapas Conceituais 1(MC1) construídos pelos alunos do período noturno 44

Tabela 15 - Presença de áreas e disciplinas nos mapas conceituais (MC1).....44

Tabela 16 - Características gerais dos Mapas Conceituais (MC2) construídos pelos alunos do período noturno.....52

Tabela 17 - Classificações das proposições que apresentam o termo "Química", "Áreas da Química" e "Ciência Química".....56

Tabela 18 - Disciplinas que compõem o núcleo comum para os cursos Qnot..... 57

Tabela 19 - Presença das Disciplinas do Curso de Graduação e os Mapas Conceituais que aparecem.....58

Tabela 20 - Número de mapas que apresentam as áreas tradicionais e outras com mesmo status.....59

Tabela 21 - Proposições que correlacionam as áreas da Química.....60

Tabela 22 - Outras áreas do conhecimento e mapas conceituais que estão presentes..... 61

Tabela 23 - As proposições que aparecem a Física e Matemática e seu correspondente mapa conceitual 62

Tabela 24 – Proposições que aparecem as atividades do químico no MC2.....63

Tabela 25 - Mapas conceituais que apresentam as atividades profissionais do químico.....66

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....1
2. OBJETIVOS.....5
3. MAPAS CONCEITUAIS: BASE DA PROPOSTA DE TRABALHO DA DISCIPLINA 6
4. O CONTEXTO DA PESQUISA.....12
4.1 BREVE DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA CURRICULAR DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO DO IQ-USP..... 12
4.2 AS DISCIPLINAS QUÍMICA INTEGRADA..... 16
4.3 A DISCIPLINA QUÍMICA INTEGRADA III OFERECIDA NO ANO DE 2008..... 17
5. OBJETOS DE ANÁLISE: MAPA CONCEITUAL 1 (MC1) E MAPA CONCEITUAL 2 (MC2).....26
6. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....27
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....29
7.1. CONCEITOS LISTADOS PELOS ALUNOS EM CADA DISCIPLINA.....29
7.2. MAPA CONCEITUAL 1- (MC 1) 43
7.2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS MAPAS 43
7.2.2 CONCEITOS PONTOS DE PARTIDA PARA CONSTRUÇÃO DOS MAPAS CONCEITUAIS 45
7.2.3 PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DOS MAPAS CONCEITUAIS.....47
7.3. MAPA CONCEITUAL 2 – (MC-2).....51
7.3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS MAPAS..... 51
7.3.2 CLASSIFICAÇÃO DAS PROPOSIÇÕES COM MAIOR FREQUÊNCIA DO TERMO QUÍMICA.....54
7.3.3 PRESENÇA DAS DISCIPLINAS, ÁREAS DA QUÍMICA E OUTRAS ÁREAS DO CONHECIMENTO NOS MAPAS CONCEITUAIS (MC2).....56
7.3.4 PRESENÇA DAS ATIVIDADES DO QUÍMICO NOS MAPAS CONCEITUAIS (MC2).....62
8. CONCLUSÕES.....67
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....69
10. ANEXOS.....74

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a Química vem experimentando importantes avanços em termos de limites e possibilidades. As instituições de ensino veem-se diante do desafio de oferecer, aos alunos, formação atualizada em consonância crescimento exponencial da informação química disponível (GILBERT, 2006). Isto se reflete em discussões sobre a estrutura curricular dos cursos de Química e também na própria natureza do conhecimento químico. Os cursos de Química vêm sofrendo mudanças há poucas décadas, devido às circunstâncias locais e nacionais. Podemos citar como mudanças: introdução de estratégias de ensino novas, como estudos de casos ensino baseado em problemas, modelagem, aplicação de recursos computacionais e criação de novas disciplinas como quimiometria, polímeros, química de materiais etc.

Segundo as Diretrizes Curriculares Brasileiras, 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. Nas discussões de diretrizes curriculares, em decorrência das mudanças encetadas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, Lei 9.394/96) observa-se tendências a demonstrarem preocupação com uma formação mais geral do estudante, com a inclusão, nos currículos institucionais, de temas que propiciem a reflexão sobre caráter, ética, solidariedade, responsabilidade e cidadania. Prega-se, igualmente, a abertura e a flexibilização das atuais grades curriculares com alteração no sistema de pré-requisitos, redução do número de disciplinas obrigatórias e ampliação do leque de possibilidades a partir do projeto pedagógico da instituição que deverá, necessariamente, assentar-se sobre conceitos de “matéria” e “interdisciplinaridade”. Além disso, já não se pensa em integralização curricular apenas como resultado de aprovação em disciplinas que preencham as fases ou horas-aulas destinadas ao curso. O estudante deve ter tempo e ser estimulado a buscar o conhecimento por si, participar de projetos de pesquisa e de grupos transdisciplinares de trabalhos, de discussões acadêmicas, de seminários, de congressos e similares; deve realizar estágios, escrever, apresentar e defender seus achados (BRASIL, 2001). É

recomendável, portanto, aos cursos, evitarem exagerar no número de disciplinas, que segmentam o conhecimento da área e deixam de ressaltar o essencial do campo de conhecimento. Considera-se que a fragmentação em excesso leva à repetição de conteúdos de maneira desnecessária (ZUCCO et al., 2004).

Pode-se observar que este documento valoriza a interdisciplinaridade e a integração dos conteúdos, mas sabe-se que, geralmente, nas universidades, não é organizada a estrutura curricular a partir dessa abordagem, pois prevalecem os departamentos e os grupos de pesquisa distribuídos nas grandes áreas, refletindo assim a estrutura curricular adotada na maior parte dos países.

A fragmentação do conhecimento químico ainda persiste, prevalecendo nos dias atuais a divisão clássica da química em cinco áreas: Orgânica, Inorgânica, Analítica, Físico-Química e Bioquímica. Segundo alguns autores, essa organização curricular em áreas pode levar os alunos a uma visão extremamente fragmentada do conhecimento químico, ou mesmo a uma especialização precoce (GOEDHART, 2007). Apesar de terem ocorrido algumas mudanças pedagógicas nos cursos universitários, como a aprendizagem ativa, os métodos construtivistas e a aprendizagem baseada em problemas, a estrutura curricular da Química permanece intacta e organizada em torno das áreas centrais**.** Com base leitura de livros e artigos publicados, argumenta-se que, apesar de tais mudanças curriculares, ainda prevalece, na maioria dos países, a subdivisão da Química nas cinco áreas já mencionadas.

Gama (2001), afirma:

> continuamos a trabalhar a Química naquela divisão tradicional: Orgânica, Inorgânica, Analítica e Física, nem incluímos a Bioquímica. 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 (GAMA, 2001, p.717).

Pode-se então questionar se, em nossos dias, a divisão da Química em suas grandes áreas tradicionais ainda seria a maneira mais adequada para classificá-la.

Já no início da década de 1970, Hammond e Nyholm (1971) apontavam a inadequação da tradicional estrutura da química na descrição do que constitui essa ciência:

> A clássica estrutura de Química Orgânica, Inorgânica e Físico-Química, que tem determinado amplamente como a Química é ensinada, cada vez mais falha em refletir o que de fato é feito na Química (HAMMOND; NYHOLM, 1971, p.9).

Mais recentemente, Goedhart (2007) ao tratar da superação das áreas tradicionais da Química sugeriu uma forma diferente de abordar a questão e propôs reorganizar o aprendizado da Química em torno do que chamou de "áreas contextuais":

> Meu ponto de partida é fazer um inventário dos diferentes contextos nos quais os químicos estão ativos. Eu identifico três: Análise, Síntese, e Desenvolvimento de Teorias. Estes contextos são úteis para descrever as principais atividades dos químicos e, simultaneamente, para planejar um currículo para treinar novos químicos (GOEDHART, 2007, p.972).

Goedhart (2007) descreve suas áreas contextuais da seguinte forma:

> Considero o contexto mais amplo que a tradicional química analítica, que é voltada para a determinação da composição qualitativa e quantitativa de misturas, e para a análise elementar de compostos puros. Eu estenderia a análise à determinação de estruturas nos níveis semimicroscópico (p.e., estruturas de superfícies) e microscópico (estruturas moleculares, intermoleculares e reticulares)... A área contextual de Síntese descreve o conhecimento e as habilidades relacionadas à síntese de produtos com propriedades específicas. Isto não significa apenas preparar novos compostos – inclui também a preparação de misturas (compósitos) e

> de materiais com certas propriedades. O Desenvolvimento de Teorias se preocupa com a construção e a validação (geração, acomodação, etc.) de modelos e teorias baseados em propriedades observadas e medidas das substâncias e das reações (GOEDHART, 2007, p. 972-973).

Nesta perspectiva, as áreas contextuais permitem analisar como as atividades dos químicos transcendem, de efeito, os limites das áreas tradicionais.

Motivado pela preocupação com a excessiva fragmentação dos conteúdos de Química, dispersos por numerosas disciplinas semestrais, o Instituto de Química da USP (IQ-USP) implantou em seus cursos disciplinas sob nome Química Integrada, com objetivo de promover, aos alunos, a conexão entre os conceitos estudados em diferentes disciplinas e o desenvolvimento de uma visão unificada da Química.

Este trabalho analisa algumas das atividades desenvolvidas no âmbito da disciplina Química Integrada III, oferecida no segundo semestre de 2008 a alunos que então cursavam o sexto semestre dos cursos do IQ-USP do período noturno. As atividades desenvolvidas na disciplina tiveram como finalidade a promoção da reflexão, por parte dos alunos, a respeito de suas concepções sobre a natureza e a organização da Química como ciência e da natureza das relações existentes entre os conceitos (conteúdos) aprendidos nas diferentes disciplinas do curso de graduação.

Com o intuito de promover tal reflexão, a disciplina em questão utilizou como ferramenta a elaboração em grupos de dois mapas conceituais: o primeiro mapa objetivava que os alunos mostrassem explicitamente as principais relações existentes entre os conceitos estudados em seu curso; o segundo mapa tinha como finalidade representar a visão dos estudantes a respeito da organização estrutural da química.

O presente texto começa com a descrição dos objetivos de trabalho. A seguir é apresentado o que é um mapa conceitual, ao mesmo tempo, objeto da pesquisa e ferramenta de trabalho da disciplina. Neste pinto, procurou-se definir o que são mapas conceituais e mostrar breves exemplos de como eles têm sido utilizados para representar estruturas cognitivas e discutir ou formular currículos. Segue o contexto no qual foi desenvolvida a pesquisa, composto por uma breve descrição dos cursos do IQ-USP e uma descrição mais detalhada das aulas planejadas para a disciplina

Química Integrada III em 2008. Na sequência, são definidos os objetos de estudo e a metodologia de análise utilizada. Os resultados são apresentados juntamente às discussões para cada um dos dois tipos de mapas conceituais analisados. Finalmente, apresentam-se as conclusões do trabalho.

2. OBJETIVOS

Os objetivos do presente trabalho são:

1) Fazer uma descrição das características estruturais básicas dos mapas conceituais produzidos pelos alunos, de maneira a verificar o quão complexas e significativas podem ser estas representações gráficas.

2) Descrever e classificar quais foram os conceitos considerados mais representativos pelos estudantes em cada uma das disciplinas de conteúdo químico cursadas por eles.

3) Descrever e analisar as concepções expressas pelos alunos a respeito da organização da Química como ciência, como esta se relaciona com outras áreas do conhecimento e, principalmente, como os alunos concebem as interações entre as áreas tradicionais da Química.

3. MAPAS CONCEITUAIS: BASE DA PROPOSTA DE TRABALHO DA DISCIPLINA

A técnica de elaboração de mapas conceituais foi desenvolvida durante uma pesquisa realizada pelo grupo de Joseph D. Novak na década de 1970. Na ocasião, Novak e seu grupo acompanharam cerca de 200 alunos durante seus 12 anos de formação escolar, entrevistando-os periodicamente. A finalidade da pesquisa era a determinação de como os períodos iniciais de estudo influenciavam o aprendizado posterior de ciências por parte dos estudantes (NOVAK; GOWIN, 1988). Durante o primeiro ano de coleta de dados, eles enfrentaram a dificuldade de observar mudanças específicas que estavam ocorrendo no entendimento das crianças sobre conceitos científicos e o enorme esforço em transcrever as entrevistas coletadas. Foi então, baseado nas ideias da Teoria da Aprendizagem Significativa[1], formulada por David Ausubel, que Novak e seu grupo de pesquisa desenvolveram a técnica de elaboração de mapas conceituais para coletar os dados de pesquisa das entrevistas com os estudantes (CAÑAS; NOVAK, 2006).

Mapas conceituais são ferramentas na forma de diagramas que indicam relações entre diferentes conceitos (ideias) representados por palavras (geralmente substantivos). Os conceitos aparecem em círculos, retângulos ou outros símbolos (MOREIRA; MASINI, 1982). As relações são demonstradas por meio de conexões explicativas, representadas por setas que indicam a existência de uma relação entre dois ou mais conceitos. Acima das setas, são escritas frases (compostas por verbos), denotando qual a relação que existe entre os dois conceitos. Estas frases são chamadas frases de ligação (NOVAK; CAÑAS, 2008). Abaixo (Figura 1) temos um mapa conceitual que explica o que é mapa conceitual para exemplificar e sintetizar as principais propriedades deste tipo de representação gráfica.

[1] A Teoria da Aprendizagem Significativa, formulada por David Ausubel, preconiza que novos conhecimentos são interligados ao conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aprendiz, de uma forma substantiva e não arbitrária (Braathen, 2005).

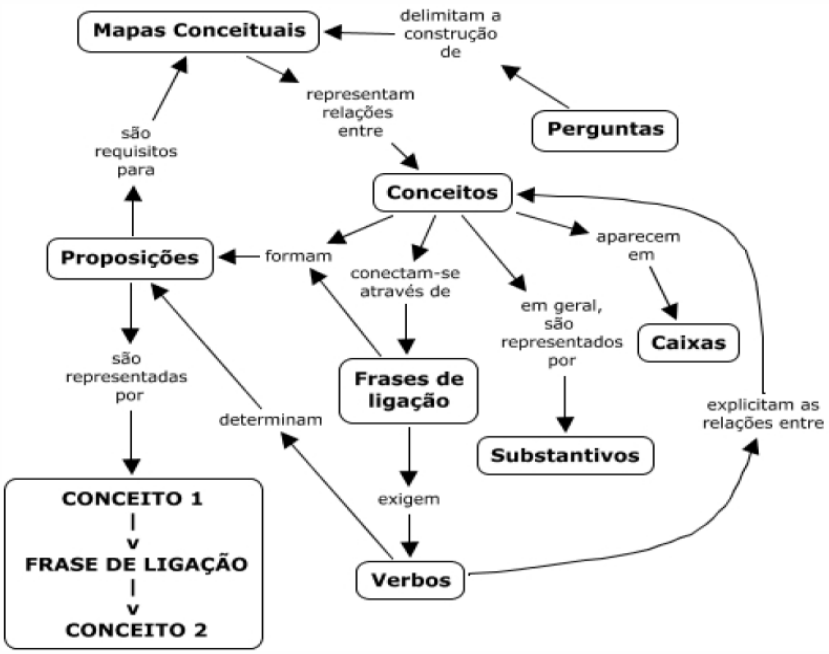


Figura 1 - Mapa conceitual de um mapa conceitual elaborado por Ítalo Modesto Dutra. Disponível em: http://www.mapasconceituais.cap.ufrgs.br/mapas.php. Acesso em: 08/01/2009.

A unidade constituída de dois conceitos, unidos por uma frase de ligação, é denominada proposição e constitui-se na menor unidade semântica de um mapa conceitual (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1993). As proposições são, pois, as unidades fundamentais dos mapas conceituais, sendo a frase de ligação considerada um elemento de inclusão obrigatória, pois só assim se pode expressar claramente a natureza da relação entre os conceitos. Isto é o que confere, ao mapa conceitual, sua característica fundamental, a busca pelo significado, e o difere dos demais organizadores visuais de conhecimento (NOVAK; CAÑAS, 2006), como quadros sinóticos, mapas mentais etc.

Como exemplo da importância do termo de ligação temos, na Figura 2, 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:

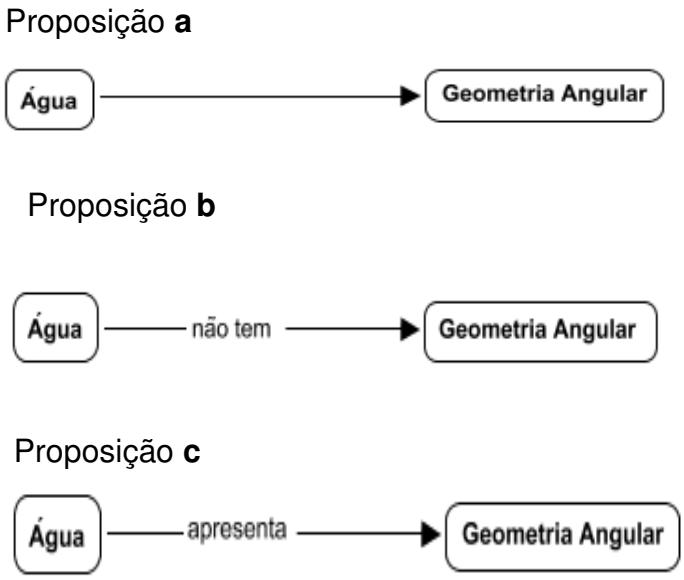


Figura 2 - Importância da frase (ou termo) de ligação nas estruturas proposicionais de um mapa conceitual.

Os mapas conceituais são considerados representações concisas da estrutura conceitual do assunto a ser ensinado e, como tal, provavelmente, facilitadores da aprendizagem dessas estruturas (MOREIRA, 1988). No entanto, devemos salientar as diferenças significativas entre mapas conceituais e outros tipos de diagrama. Sobre isto, Moreira (1997) alerta:

> embora normalmente tenham uma organização hierárquica e, muitas vezes, incluam setas, tais diagramas não devem ser confundidos com organogramas ou diagramas de fluxo, pois não implicam seqüência, temporalidade ou direcionalidade, nem hierarquias organizacionais ou de poder. Mapas conceituais são diagramas de significados, de relações significativas; de hierarquias conceituais, se for o caso (MOREIRA, 1997, p.1).

A técnica valendo-se de mapas conceituais, é muito flexível e, em razão disto, pode ser usada em diversas situações, para diferentes finalidades: instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação, entre outros. 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 estes no contexto de um corpo de conhecimentos. Geralmente os mapas conceituais não são autossuficientes, por isso, é fundamental que seja explicado por quem o faz (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1993).

É possível usar o mapeamento conceitual na organização e estruturação do conhecimento, por exemplo, no planejamento de currículos, uma vez que esta técnica permite facilmente mostrar as relações entre as diferentes partes de um curso. Assim, é possível, por exemplo, identificar quais são os conceitos gerais mais importantes em um curso de graduação. Ainda nesse contexto, o mapeamento pode auxiliar o sequenciamento de aprendizagem de forma progressiva, partindo dos conhecimentos mais gerais em direção aos mais específicos (NOVAK; CAÑAS, 2006).

Por ser ferramenta versátil, mapas conceituais também têm sido utilizados nos mais variados projetos de pesquisa identificando uma determinada estrutura conceitual de um corpo de conhecimento ou, ainda, no caso de estudantes ou profissionais, a estrutura cognitiva de indivíduos (REGIS; ALBERTAZZI; ROLETTO, 1996; NOVAK; GOWIN, 1988).

Por exemplo, no Instituto Federal de Santa Catarina, o mapeamento conceitual foi usado para sintetizar a construção do currículo de um curso técnico para jovens, integrando o conhecimento do ensino médio e técnico. Neste trabalho, 20 professores das diferentes áreas, tanto do domínio técnico quanto da Matemática, Física, Humanidades e Línguas reuniram-se a fim de discutir e sintetizar os principais documentos para a construção do currículo deste curso. Após períodos de discussão, os professores produziram mapas conceituais representando a organização curricular do curso, bem como as principais ideias abordadas (CANTÚ; SCHOROEDER; SILVA, 2010).

Os mapas conceituais podem ser usados para verificar as possíveis ideias integradoras entre componentes curriculares nas diferentes modalidades de ensino, seja no fundamental, médio ou até em cursos de ensino superior. Essa ferramenta foi utilizada num projeto de pesquisa, com a finalidade de identificar e avaliar as relações constituintes entre conceitos químicos e se há associação destes com

aqueles da Biologia. Foi feita também uma análise para verificar se houve uma melhor aprendizagem dos conceitos de Química com os 34 estudantes do primeiro ano do ensino médio de uma escola estadual na cidade de Novo Hamburgo. Para verificar esses objetivos descritos anteriormente solicitou-se aos estudantes a construção de um mapa conceitual sobre o conceito de átomo. A análise serviu para verificar as proposições que apareceram em cada mapa e categorizar aquelas úteis para o processo de aprendizagem significativa. Mesmo com a dificuldade dos estudantes na construção de mapas conceituais, essa estratégia pôde apontar algumas lacunas no conhecimento destes, indicando os conceitos de maior dificuldade de compreensão (NUNES; PINO, 2008).

Para integrar conceitos da Matemática aos da Economia, no Ensino Superior, os docentes das disciplinas, no sistema educacional europeu, 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).

A ferramenta foi utilizada como instrumento articulador para promover a interdisciplinaridade das disciplinas de Química, Física e Biologia, integrando o conceito de energia, com uma turma de terceiro semestre do curso técnico de Eletrônica integrado ao Ensino Médio, na Modalidade EJA, do Instituto Federal de Ensino, Ciência e Tecnologia Fluminense, *campus* Campos dos Goytacazes. Na análise dos mapas foi possível observar que os alunos conseguiam relacionar entre si os conceitos estudados, associando-os ao conceito de energia. Os pesquisadores verificaram o fato dos alunos terem conseguido relacionar a energia com o estudo das disciplinas de Física, Química e Biologia, entretanto apresentaram dificuldades conceituais quanto a sua generalização como um tema mais abrangente e inclusivo (MARTINS, et al., 2009).

O mapeamento conceitual pode ser usado como ferramenta para verificar o aprendizado dos estudantes sobre determinado tema. O mapa conceitual foi instrumento de análise para verificar a estrutura cognitiva que apresentavam os graduandos do último ano em Odontologia da UFRJ com relação à temática do esmalte na disciplina de Odontopediatria. A análise dos mapas elaborados pelos estudantes possibilitou um estudo não só sobre a estrutura cognitiva e as concepções sobre saúde oral dos alunos, como também um diagnóstico do

conhecimento em diversos aspectos relevantes às formações científica e profissional, apontando para a necessidade de se repensar o processo ensino-aprendizagem nos cursos de Odontologia. Foi feita uma análise qualitativa que, seguindo as especificações de Novak e Gowin (1984), utiliza os mapas conceituais para avaliar o conhecimento dos alunos. Também foi feita uma análise quantitativa, apontando as características de cada mapa conceitual. Cada aluno elaborou um mapa conceitual sobre a temática do esmalte, representando a estrutura conceitual e suas inter-relações (STRUCHINER; VIEIRA; RICCIARDI, 1999).

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 catorze 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).

Tendo em vista, portanto, a larga utilização de mapas conceituais como forma de refletir ou conceber estruturas curriculares, representar as inter-relações existentes entre conceitos de um determinado campo do conhecimento e também verificar importantes aspectos da estrutura cognitiva de indivíduos, através das relações de significado que estes elaboram, ao escreverem proposições, que os docentes da disciplina Química Integrada III decidiram lançar mão desta ferramenta como base para promover, aos alunos, discussões a respeito do que estes estavam aprendendo em seu curso de graduação e da visão deles sobre a ciência à qual dedicam seus estudos.

4. O CONTEXTO DA PESQUISA

4.1 BREVE DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA CURRICULAR DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO DO IQ-USP

O IQ-USP oferece três diferentes cursos de graduação. O curso de Química em período integral dá a possibilidade ao aluno de obter os seguintes títulos ou habilitações: Bacharelado em Química; Bacharelado em Química com ênfase em Bioquímica e Biologia Molecular; Bacharelado em Química com Atribuições Tecnológicas; Bacharelado em Química com Atribuições Biotecnológicas e Licenciatura em Química. A estrutura curricular deste curso é composta por um núcleo comum, contendo disciplinas comuns a qualquer uma das cinco modalidades e um núcleo específico, correspondente a cada modalidade. A escolha do aluno por uma ou mais modalidades dá-se ao longo do curso, geralmente, no quinto semestre da graduação. Já, no período noturno, são oferecidos dois cursos, o de Bacharelado em Química Ambiental e o de Licenciatura em Química. Neste caso, a escolha do aluno pelo curso já ocorre em seu ingresso, via vestibular. Como no curso integral, a estrutura curricular é formada por um núcleo comum e um núcleo específico, sendo as disciplinas básicas e comuns aos dois cursos cursadas em conjunto, por todos os alunos, que só são separados nas disciplinas específicas.

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. 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. Nas Figuras 3 e 4 são mostrados os fluxogramas dos cursos do período noturno (objetos do presente trabalho), respectivamente para os cursos de Química Ambiental e Licenciatura em Química, de maneira a poder ser vista a sequência de todas as disciplinas que os compõem e os pré-requisitos destas.

Tabela 1 - Disciplinas que compõem o núcleo comum para os cursos de Química oferecidos pelo IQ-USP

Áreas da Química	**Curso de Química do Período Integral (QInt)**	**Cursos de Química do Período Noturno (QNot)**
Química Geral (QG)	Fundamentos da Química – Estrutura[a] Fundamentos da Química – Transformações[a]	Introdução à Estrutura da Matéria[a] Introdução às Transformações Químicas[a]
Química Inorgânica (QI)	Química dos Elementos[a] Química de Coordenação	Química Inorgânica[a] Química de Coordenação e Materiais[a]
Química Orgânica (QO)	Estrutura e Propriedades de Compostos Orgânicos[a] Reatividade de Compostos Orgânicos I[a] Reatividade de Compostos Orgânicos II[a] Química Orgânica Experimental	Estrutura e Propriedades de Compostos Orgânicos[a] Reatividade de Compostos Orgânicos[a] Técnicas Experimentais de Química Orgânica
Físico-Química (FQ)	Físico-Química I[a] Físico-Química II[a] Físico-Química Experimental[a] Química Quântica[a] Fundamentos de Espectroscopia e Métodos Espectroscópicos[a]	Termodinâmica[a] Cinética Química[a] Físico-Química Experimental[a] Mecânica Quântica e Espectroscopia[a]
Química Analítica (QA)	Eletroquímica e Eletroanalítica[a,b] Princípios da Análise Química[a] Química Analítica Instrumental	Princípios da Análise Química[a] Química Analítica Instrumental Eletroquímica e Métodos Eletroanalíticos
Bioquímica (BQ)	Bioquímica: Estrutura de Biomoléculas e Metabolismo[a] Biologia Molecular[a]	Bioquímica Metabólica[a] Biologia Molecular
Outras	Quimiometria[a] Química do Meio Ambiente Pesquisa e Desenvolvimento em Química Química Integrada II[a] Química Integrada III	Química, Meio Ambiente e Educação[a] Química Integrada II[a] Química Integrada III

a. Disciplinas cursadas pela maioria dos alunos que cursaram a disciplina de Química Integrada III, objeto do presente estudo.
b. A disciplina EletroQuímica e Eletroanalítica envolve conteúdos que são tradicionalmente abordados em cursos das áreas de FQ e QA e são ministradas por dois docentes, um de cada área.

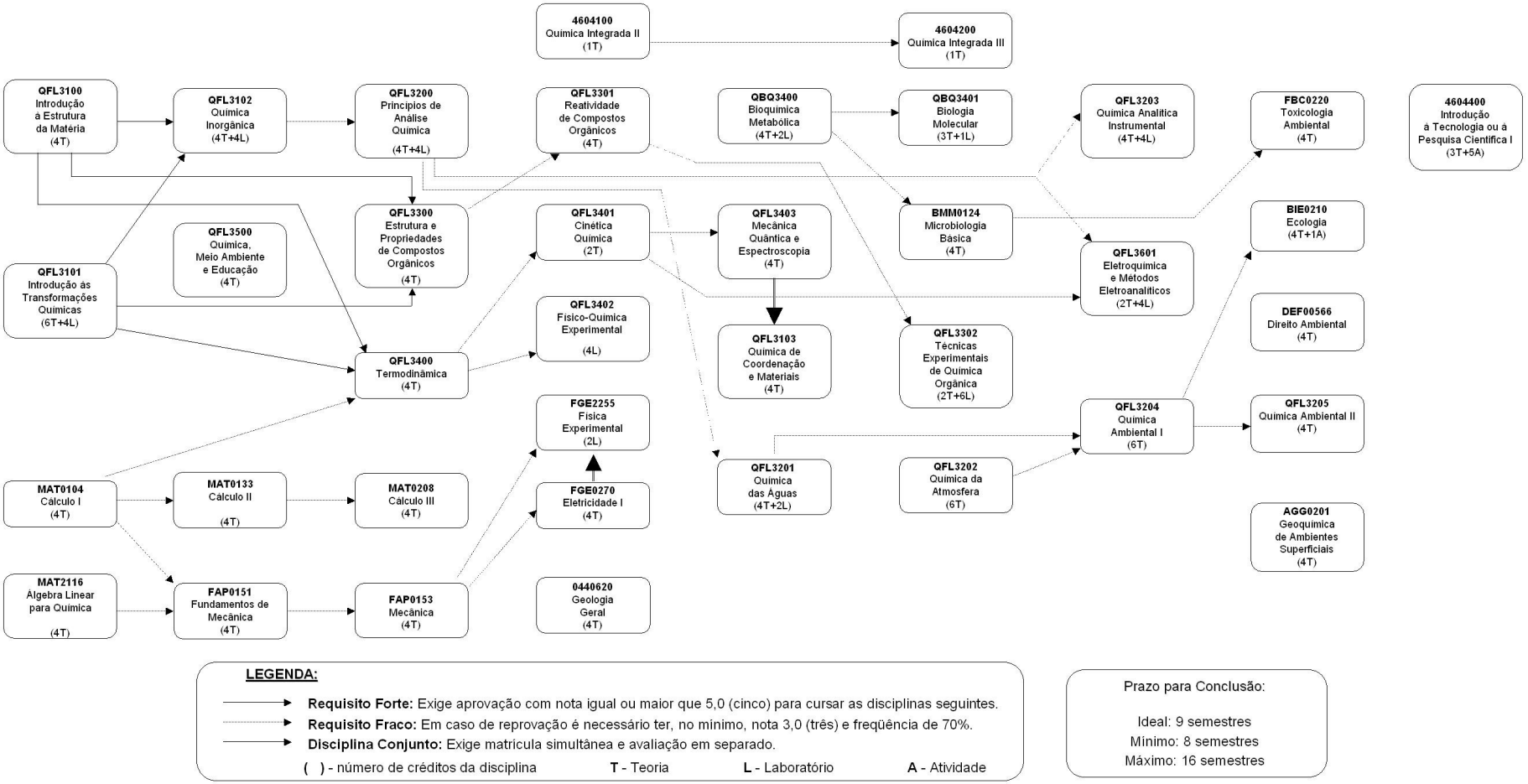


Figura 3 - Fluxograma do curso de Bacharelado em Química Ambiental

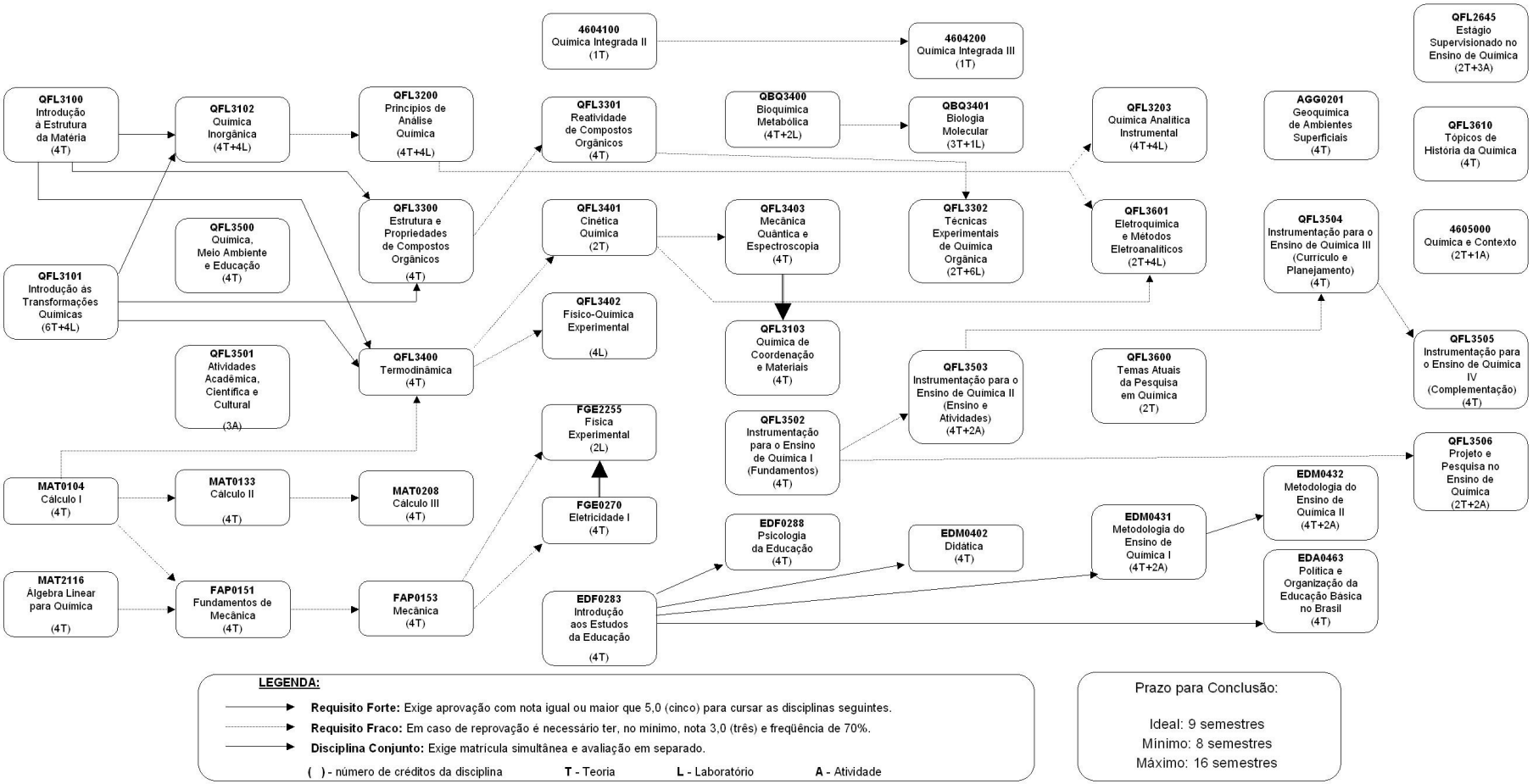


Figura 4 - Fluxograma do curso de Licenciatura em Química

4.2 AS DISCIPLINAS DE QUÍMICA INTEGRADA

Em 2005, o IQ-USP julgou necessário que seus alunos desenvolvessem uma visão mais clara da associação dos diferentes conteúdos programáticos, promovendo uma visão mais abrangente e integrada da ciência Química. Foi então aplicada uma avaliação ao final daquele ano letivo para os alunos do ingressantes nos três cursos de graduação então oferecidos pelo IQ-USP. Esta avaliação abordava o conteúdo das diferentes disciplinas cursadas no primeiro ano e a nota obtida pelo aluno foi considerada na composição da nota final de todas as disciplinas cursadas no segundo semestre.

Após esta experiência, no ano seguinte foram criadas quatro disciplinas (Química Integrada I, II, III e IV) obrigatórias para todos os cursos de graduação em Química do IQ-USP com 1h/a semanal (Anexo A). Desta forma, ao invés de se constituir como um único momento de avaliação, as disciplinas passaram a contar com aulas presenciais que tinham como objetivos promover a associação crescente dos conhecimentos apresentados isoladamente nas disciplinas dos currículos da universidade, oferecer situações integradoras, desenvolver a capacidade de resolver problemas reais – com os quais os estudantes poderiam se defrontar na vida profissional – , proporcionar uma reflexão sobre a Química e o curso de graduação em Química (Anexo B).

A responsabilidade por cada uma destas disciplinas era atribuída a uma equipe, formada por docentes especialistas em diferentes áreas da Química. O conteúdo abordado e a metodologia aplicada variavam de acordo com a disciplina e a equipe docente, tendo sido realizadas diferentes experiências, como a resolução de questões amplas, envolvendo problemas integradores ou a execução de um miniprojeto. Em 2007, as disciplinas Química Integrada I e IV (para alunos ingressantes e concluintes, respectivamente), deixaram de existir e, em 2011, todas as disciplinas de Química Integrada foram retiradas dos currículos. As razões para estas mudanças ou uma avaliação do sucesso ou fracasso do projeto são diversas, complexas e fogem aos objetivos do presente trabalho, não sendo aqui apontadas nem discutidas.

4.3 A DISCIPLINA QUÍMICA INTEGRADA III OFERECIDA NO ANO DE 2008

O contexto da pesquisa foi a disciplina Química Integrada III, oferecida no segundo semestre do ano letivo de 2008. Na ocasião, a disciplina foi ministrada por três docentes e oferecida aos alunos dos 6º semestre dos diferentes cursos do IQ-USP em dois horários distintos: às sextas-feiras, pela manhã, majoritariamente para os alunos do período integral, e aos sábados, pela manhã, para os alunos do período noturno. Apenas três dos alunos que cursaram a disciplina aos sábados eram oriundos do curso integral. A mestranda, autora deste trabalho, acompanhou as aulas aos sábados, por isso, o material coletado e analisado foi referente a esta turma.

O requisito necessário para o aluno poder cursar esta disciplina era que tivesse cursado pelo manos a Química Integrada II. Por este motivo, nem todos os alunos matriculados haviam sido aprovados em todas as disciplinas anteriores. A turma oferecida para o curso integral contava com 35 alunos matriculados e a turma do período noturno com 48 alunos.

O objetivo traçado para a disciplina, naquele ano, era o de promover uma reflexão sobre a Química e o curso de graduação em Química com suas possíveis implicações curriculares. Tendo em vista a versatilidade de mapas conceituais como instrumentos de organização de estruturas conceituais, principalmente devido à característica destes basearem-se na relação entre conceitos, em 2008, a equipe docente responsável pela disciplina Química Integrada III decidiu utilizar mapas conceituais como ferramenta para promover uma reflexão sobre a Ciência Química e o curso de graduação em Química do IQ-USP. Foi então programado um total de oito aulas com duração de uma hora e quarenta minutos cada.

A seguir, apresenta-se uma descrição referente à programação das aulas da disciplina, com ênfase nas atividades produzidas pelos alunos que serviram como dados para este trabalho. O objetivo é mostrar como foi organizada a disciplina, quais foram os materiais produzidos pelos alunos e, dentre estes, quais serão considerados para análise neste trabalho. Outro objetivo é o de registrar como foram o desenvolvimento e a aplicação da disciplina, mesmo que o objetivo do presente trabalho não seja o de avaliá-la.

1ª aula

Foi apresentado, por um dos docentes responsáveis, o objetivo da disciplina, com a entrega de um cronograma, discriminando todas as datas e atividades que teriam de ser realizadas (Anexo C). A seguir, foi ministrada uma aula, de aproximadamente cinquenta minutos, 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.

Ao final da aula, os professores da disciplina forneceram, aos alunos, um quadro contendo as várias disciplinas de Química já cursadas (Anexo D). Para cada disciplina, havia um espaço em branco, para que os alunos, de forma individual, listassem os conceitos aprendidos que julgassem mais importantes e fundamentais. Estas tabelas foram utilizadas para a construção de uma lista de conceitos prévios, a ser utilizada como base na elaboração do primeiro mapa conceitual que objetivava a demonstração, na visão dos alunos, das relações entre os principais conceitos aprendidos nas disciplinas do curso. Foram consideradas apenas as disciplinas de conteúdo químico, excluindo-se disciplinas como Cálculo e Física, uma vez que o objetivo era apenas a discussão dos conceitos químicos aprendidos.

2ª aula

Nesta aula, foram retomados alguns conceitos apresentados na aula 1, a partir da discussão da Figura 1 (Pagina 7). Foi dada maior ênfase às dificuldades em se utilizar mapas conceituais como instrumentos de aprendizado, apresentado um exemplo de mapa conceitual, em que estão claramente representados os diferentes níveis hierárquicos (Figura 5) e nas etapas necessárias para a construção de um bom mapa conceitual, sintetizado na Figura 6. Uma cópia das Figuras 5 e 6 foram entregues a cada aluno com a instrução de que as mesmas fossem consultadas na ocasião de elaboração dos mapas conceituais futuros.

Em seguida, os alunos procederam a um treinamento prático com os docentes da disciplina visando a criação dos mapas conceituais que produziram individualmente, de forma escrita, a partir de uma lista prévia com 26 conceitos, com o tema Equilíbrios Químicos.

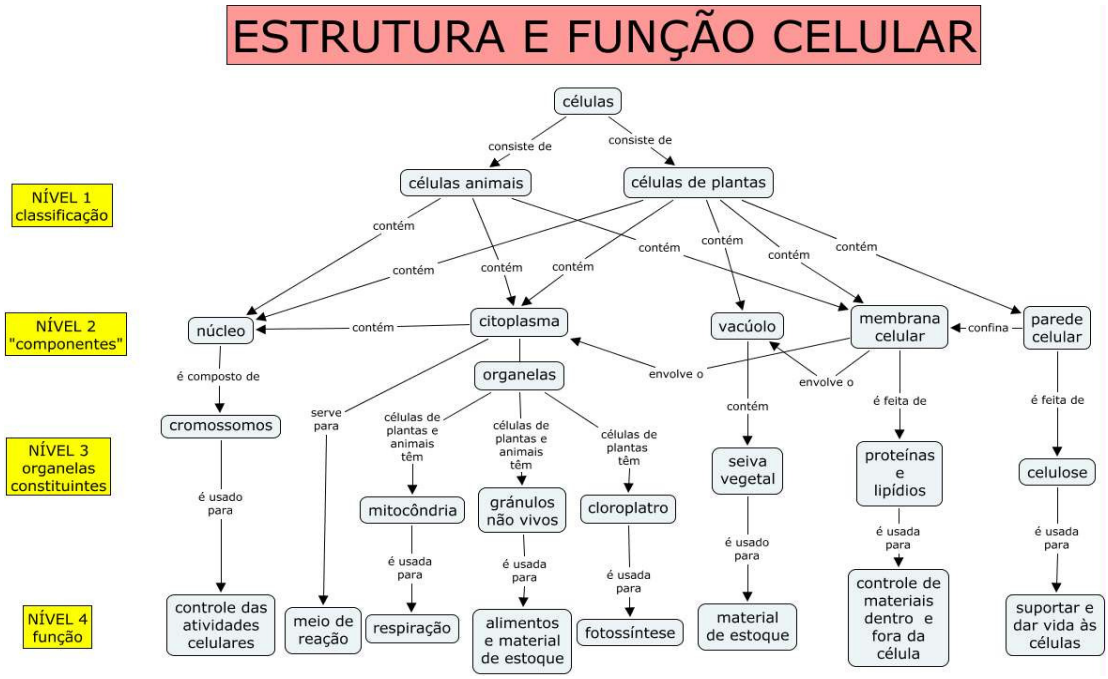


Figura 5: Exemplo de mapa conceitual hierárquico para o tema estrutura e função celular.

3ª aula

Na terceira aula foram apresentados aos alunos outros exemplos de mapas conceituais, enfatizando a existência de mapas hierárquicos e não hierárquicos (em rede), bem como as vantagens e desvantagens de cada tipo. 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* (http://cmap.ihmc.us/conceptmap.html), disponível gratuitamente na rede, desenvolvido pelo Institute for Human Machine Cognition da University of West *Florida.* Este programa possibilita a criação de mapas conceituais, permitindo ao usuário compartilhar e modificar os mapas

criados em algum lugar da rede (internet, intranet etc.). Apresenta vários recursos que possibilitam algumas análises dos mapas a contagem de conceitos, o número total de linhas, as frases de ligações, além de uma série de outras funções.

Na parte final da aula, cada grupo recebeu um texto de 254 palavras, extraído do livro *General Chemistry*, de L. Pauling que apresenta uma definição da ciência Química (PAULING, 1988). Foi pedida aos alunos a transformação do texto em um mapa conceitual, respondendo à questão focal: *O que é Química?* Os principais conceitos, que deveriam ser utilizados no mapa, foram destacados no texto (Anexo E). Os objetivos eram o de que os alunos simplesmente utilizassem o programa para explorar suas potencialidades e que pudessem sanar, junto ao professor, eventuais dúvidas com relação ao seu uso.

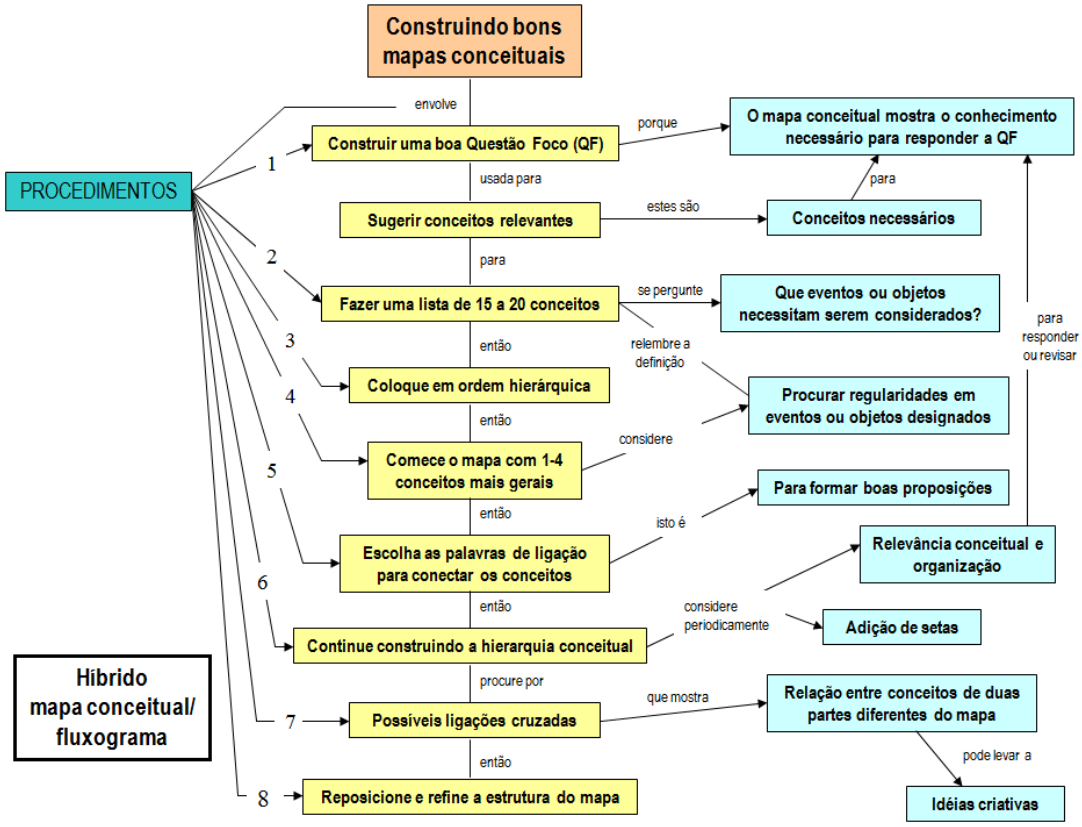


Figura 6 - Fluxograma que mostra as etapas de construção de um mapa conceitual. Adaptado de http://cmapskm.ihmc.us/servlet/SBReadResourceServlet?rid=1064009710027_279131382_27088&partName=htmltext. Acesso em: 03 nov. 2010.

4ª aula

Nesta aula, os alunos foram divididos nos grupos em que executariam as próximas atividades. Cada grupo, novamente, completou a tabela da aula 1. 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 (Quadro 1) . Esta lista foi elaborada pelos docentes da disciplina e pela mestranda. Na elaboração da lista foram tabulados todos os conceitos citados para cada disciplina e, além dos conceitos mais citados, foram acrescidos conceitos poucos citados, mas que foram julgados importantes pelos professores. A lista continha noventa e dois conceitos. Ato contínuo, foram entregues as instruções para a elaboração do mapa conceitual 1 (MC1) (Anexo F), no qual 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. O MC1 objetivava responder à seguinte questão focal: *Quais são as relações existentes entre os principais conceitos químicos aprendidos no curso de Química?*

Foi explicitado aos alunos que não havia a necessidade de utilizar todos os conceitos e que havia a possibilidade de utilizarem outros conceitos ausentes na lista, se entendessem 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.

5ª aula

Nesta aula, os alunos apresentaram o primeiro mapa conceitual feito em grupo. Cada grupo teve entre 10 e 15 minutos para fazer sua apresentação. Em seguida à apresentação, cada trabalho foi discutido com todos os alunos da turma. Para que isto fosse possível, a turma toda foi dividida em dois grandes grupos, cada qual fazendo suas apresentações em um dia. Todas as

apresentações e discussões foram gravadas em áudio e vídeo, para auxiliar uma posterior análise.

Ao final da aula, foram entregues as instruções para a execução do mapa conceitual 2 (MC2) (ANEXO G).

Quadro 1 - Lista de conceitos base para a elaboração do MC1

Acidez	Estrutura atômica	Oxidação – redução
Ácido - base	Estrutura molecular	Partícula na caixa
Aminoácidos	Expressão gênica	Periodicidade
Análise	Fenômenos de interface	pH
Aromaticidade	Função de onda	Precipitação
Basicidade	Gravimetria	Princípio da Incerteza
Biotecnologia	Grupos de ponto	Processos industriais
Carboidratos	Grupos funcionais	Proteínas
Catálise	Hibridização	Quantificação de espécies
Ciclo de Krebs	Identificação de espécies	Quantização
Cinética	Interações intermoleculares	Quiralidade
Cinética enzimática/	Isomeria	Reações Químicas
Enzimas	Leis da Termodinâmica/	Reparação
Complexos	Termodinâmica	Replicação
Constantes de equilíbrio	Leis de velocidade/ Cinética	Ressonância
Densidade	Química	Seletividade
Diagrama de fases	Ligações Químicas (iônica,	Semimetais
Diagrama Tanabe-Sugano	covalente, metálica)	Sensibilidade
DNA e RNA	Lipídeos	Separação
Dualidade onda partícula	Mecanismos de reações	Simetria
Efeito fotoelétrico	Metabolismo	Síntese
Eletronegatividade	Metais	Tensão superficial
EletroQuímica	Modelos Teóricos	Teoria do campo ligante
Energia livre de Gibbs	Mol	Termodinâmica
Entalpia	Mutações	Transcrição
Entropia	Não metais	Transições eletrônicas
Equação de Schroedinger	Nomenclatura	Velocidade de reações
Equilíbrio químico	Operador	Viscosidade
Equilíbrios entre fases	Orbitais atômicos	Volumetria
Espectroscopia	Orbitais Moleculares	VSEPR[2]*
Estabilidade	Ordem de reações	
EstereoQuímica		

6ª aula

Foi apresentado um segundo mapa conceitual construído pelos mesmos grupos de alunos. O objetivo desse segundo mapa era mostrar o entendimento que os alunos tinham sobre a ciência Química. Para isso, foi considerada a seguinte questão focal: *Como você entende a organização da ciência Química?*

[2] Sigla em inglês que significa *Valence Shell Electron Pair Repulsion Theory*. Em português corresponde a "Teoria de Repulsão dos Pares de Elétrons na Camada de Valência.

Desta vez, os alunos deveriam montar listas de conceitos, pois esta não lhes foi fornecida. A fim de ajudá-lo na confecção do mapa, foi elaborada uma lista de questões, provocando a reflexão sobre a natureza da Química:

- *Como as áreas ou subáreas que compõe a Química se relacionam?*
- *Em quais condições as áreas se integram?*
- *Como está e como pode ser organizado o estudo e o aprendizado da Química?*
- *Em que consistem as atividades de um químico?*
- *Quais são os conhecimentos (ou conceitos) principais da Química?*
- *Quais são os conhecimentos (ou conceitos) prévios (vindos de outras áreas do conhecimento) que dão base para a Química?*
- *Quais as possíveis relações da Química com outras ciências ou áreas de conhecimento e atividade humana?*

Era esperado que a reflexão em grupo – provocada pelas possíveis respostas às questões – estivessem presentes de alguma maneira no mapa conceitual.

Como na aula anterior, os grupos tiveram de 10 a 15 minutos para apresentar o resultado de seu trabalho, que foi depois discutido com todos os presentes.

As apresentações e discussões foram gravadas em áudio e vídeo.

7ª aula

Nesta aula, houve a discussão de dois textos disponibilizados na *homepage* da disciplina dias anteriores à realização da aula. Os títulos dos textos eram *Uma nova perspectiva sobre a estrutura da Química como base para o currículo de graduação* (GOEDHART, 2007) e a *A Química tem uma estrutura lógica?* (JENSEN, 1998).

A razão da escolha do primeiro texto é que este apresenta uma nova classificação para a estrutura curricular Química, baseado no que os químicos realmente fazem, classificando-a em três áreas contextuais denominadas Análise, Síntese e Desenvolvimento de Teorias. A análise corresponde à determinação de compostos em níveis qualitativos e quantitativos. A síntese descreve sínteses de compostos que os químicos fazem. O desenvolvimento de teorias refere-se aos modelos e teorias aplicadas nas disciplinas.

A escolha do segundo texto deu-se porque este classifica os conceitos e modelos de Química em três grandes categorias, baseadas tanto em sua composição, como energia, quanto em função do tempo envolvido na reação química. Cada uma das categorias pode, por sua vez, ser classificada em qualquer um dos três níveis conceituais: o molar, o molecular ou elétrico.

A discussão promovida nesta aula para a turma do período noturno também foi gravada em áudio e vídeo. Antes da aula, os alunos fizeram individualmente um estudo dirigido sobre os textos, que foi entregue como atividade ao final desta aula (ANEXO H).

8ª aula

Na última aula foi realizada uma avaliação em que os docentes aplicaram aos alunos dois questionários (ANEXO I). O primeiro era uma auto-avaliação do aluno sobre a sua participação nas diferentes atividades da disciplina, como frequência aulas e participação nas aulas e elaboração dos mapas conceituais. O outro questionário buscava a avaliação da disciplina pelos alunos com o objetivo de analisar a pertinência de cada atividade realizada.

Outras importantes informações a respeito da disciplina:

- Foi criada uma *homepage* para a disciplina, onde foi disponibilizado o material apresentado nas aulas, os textos e as instruções para as atividades.

- Foi disponibilizado um texto básico sobre mapas conceituais (MOREIRA, 1997) e um manual de instruções para o programa *CmapTools.*

- A entrega dos trabalhos era feita cinco dias antes da apresentação via *web*. Os alunos deviam entregar o mapa conceitual em arquivos de computador nos formatos pdf ou xml. Junto aos mapas conceituais, cada grupo deveria também entregar um texto de uma ou duas páginas explicando o seu mapa.

5. OBJETOS DE ANÁLISE

MAPA CONCEITUAL 1 (MC1) E MAPA CONCEITUAL 2 (MC2)

O material da pesquisa analisado foram os MC1 e MC2, criados pelos estudantes, em grupos, com o software *CmapTools*, resultado das atividades da disciplina de Química Integrada III, no ano letivo de 2008, referente aos grupos dos cursos de Bacharelado em Química Ambiental e Licenciatura em Química do período noturno.

O MC1 tinha como questão focal a seguinte pergunta: *Quais são as relações existentes entre os principais conceitos químicos aprendidos no curso de Química?* A questão focal do MC2 foi *Como você entende a organização da ciência Química?*

A disciplina contou com quarenta e oito estudantes, a maioria do sexto semestre do curso. Estes estudantes dividiram-se livremente em treze grupos de três ou quatro integrantes (apenas um dos grupos era composto por cinco integrantes). Um dos grupos (grupo 12) era formado por alunos do curso do período integral matriculados na turma do período noturno. Ao longo da disciplina, foram produzidos vinte e seis mapas conceituais que serão objeto de análise do presente trabalho (treze mapas conceituais para cada uma das duas questões focais descritas anteriormente.

Todos os mapas conceituais foram produzidos pelos estudantes com o auxílio do programa computacional *CmapTools*, distribuído gratuitamente. Os grupos deveriam entregar seus mapas na data estipulada, por correio eletrônico, na forma de arquivos com extensão xml ou pdf, acompanhados de um breve texto que descritivo dos aspectos mais importantes de seus mapas conceituais.

Foram também objeto de análise deste trabalho os vídeos gravados durante as aulas de apresentação do mapa de cada grupo.

6. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Com o objetivo de descrever os principais aspectos a respeito dos mapas conceituais produzidos, realizou-se uma análise dos mapas conceituais 1 e 2 criados no software *CmapTools*.

Para o MC1, que tinha como objetivo responder a seguinte questão focal: *Quais são as relações existentes entre os principais conceitos químicos aprendidos no curso de Química?* foram propostas as seguintes questões para a análise:

1) Quantos conceitos e ligações foram utilizados?
2) Quais são os conceitos 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?
6) Como foi o processo de construção do mapa conceitual?

Para o MC2, que tinha como objetivo responder a questão focal *Como você entende a organização da ciência química?* foram propostas as seguintes questões para a análise:

1) Quantos conceitos e ligações foram utilizados?
2) Quais são os conceitos com maior número de ligações?
3) As disciplinas cursadas na graduação aparecem no mapa conceitual? Quais as relações entre as mesmas?
4) Há citação de outras áreas que não sejam as tradicionais, mas que no mapa conceitual sejam apresentadas com o mesmo valor?
5) Quais e como se dão as relações entre a Química e outras áreas do conhecimento?

6) Quais são as principais atividades do químico que aparecem nos mapas conceituais?

Na análise das questões acima também foram utilizados os vídeos gravados e os textos explicativos escritos pelos alunos com o objetivo de confirmar as inferências feitas nas análises dos mapas conceituais e de suas proposições.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os mapas conceituais estão presentes nos anexos J e K, para os mapas conceituais 1 e 2, respectivamente.

7.1 Conceitos listados pelos alunos em cada disciplina

Ao final da primeira aula foi pedido para que cada aluno listasse no máximo seis conceitos químicos principais para cada disciplina cursada (Anexo D). O objetivo era obter uma lista de conceitos comuns para que todos os grupos elaborassem o seu primeiro mapa conceitual (quadro 1). Trinta e um alunos realizaram essa tarefa.

Objetivando conhecer a representação da percepção dos alunos sobre cada disciplina, procedeu-se à análise dos conceitos listados. Para cada disciplina, os conceitos foram agrupados em categorias e aqui apresentados nas tabelas 2 a 13, visando evidenciar os conceitos da maneira como foram citados pelos alunos e o número de citações que cada conceito teve entre parêntese. Na maioria dos casos, optou-se por deixar os conceitos da maneira como foram escritos pelos estudantes para não descaracterizar a real apreensão dos mesmos pelos alunos.

O processo de categorização dos conceitos consistiu, num primeiro momento, em contabilizar os conceitos repetidos. Em seguida, os mesmos foram agrupados por semelhança ou dentro de uma categoria mais abrangente.

A definição destas categorias consiste-se num processo idiossincrático, pois depende do olhar próprio do pesquisador (BARDIN, 2009). Assim, outras categorias além das aqui apresentadas podem ser criadas para agrupar os mesmos dados. Certas categorias podem ser divididas em outras ou ainda, duas ou mais categorias, dentre as aqui apresentadas ainda podem ser agrupadas em uma mais abrangente. O que se procurou fazer foi buscar, dentro de cada disciplina, os tópicos mais abrangentes que emergem dos conceitos citados. Tendo como pressuposto que o aluno escreveu são os conceitos, assuntos ou temas que mais marcaram durante o seu aprendizado, buscou-se assim, os principais tópicos e aspectos de cada disciplina na visão dos estudantes.

Verificou-se que, em todas as disciplinas, alguns conceitos não foram classificados nas categorias definidas, especialmente nas disciplinas Introdução à Estrutura da Matéria (17 conceitos não categorizados), Introdução às

Transformações Químicas (26 conceitos) e Química Inorgânica (17 conceitos). Significa que entre 17 e 20% dos conceitos citados não foram categorizados, o que demonstra uma significativa dispersão na qualidade dos conceitos citados.

Tabela 2 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3100 Introdução à Estrutura da Matéria

Conceito Geral	Conceito conforme citado	Total de citações
Geometria e estrutura molecular	VSEPR (15); geometria molecular (4); conformação (1); estrutura (1); estrutura da matéria (1)	22
Modelos atômicos (histórico)	modelos atômicos (12); história da química (3); átomo (1); história dos modelos atômicos (2); história dos modelos químicos (1)	19
Teoria de orbitais (atômicos/ moleculares)	orbital molecular (15); orbitais (3); orbital atômico (1)	19
Configuração eletrônica de átomos/ moléculas	distribuição eletrônica (7); estrutura de Lewis (2); configuração eletrônica (1); elétrons de valência (1)	11
Ligação química	hibridização (8); ligação química (3); ordem de ligação(1); teoria de ligação (1)	13
Conceitos relacionados à mecânica quântica	efeito fotoelétrico (4); energia quantizada (1); diagrama de energia (1); partículas subatômicas (1); mecânica quântica (1); números quânticos (1)	9
Tabela Periódica	tabela/ propriedades periódicas (2)	2
Outros conceitos não classificados.	supercondutores (2); origem dos elementos (2); empacotamento (2); ácido-base (2); polaridade (1); características dos elementos (1); carga nuclear efetiva (1); elementos (1); cristalização (1); experimentos ilustrativos (1); blindagem eletrônica (1); cristais (1); raios catódicos (1)	17

Entre parênteses está o número de citações.

As respostas dos alunos não foram homogêneas para cada disciplina ou entre os estudantes. Pode-se verificar que, em Bioquímica Metabólica e Introdução às Transformações Químicas, os alunos apontaram um grande número de conceitos (136 e 135, respectivamente) e, em outras disciplinas como Química Inorgânica, Mecânica Quântica e Espectroscopia e Reatividade de Compostos Orgânicos, o número de conceitos foi menor: 83, 91 e 80.

Observou-se também um grande número de conceitos com apenas uma ou duas citações. Isto demonstra uma grande heterogeneidade naquilo que os alunos consideram como o que foi mais importante aprendido na maioria das disciplinas. Tal constatação pode ser preocupante se considerarmos que existem conceitos fundadores ou essenciais que embasam uma dada área do conhecimento, dando significado e promovendo conexões entre os fatos e fenômenos estudados por esta disciplina.

Esses dados não são suficientes para afirmar, mas podem indicar uma tendência de que os estudantes entendam a maioria das disciplinas como sendo constituídas por um grande número de fatos e informações distintas, de forma que não percebam a existência de conceitos que possam estar por trás de todos os fatos e informações tratados pelas mesmas. Pode-se especular que esta tendência seja conseqüência da forma como as disciplinas são apresentadas quer seja em livros textos ou nas salas de aula.

Os cursos de Química em questão se iniciam com duas disciplinas introdutórias: Introdução às Transformações Químicas e Introdução à Estrutura da Matéria, que abordam os aspectos relacionados às reações químicas e à estrutura atômico-molecular da matéria, respectivamente. Nessas disciplinas é introduzida uma série de conceitos básicos da química que formam uma base para o aprendizado de novos conhecimentos, muitos dos quais serão retomados em um novo nível de profundidade em disciplinas subsequentes.

A análise dos conceitos citados pelos alunos como os mais importantes e fundamentais aprendidos na disciplina de Introdução à Estrutura da Matéria (tabela 2) mostrou que a maioria dos mesmos está relacionada ao estudo do átomo (modelos atômicos). É interessante notar que boa parte dos conceitos cita textualmente a evolução histórica das ideias sobre átomos, uma referência à forma histórica como o assunto é abordado nos livros didáticos. Também tiveram destaque os conceitos relacionados à geometria e estrutura molecular, em especial ao modelo VSEPR[3] e ao tema Ligação Química, com destaque para o conceito de orbital molecular (15 citações). É interessante notar que estes modelos não costumam ser tratados no nível médio de ensino da Química, constituindo-se em novidade para um

[3] Sigla inglesa para *Teoria de Repulsão dos Pares de Elétrons na Camada de Valência*.

aluno ingressante no ensino superior e têm importância tanto para o aprendizado das ligações químicas quanto para o de estrutura geométrica dos compostos.

Tabela 3 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3101 Introdução às Transformações Químicas.

Conceito Geral	Conceito conforme citado	Total de citações
Equilíbrio químico (geral)	equilíbrio químico (16); produto de solubilidade (1); deslocamento (1); constante do ácido acético (1); complexos (1)	20
Equilíbrio ácido-base	ácidos (14); bases (14); tampão (2); pH (2); equilíbrio ácido-base (1); propriedades ácido-base (1)	34
Soluções	soluções (2); solubilidade (2); precipitação (2); dissociação(1)	7
Termodinâmica	termodinâmica (4); energia de Gibbs (2); entalpia (1); ocorrência de reações (1)	8
Reações redox e eletroquímica	eletroquímica (14); oxirredução (11); pilhas (6); eletrólise (6); Nox (1); reação de combustão (1); potencial de reação (1)	40
Outros conceitos não classificados.	propagação de erros (6); constantes (4); fluxograma (4); propriedades periódicas (2); polaridade (2); técnicas de laboratório (1); energia do retículo cristalino (1); compostos iônicos (1); compostos moleculares (1); análise qualitativa e quantitativa (1); ponto de fusão e ebulição (1); experimentos dirigidos (1), conceitos do ensino médio mais elaborados (1)	26

Entre parênteses está o número de citações.

Os conceitos citados para a disciplina Introdução às Transformações Químicas (tabela 3) foram agrupados nos tópicos: equilíbrio químico, equilíbrio ácido-base, soluções, termodinâmica e reações redox e eletroquímica. Os temas soluções e equilíbrio ácido-base podem também ser vistos como uma subcategoria do tema equilíbrio químico. Equilíbrio químico, ácido, base e eletroquímica foram os conceitos mais citados. Os conceitos relacionados à termodinâmica apareceram em bem menor número. Esta disciplina apresentou um significativo número de citações distintas, sendo 26 delas não classificadas em nenhuma das categorias aqui propostas.

Nas tabelas 4 e 5 são mostrados os conceitos citados para as disciplinas que compõem a área da Química Inorgânica. A disciplina Química Inorgânica está presente no segundo semestre dos cursos. Trata-se de uma das disciplinas com o

menor número de conceitos citados (83), sendo que o mais citado (Propriedades Periódicas) teve apenas oito citações. Dois alunos escreveram no espaço reservado à disciplina: “não tem conceito”. Isto pode estar relacionado ao fato de que esta disciplina costuma ser apresentada de uma forma descritiva, em que são abordados os grupos da Tabela Periódica, discutindo as estruturas, propriedades e reações dos principais compostos de cada grupo. Mais de um terço dos mesmos foram classificados como compostos, elementos e grupos de elementos químicos o que denota o caráter descritivo da disciplina. Dezenove alunos citaram a periodicidade química como um conceito importante.

Tabela 4 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL2143 Química Inorgânica.

Conceito Geral	**Conceito conforme citado**	**Total de citações**
Tabela periódica	propriedades periódicas (8); tabela periódica (7); periodicidade dos elementos (4);	19
Compostos, elementos e grupos de elementos químicos	propriedades (6); compostos inorgânicos (5); obtenção dos elementos (4); descrição dos elementos/ química descritiva (3); química dos elementos (2); Nitrogênio /família do nitrogênio (2); carbono/família do carbono (1); família do alumínio (1); hidrogênio (1); oxigênio (1); enxofre (1); metais alcalinos (1); metais alcalinos terrosos (1); utilização dos elementos (1); origem dos elementos (1); propriedades dos ametais (1); calcogênios (1)	33
Ligação química e estrutura de compostos	teoria do orbital molecular (6); VSEPR (3); estrutura de Lewis (2); orbital atômico (1); estrutura (1); hibridização (1)	14
Outros conceitos não classificados.	diagrama de Latimer (6); diagramas (1); energia de Gibbs (1); experimentos (1); blindagem (1); interação iônica (1); reações (1); reatividade (1); complexos (1); nomenclatura (1); ácido-base (1); práticas de laboratório (1)	17

Entre parênteses está o número de citações.

O uso de diagramas (diagrama de Latimer) nessa disciplina parece ser marcante para alguns alunos, pois, o mesmo foi citado como um conceito. Pode-se argumentar que não se trata de um conceito propriamente dito, mas de um instrumento. No entanto, como citado acima, vale ressaltar a presença do mesmo como um fato marcante para os alunos.

Tabela 5 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3103 Química de Coordenação e Materiais.

Conceito Geral	Conceito conforme citado	Total de citações
Aspectos gerais dos compostos de coordenação	complexos (7); compostos de coordenação (5); nomenclatura (3); metais de transição (3); ligantes (3); quelantes (3); elementos de transição (1); ligantes bidentados (1); ligantes monodentados (1)	27
Estrutura	simetria molecular (17); grupos de ponto (6); estrutura/ geometria molecular de complexos (5); isomeria (1)	29
Elementos de mecânica quântica (teoria de ligação)	orbitais moleculares (5); tabelas de caracteres (6); orbitais (3); diagrama de micro-estado (3); estados espectroscópicos (2); orbital d (1); estados espectroscópicos (2); desdobramento de orbitais (1); cálculos de números de vibração (1); modos vibracionais (1); níveis de energia (1); números quânticos (1); spin (1);	28
Teoria ácido-base	ácidos e bases duros/ moles (6)	6
Reatividade	reações de complexos (4); termodinâmica de complexação (1)	5
Outros conceitos não classificados.	energia de ligação (2); propriedades periódicas (2); energia (1); eletronegatividade (1); template (1)	7

Entre parênteses está o número de citações.

A análise dos conceitos listados para a disciplina Química de Coordenação e Materiais mostra uma grande importância dada na mesma aos aspectos estruturais dos compostos inorgânicos com destaque para os conceitos de simetria molecular, geometria molecular e grupos de ponto. A Química de Compostos de Coordenação é uma das áreas de pesquisa mais tradicionais do IQUSP e está claramente representada na disciplina que leva seu nome. Destaca-se nesta disciplina, abordada no quinto semestre do curso para conceitos oriundos da Mecânica Quântica, principalmente àqueles relacionados à determinação espectroscópica da estrutura dos compostos de coordenação, como: tabelas de caracteres, estados espectroscópicos, etc.

Os conceitos listados para as duas disciplinas da área de Química Orgânica, presentes no terceiro e quarto semestres da grade curricular, são listados nas tabelas 6 e 7. As duas disciplinas se destacam por apresentar conceitos que podem ser categorizados em: funções orgânicas, estrutura dos compostos e reações orgânicas.

Tabela 6 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3300 Estrutura e Propriedade de Compostos Orgânicos.

Conceito Geral	Conceito conforme citado	Total de citações
Funções orgânicas	nomenclatura (22); éster (1); álcool (1), hidrocarbonetos (1)	25
Estrutura de compostos orgânicos	Estrutura molecular (9); isomeria (6); ressonância (5); quiralidade (2); enantiômeros (2); propriedades ópticas (1); simetria (1), hibridização	26
Reações de compostos orgânicos	nucleoflicidade (8); reações (7); reações (nucleofílicas/ eletrofílicas) (8); mecanismos de reação (6); eletroflicidade (2); reação de substituição (4); reação de eliminação (3); reação de adição (3); reação com álcool (1); reagentes (1)	43
Teoria ácido-base	basicidade (6); ácido-base de Lewis (3); acidez (2); teoria de Bronsted-Lowry (1)	12
Outros conceitos não classificados.	Propriedades (2); distribuição (1); identificação (1); presença no dia-a-dia (1); solventes (1); substituintes (1)	7

Entre parênteses está o número de citações.

Tabela 7 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3300 Reatividade de Compostos Orgânicos.

Conceito Geral	Conceito conforme citado	Total de citações
Funções orgânicas	ácidos carboxílicos (1); cetonas (1); compostos de Grignard (1); aldeídos (1); grupos funcionais (1); nomenclatura (3); alcenos (1)	9
Estrutura de compostos orgânicos	estrutura (2), aromaticidade (4), ressonância (3)	9
Reações de compostos orgânicos (tipos de reação)	eliminação (7); substituição (6); substituição nucelofílica (1); alquilação (3); adição (3); oxirredução (2), bromação (2); desidratação (1); esterificação e condensação (1); polimerização (1); nitração (1); sulfonação (1); reação Aldo-enólica (1); Diels-Alder (1)	31
Reações de compostos orgânicos (mecanismos)	reatividade (7); reatividade de carbono (2); mecanismo de reação (9); mecanismos complexos (1); condições de reação (1); ataque eletrofílico (1); grupos ativadores/desativadores de benzeno (1)	22
Teoria ácido-base	Bases (1)	1
Outros conceitos não classificados.	Energia de ativação (2), RMN (1), infravermelho (1); hidrofobicidade (1); síntese (1); energia de Gibbs (1); grupos ligantes (1)	8

Entre parênteses está o número de citações.

As duas disciplinas em geral são tratadas de forma sequencial e isto refletiu-se nas respostas dos alunos. A diferença entre as categorias criadas para as duas disciplinas está a presença mais marcante de conceitos relacionados à teoria ácido-base na primeira disciplina e a maior incidência de conceitos classificados na categoria reações que na segunda disciplina chega a 66% das citações e reflete o nome das disciplinas. A divisão aqui proposta para o tema “reações de compostos orgânicos” nas duas possíveis subcategorias (tipos de reações e mecanismos de reações) pode ser criticada na segunda disciplina porque ao classificar uma reação se utiliza como critério o mecanismo molecular envolvido na mesma. No entanto, pareceu aqui interessante marcar esta distinção quando ela parece ser claramente feita pelo aluno, uma vez que o conceito mecanismo é citado apenas nesta segunda disciplina.

Destaca-se na primeira disciplina de Química Orgânica o conceito de nomenclatura com 22 citações e os conceitos de nucleofilicidade e eletrofilicidade agrupado na categoria reações orgânicas.

Na tabelas 8 são apresentados os conceitos citados para a disciplina Princípios de Química Analítica que é abordada no segundo semestre do curso. Esta foi uma das disciplinas que apresentou citação de vários conceitos, sendo que os mesmos foram categorizados em equilíbrio químico (com destaque para o equilíbrio ácido-base), objetivos analíticos (relacionados à identificação e quantificação de íons presentes em solução aquosa), técnicas analíticas (em especial técnicas volumétricas) e técnicas e procedimentos mais gerais de laboratório (aferição de vidrarias, estimativa de erros), o que denota para alguns alunos a importância da disciplina para o aprendizado desses procedimentos e, em menor número, outros conceitos químicos. Os conceitos classificados como objetivos analíticos e técnicas analíticas podem ser reclassificados em métodos e procedimentos qualitativos e quantitativos, o que reflete a maneira como a disciplina é geralmente estruturada na tradicional divisão da Química Analítica em Qualitativa e Quantitativa.

Ao comparar as tabelas 3 e 8, verificou-se que os alunos entendem a disciplina de Princípios de Química Analítica diretamente conectada à disciplina de Introdução às Transformações Químicas, sendo esta última importante para a continuação e o aprofundamento da primeira.

A mesma percepção ocorreu com a comparação entre as disciplinas Introdução à Estrutura da Matéria (tabela 2) e Química Inorgânica (tabela 4). Isto sugere que, durante todo o primeiro ano do curso de química, os alunos deparam, paralelamente, com dois enfoques desta ciência: um prioriza os aspectos estruturais da composição da matéria e outro parte dos aspectos relacionados às transformações da matéria. A citação de conceitos relacionados à ligação química e estrutura molecular foi muito pequena para a Química Inorgânica (17%). Pode ser que o aspecto mais descritivo da Química Inorgânica dificulte a percepção desta perspectiva pelos alunos.

Tabela 8 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3200 Princípios de Análise Química.

Conceito Geral	Conceito conforme citado	Total de citações
Equilíbrio químico em soluções	Equilíbrio químico (11); solubilidade (2); constante de solubilidade (1); precipitação (5)	19
Equilíbrio ácido-base	pH (7); tampão (2); reações ácido-base (3); ácidos (1); bases (1); dissociação (1); equilíbrio de Handerson (1); pKa (1)	17
Objetivos analíticos	quantificação de substâncias (7); determinação qualitativa (7); identificação de substâncias (4); marcha analítica (2); identificação de íons (2); identificação de ânions (2); identificação de cátions (2); identificação de elementos (1); separação de íons (1), separação de cátions (1); separação de ânions (1); separação analítica (2); análise de compostos inorgânicos (1)	33
Técnicas analíticas	titulação (13); titulação ácido-base (1);métodos quantitativos (3); cromatografia (1); reações de identificação (1); volumetria (1), análises instrumentais (1); espectroscopia (1); curva de titulação (1)	23
Técnicas/procedimentos de laboratório	aferição de vidrarias (5); precisão (1); estimativa de erros (5); padronização (1)	12
Conceitos químicos gerais	oxirredução (2); reações inorgânicas (1); reações químicas (1); ordem de reatividade (1); reatividade (1); produto de reação (1)	7
Outros conceitos não classificados.	padrão primário (1); aulas práticas de laboratório (1); cálculos de proporcionalidade (1); calor (1)	4

Entre parênteses está o número de citações.

Nas tabelas 9 a 12 são apresentados os conceitos citados para as disciplinas da área de Físico-Química, sendo a última eminentemente experimental. As duas primeiras disciplinas, Termodinâmica e Cinética Química, abordam os conteúdos da

chamada Físico-Química Clássica. A disciplina Termodinâmica teve os conceitos citados classificados em leis e princípios, conceitos termodinâmicos (entalpia, entropias, trabalho, calor, energia etc.), propriedades de conceitos, equilíbrio químico e equilíbrio de fases. Cerca de 60 % das citações foram classificadas em conceitos termodinâmicos, com amplo destaque para os conceitos de entalpia e entropia. O tema equilíbrio químico, também presente nas disciplinas Introdução às Transformações Químicas e Princípios de Química Analítica é também citado pelos alunos em menor proporção.

Já na disciplina Cinética Química, os conceitos foram classificados em conceitos que definem a velocidade de uma reação (com a maior citação), catálise (com um enfoque significativo em catálise enzimática), mecanismos de reação, objetivo dos estudos cinéticos, e, em menor número, equilíbrio químico e fenômenos de superfície.

Tabela 9 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3400 Termodinâmica

Conceito Geral	Conceito conforme citado	Total de citações
Leis / princípios	Leis da termodinâmica (16); leis dos gases (2)	18
Conceitos termodinâmicos	entalpia (22); entropia (20); trabalho (7); função de estado (1); energia de Gibbs (14); energia (3); calor (3); atividade (1); reações exotérmicas (1); reações endotérmicas (1); espontaneidade (1)	74
Propriedades de sistemas	pressão de vapor (4); temperatura (2); capacidade calorífica (2); pressão (1); constantes termodinâmicas (1); volume (1)	11
Equilíbrio químico e de fases	equilíbrio dinâmico (1); fatores que influenciam o equilíbrio químico (1); diagrama de fase (3); diagrama (1); diagrama de estado físico (1)	7
Outros conceitos não classificados.	gases (1); energia de ligação (2); misturas (2); rendimentos (1); análise de sistemas (1); ordem de reação (1); controle reacional (1); energia de ativação (1); gás ideal (1); transferência de calor (1)	12

Entre parênteses está o número de citações.

Sobre a disciplina Mecânica Quântica e Espectrofotometria (tabela 11), a maior citação dos alunos pode ser relacionada aos cálculos de sistemas modelos quânticos exemplares como a partícula da caixa, rotor rígido e átomo de hidrogênio. Esta disciplina, em geral, segue o tratamento destes modelos para introduzir seus

conceitos. Também tiveram destaque vários conceitos básicos da mecânica quântica como o de operador, a equação de *Schrödinger* e a quantização da energia.

Para a disciplina Físico-Química Experimental os conceitos foram agrupados, em ordem de relevância, em: técnicas e aparelhos, propriedades dos materiais, cinética química, polímeros e o aprendizado de habilidades no trabalho experimental, esta última percebida em bem menor número.

Tabela 10 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3401 Cinética Química.

Conceito Geral	Conceito conforme citado	Total de citações
Conceitos que definem a velocidade de uma reação	ordem de reação (18); velocidade das reações (17); leis de velocidade (11); tempo de meia vida (3); fatores que afetam a velocidade (3); constante de velocidade (1); temperatura (1)	54
Catálise	catálise (9); catalisadores homogêneos (1); catalisadores heterogêneos (1); catalisador (1)	12
Catálise enzimática	Equação de Michaelis-Menten (10), catálise enzimática (6); cinética enzimática (1)	17
Mecanismo de reação	mecanismos de reações (1); tipo de reação (1), reações elementares (2); estado de transição (2); reações em cadeias (2); intermediários de reação (1); estado de aproximação (1); etapa limitante (1)	11
Equilíbrio químico	equilíbrio químico (5); pH (1); produto de solubilidade (1)	7
Fenômenos de superfície	isoterma (3); adsorção (2); gráfico de Langmuir (1); dupla camada elétrica (1)	7
Outros conceitos não classificados.	gráficos (concentração x tempo) (2); controle racional (1); energia de Gibbs (1); integral de primeira ordem (1); espontaneidade (1)	6

Entre parênteses está o número de citações.

Por fim, os conceitos citados para a disciplina Bioquímica Metabólica (tabela 13) foram classificados em: biomoléculas (proteínas, amino-ácidos, lipídeos, carboidratos, etc.) em ampla maioria; metabolismo, com ênfase nos ciclos metabólicos e; por fim, outros processos bioquímicos. É interessante notar que nessa disciplina praticamente não apareceram citações a respeito de cinética enzimática, diferentemente das citações ocorridas na disciplina Cinética Química. Outro aspecto a ressaltar é que praticamente todos os conceitos citados podem também ser definidos como classes de compostos (proteínas, carboidratos, etc.) e processos (metabolismo, ciclos metabólicos)

Tabela 11– Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3403 Mecânica Quântica e Espectroscopia.

Conceito Geral	Conceito conforme citado	Total de citações
Soluções de exemplares	partícula na caixa (13); oscilador harmônico (7); rotor rígido (6); átomo de hidrogênio (6)	32
Conceitos básicos da mecânica quântica	equação de Schrodinger (14); operador Hamiltoniano (4); operador (1); quantização da energia (3); função de onda (3); auto-função (1); constante de Planck (1); equação quântica (1)	28
Energia	quantização da energia (3); energia vibracional (1); energia (1); energia de ligação (1); energia rotacional (1); energia translacional (1); níveis de energia (2); energia de ionização (1); mudança de estado energético (1)	12
Átomo quântico	átomos polinucleares (2); modelo quântico de H, He (1), estrutura atômica (2); números quânticos; spin (2); propriedades atômicas (1)	8
Outros conceitos não classificados.	luz (1); freqüência (1); comprimento de onda (1); modelo quântico (3) ; onda estacionária (1); espectroscopia vibracional (1); RMN (1); efeito fotoelétrico (2)	11

Entre parênteses está o número de citações.

Tabela 12 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QFL3402 Físico-Química Experimental.

Conceito Geral	Conceito conforme citado	Total de citações
Técnicas e Aparelhos	difração (3); refratometria (2); colorimetria (1); espectroscopia (1); espectrofotometria (1); picnômetro (2); medidas de densidade (2); potenciometria (1); viscosimetria (1); pilhas (1)	15
Propriedades	densidade (21); viscosidade (6); tensão superficial (16); absorbância (4); índice de refração (2); refração da luz (2); propriedades físico-químicas (2), potenciais (1)	54
Polímeros	Polimerização (5); polímeros (1); separação de polímeros (1); micelas (2);	9
Cinética Química	leis de velocidade (9); velocidade de reações (5); mecanismo de reações (1); ordem de reação (3); cinética de complexação (1); catálise (1)	20
Habilidades	tratamento de dados (1); construção de gráficos (1); práticas de laboratório (1); cálculo de soluções (1); aplicação prática da teoria (1)	5
Outros conceitos não classificados.	Soluções (1); reações redox (2); lei de Beer (1)	4

Entre parênteses está o número de citações.

Tabela 13 – Conceitos citados pelos alunos como os mais importantes vistos na disciplina QBQ2434 Bioquímica Metabólica.

Conceito Geral	Conceito conforme citado	Total de citações
Biomoléculas	proteínas (23); amino-ácidos (12); lipídeos (12); carboidratos (8); enzimas (4); estrutura primária (2); ligação peptídica (2); conformação das enzimas (1); açúcares (2); ATP (1); colesterol (1); gordura (1); glicídios (1); insulina (1); glucagon (1)	72
Metabolismo	Metabolismo (11); regulação metabólica (7); regulação (2); vias metabólicas (6); funções metabólicas (1); rotas metabólicas (1); metabolismo integrado (1); digestão (1); controle enzimático (1)	31
Ciclos metabólicos	ciclo de Krebs (8); ciclos bioquímicos (2); ciclos metabólicos (2); ciclo da uréia (1); ciclo do oxigênio (1); ciclo do ácido cítrico (1); ciclos (1)	16
Outros processos	cadeia de transporte de elétrons (1), cadeia respiratória (1); efeito de hormônios (2); respiração (2); diabetes (1); patologias derivadas do metabolismo (1)	8
Outros conceitos não classificados.	Ligação peptídica (2); processos bioquímicos (1); estrutura biológica (1); energia (1); catálise enzimática (1); membranas (2); Michaelis-Menten (1)	9

Entre parênteses está o número de citações.

Um aspecto importante a ressaltar nesta análise é o da natureza dos conceitos citados. Novak e Gowin (1984) definem conceitos como uma regularidade em eventos ou objetos designado por um rótulo. Assim, continuam os autores, '*"cadeira" é o rótulo usado para designar um objeto com pernas, um assento e um encosto, utilizado para sentar-se. "Vento" é o rótulo que usamos para evento que envolve ar em movimento' (p.4)*. Observando os conceitos da maneira como foram citados pelos alunos, observa-se a presença de conceitos que podem ser classificados como objetos (funções químicas, moléculas, soluções, ligação química, etc.) e também de eventos (equilíbrio químico, metabolismo, separação de cátions, etc.). No entanto, no contexto do ensino de química pode ser interessante uma ampliação desta classificação de conceitos de maneira a focar mais nos aspectos definidores do conhecimento químico.

Longe de querer aqui chegar a uma conclusão definitiva, a análise dos conceitos citados pelos alunos talvez possa indicar que os mesmos percebem como conceitos químicos, objetos e eventos que podem ser classificados principalmente em: 1) substâncias, classes de compostos e funções químicas, percebidas principalmente em disciplinas de caráter descritivo como as da Química Inorgânica,

Química Orgânica e Bioquímica; 2) processos químicos, como as reações químicas e os mecanismos de reações, percebidos principalmente em disciplinas como Bioquímica e Química Orgânica; 3) técnicas e procedimentos de trabalho do químico, percebidas em disciplinas eminentemente experimentais ou nas disciplinas de Química Analítica; 4) leis, modelos e teorias, percebidos especialmente nas disciplinas de Físico-Química; 5) propriedades dos materiais (densidade, ponto de ebulição, etc.) e; por fim, 6) conceitos fundamentais (molécula, entalpia, entropia, nucleofilicidade, etc.). Esta última categoria parece incluir os conceitos que estabelecem uma linguagem comum aos químicos, conceitos utilizados para definir, descrever e dar sentido às outras categorias.

7.2 MAPA CONCEITUAL 1 – (MC1)

7.2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS MAPAS

Na atividade proposta pelos docentes da disciplina este mapa tinha como objetivo responder a questão focal: "*Quais são as relações existentes entre os principais conceitos químicos aprendidos no curso de Química?"* Na Tabela 14 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 componham o currículo do curso aparece explicitamente e se o mapa apresenta as áreas tradicionais da Química.

O mapa 5 é o que apresentou o menor número de conceitos e ligações (14) sendo o mapa conceitual mais pobre. Este grupo não fez a apresentação oral e, portanto, a análise deste trabalho só está baseada no mapa conceitual e no texto explicativo.

Excluindo o mapa 5, 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. Pode-se observar na Tabela 14 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 estão descritas na Tabela 15.

O grupo que elaborou o mapa 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.

Tabela 14 - Características gerais dos Mapas Conceituais 1(MC1) construídos pelos alunos do período noturno.

Mapa	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) Moléculas orgânicas (5)	não	não
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 15 - Presença de áreas e disciplinas nos mapas conceituais (MC1)

Mapa	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

O conceito que apresenta o maior número de relações (Tabela 14) é o de “reações químicas” sendo utilizado em seis dos trezes mapas conceituais analisados. Sem dúvida o conceito de reação química é central da ciência Química estando presente na maior parte das disciplinas e áreas da mesmo. 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).

7.2.2 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 todo 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 a maior 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 que correspondem ao que se pode chamar de Química Geral. Disciplinas estas que introduzem o aluno no conhecimento químico, abordando uma série de conceitos que serão retomados em disciplinas subsequentes.

A disciplina Introdução à Estrutura da Matéria tem por objetivo abordar os principais conceitos da teoria atômica e da ligação química relacionando as propriedades físicas e químicas com a estrutura das substâncias. Os principais conceitos estudados na disciplina são estrutura atômica, átomo de hidrogênio e polieletrônicos, classificação periódica dos elementos, propriedades periódicas, eletronegatividade, teorias de ligações covalentes, teoria de Lewis, teoria de valência, teoria dos orbitais moleculares para moléculas diatômicas, teoria VSEPR, teoria da hibridização, estrutura de moléculas, etc. Já a disciplina Introdução às Transformações Químicas estuda os conceitos fundamentais para a compreensão da termodinâmica, da reatividade e do comportamento dos sistemas químicos e as técnicas básicas de trabalho em laboratório para o estudo desses sistemas. Os principais conteúdos químicos abordados na disciplina são**:** estados da matéria, mudanças de estado, diagramas de fases, alotropia, isótopos, isomeria, massa atômica, molecular e molar, mol e número de Avogadro, substâncias puras e

misturas homogêneas e heterogêneas, colóides, propriedades físicas e químicas, métodos de separação, reações químicas, aspectos cinéticos e termodinâmicos, termoquímica, balanceamento de reações químicas, cálculos estequiométricos, preparação de soluções e cálculos de concentração, equilíbrios químicos e constantes de equilíbrio, conceitos e fatores que afetam a posição de equilíbrio, equilíbrios envolvendo gases, produtos de solubilidade, equilíbrios ácido-base, teorias de ácidos e bases, forças dos ácidos e bases, etc. As duas disciplinas são oferecidas no primeiro semestre dos cursos e são consideradas de acordo com a estrutura curricular da universidade um requisito forte para cursar as disciplinas posteriores.

Alguns grupos explicitaram a importância dos dois níveis (macro e microscópicas), conforme os seguintes trechos:

Grupo 1*: "A gente resolveu partir do mundo microscópico"*

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".*

Como tradicionalmente as visões microscópica e macroscópica dos conceitos são abordadas nas aulas de Química, uma possível interpretação para tais citações dos alunos é a articulação entre as visões macro e micro, de acordo com a forma pela qual o ensino é ministrado.

7.2.3 PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DOS MAPAS CONCEITUAIS

Durante as apresentações dos mapas conceituais, gravadas em vídeo, dez das doze grupos descreveram como foi o processo de elaboração dos mapas. Cinco grupos relataram que iniciaram sua construção utilizando alguns conceitos químicos que julgaram mais importantes. A seguir são relatadas algumas evocações que surgiram nas apresentações de alguns grupos e uma breve explicação sobre cada uma delas.

> *" Foram interligando os conceitos (de pouquinho em pouquinho). Cada um fez um pouquinho em sua casa, formando pequenos mapas que depois se juntaram". (grupo 7)*

Percebe-se que cada integrante do grupo fez seu mapa conceitual utilizando os conceitos que julgaram mais importantes. Na apresentação foi usado o mapa conceitual final, fruto da junção desses pequenos mapas.

> *"O grupo colocou no mapa conceitual, os conceitos de maior relevância".*
> *"No mapa está os principais conceitos estudados num curso de Química. Perceberam que nem todos os conceitos estão embutidos na cabeça e não são entendidos.*" (grupo 8)

Ficou evidente que, para construção do mapa conceitual, foram utilizados os conceitos que os alunos acreditavam ser os mais importantes no curso de Química. Neste processo de construção do mapa conceitual, percebeu-se que nem todos os conceitos estudados pelos alunos foram compreendidos.

> *"Para a confecção do mapa foi tomado como ponto de partida, alguns conceitos básicos que direcionam para algumas ramificações mais abrangentes."*
> *"Um conceito geral foi de reações químicas."*
> *Ficou evidente que este grupo considerou alguns conceitos, como ponto de partida, para a construção do mapa conceitual.* (grupo 9)

Os conceitos que o grupo considerou como principais na elaboração do mapa foram: reações químicas, cinética, estrutura molecular e Bioquímica.

> *"... parte de átomos, reações e matéria. A parte de átomos foi uma das primeiras a ser construída."* (grupo 10)

O grupo considerou três conceitos-chave para a construção do mapa conceitual. Um dos componentes do grupo relatou também que a parte de "reações químicas" ocupa a maior parcela do mapa. Podemos até associar que estes três conceitos são categorias para a construção do mapa conceitual deste grupo. Ou seja, para cada categoria existem outros conceitos embutidos.

> *"O mapa priorizou o estudo das relações entre a matéria e conceitos julgados fundamentais para seu entendimento."* (grupo 11)

Os "conceitos fundamentais" foram categorias denominadas: conceito central, conceito relevante, objeto, objeto secundário, propriedades, métodos, eventos, conceitos e representação. Na apresentação um dos componentes do grupo relatou na apresentação o significado de cada categoria. No mapa conceitual foi feita uma legenda, onde as cores diferenciavam os conceitos pertencentes a cada categoria.

Dois grupos (1 e 2) mencionaram que primeiramente discutiram o que era Química para iniciar a construção do mapa conceitual. Um dos relatos do grupo aparece a seguir:

> *"Para conseguir montar o mapa: foi preciso ver o que é a Química"* (Grupo 02)

Outros três grupos mencionaram na apresentação que começaram a construir o mapa conceitual, dividindo os conceitos primeiramente em áreas ou em disciplinas que estavam cursando.

> *"Tudo começou por Estrutura Atômica, ou seja, por disciplinas mesmo."* (Grupo 6)
> *"Começamos a fazer o mapa pelas disciplinas que estavam cursando no momento". Listamos todos os conceitos da lista, separando-os em grandes áreas (devido número grande conceitos). Depois realizamos as ligações entre as áreas.*" (Grupo 4)
> *"Em cada nó, há o que cada área ou disciplina estudada."* (Grupo 13).

Estes dados sugerem que ao iniciar a tarefa de construção do mapa conceitual, a maior parte dos grupos partiu da definição de quais conceitos químicos

seriam os pontos de partida, ao invés daqueles correspondentes a divisão por áreas ou disciplinas ou mesmo pela discussão sobre o que é Química.

Durante a apresentação de seus mapas conceituais, vários grupos ressaltaram que não pretenderam construir um mapa conceitual hierárquico de acordo com a concepção de hierarquia conceitual em mapas proposta por Novak, onde no topo do mapa são apresentados os conceitos mais gerais e inclusivos e no final estão os conceitos mais específicos, ou até mesmo exemplos (NOVAK E GOWIN, 1984). No entanto, pode-se perceber uma grande presença de conceitos centrais, de onde emergem uma série de ligações para conceitos específicos. Muitos mapas chegam a apresentar estruturas que podem ser classificadas no formato estrela (mapas 2 e 3 do anexo K). Estas características podem ser consideradas como indícios de uma hierarquização de conceitos.

7.3 MAPA CONCEITUAL 2 – (MC2)

7.3.1 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS MAPAS

Inicialmente foi feita uma análise preliminar apresentando algumas características observadas nos mapas conceituais construídos pelos alunos, como: número de conceitos, número de ligações, conceitos com maior número de ligações, presença de áreas da Química, disciplinas do curso e de outras áreas do conhecimento. Os resultados são apresentados na tabela 16.

Observa-se uma grande variação dentre os mapas conceituais obtidos, que pode ser observada pela variação entre o número de conceitos (de 24 a 155) e do número de ligações (de 41 a 219) presentes em cada mapa. É notável a relação diretamente proporcional entre o número de conceitos e o número de ligações (coeficiente de correlação de Pearson igual a 0,887), ou seja, há uma natural tendência a aumentar o número de ligações com o número de conceitos. A razão ligações/conceitos ficou entre 1 e 2,6, indicando que, de uma maneira geral, os alunos não estabeleceram um grande número de conexões entre os conceitos. As Figuras 7 e 8 mostram, respectivamente, os mapas conceituais com: menos conceitos e mais ligações cruzadas.

Dos conceitos que apresentam o maior número de relações observa-se que Química aparece em cinco dos treze mapas analisados. Vale ressaltar que não foi considerada apenas a palavra *Química*, mas também os termos "*áreas da Química*", "*ciência Química*" nesta categoria. Em um dos mapas conceituais o conceito que apresenta maior número de ligações corresponde à disciplina *Termodinâmica*. Outros conceitos químicos estudados no curso de graduação que também se destacaram como os de maior número de relações foram: "*metais*", "*elementos químicos*" e "*catalisadores*". O termo "*indústria*", que designa um dos ambientes de trabalho para o químico apresentou o maior número de relações em um dos mapas conceituais.

Tabela 16 - Características gerais dos Mapas Conceituais (MC2) construídos pelos alunos do período noturno.

Mapa	Número de conceitos	Número de ligações	Relação nº ligações/ nºconceitos	Conceitos com maior número de relações[a]	Há a presença das disciplinas do curso?	Cita áreas tradicionais da Química?	Cita outras áreas do conhecimento?
1	43	56	1,3	Química (11)	sim	sim	sim
2	118	219	1,9	Áreas da Química (9)	não	sim	sim
3	71	91	1,3	Ciência Química (14)	não	sim	não
4	65	71	1,1	Ensino-aprendizagem (6)	sim	sim	sim
5	24	43	1,8	Metabolismo (7)	sim	sim	não
6	43	113	2,6	Indústria (11)	não	sim	sim
7	45	80	1,8	Química (16)	sim	sim	sim
8	155	198	1,3	Elementos químicos (12)	sim	sim	sim
9	44	46	1,0	Catalisadores (14)	sim	sim	não
10	29	41	1,4	Resíduos (8)	sim	sim	sim
11	58	72	1,2	Ciência Química (4)	sim	sim	não
12	106	116	1,1	Termodinâmica (6)	sim	sim	sim
13	55	73	1,3	Metais (10)	não	sim	não

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

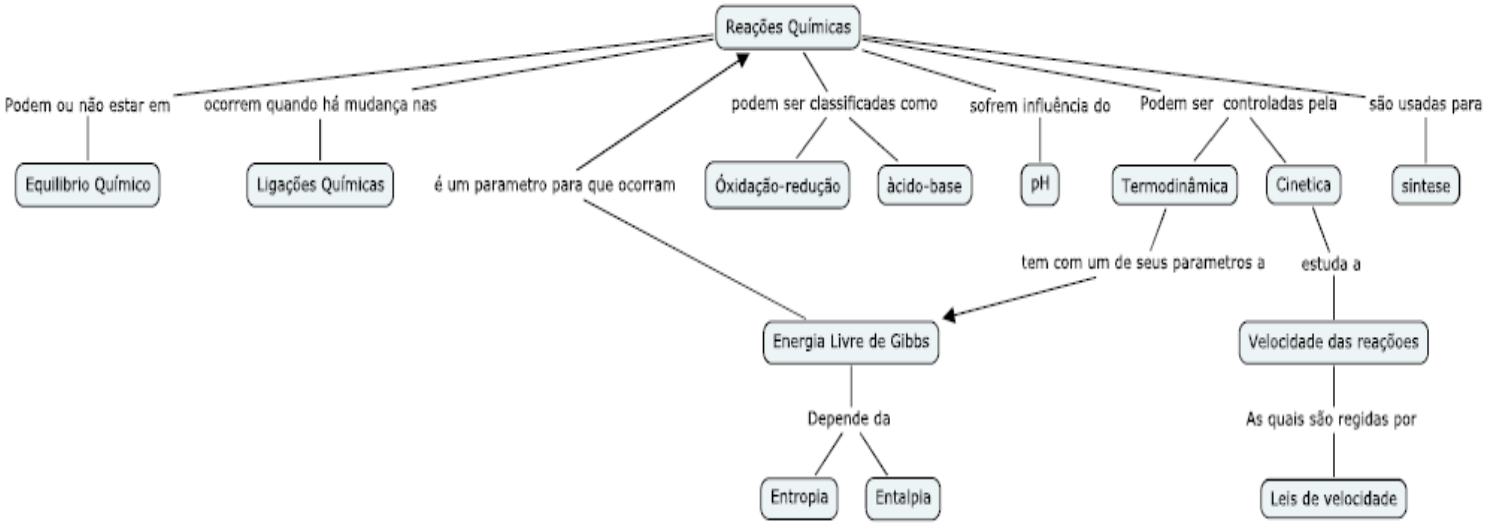


Figura 7- Mapa conceitual com menor número de conceitos (Mapa 5)

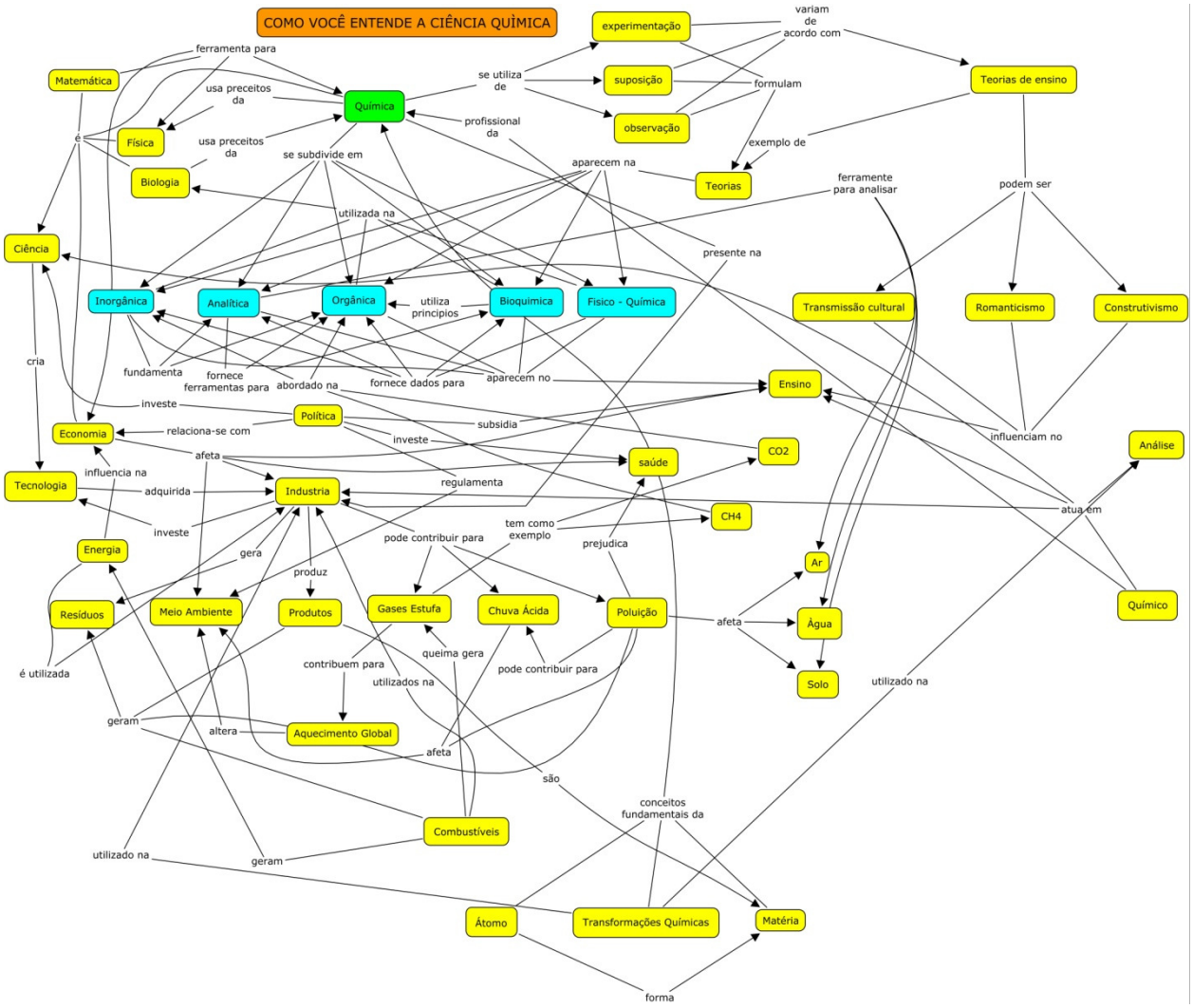


Figura 8 - Mapa conceitual com o maior número de ligações cruzadas (Mapa 6)

7.3.2 CLASSIFICAÇÃO DAS PROPOSIÇÕES COM MAIOR FREQUÊNCIA DO TERMO QUÍMICA

Com relação às proposições, que apresentam os termos que mais apareceram nos mapas conceituais estão presentes: *"Química", "Áreas da Química", "Ciência Química"*, emergiram três categorias de classificação.

A primeira categoria foi denominada aplicabilidade, que corresponde as proposições que correlacionam a Química a suas possíveis aplicações ou a alguma utilidade deste conhecimento para a sociedade, como nos seguintes exemplos:

- ***Química*** *tem aplicações tecnológicas*
- ***Química*** *seu conhecimento implica em uma relação com a sociedade*
- ***Química*** *tem aplicações ambientais*

Uma segunda categoria para as proposições que aparecem a “Química” , foi denominada divisão, caracterizadas por ideias que correlacionam a Química a suas áreas ou sub-áreas, como nos casos:

- ***Química*** *dividida em Analítica*
- ***Áreas da Química*** *são Química analítica*
- ***Química*** *tem como sub-áreas Quântica*
- ***Química*** *tem como sub-áreas Bioquímica*

O terceiro tipo de categoria foi denominada de definição para a “Química”. Neste caso, a categoria expressa ideia de definição ou de seu objeto de estudo. Alguns exemplos de proposições estão listados abaixo:

- ***Química*** *é uma rede de conceitos*
- ***Química*** *estuda transformações*
- ***Química*** *é uma Ciência*

A última categoria corresponde às proposições que não se enquadram em nenhuma das classificações das anteriores, tendo sido denominada outras. Como exemplos, podem ser citadas:

- ***Química*** é desenvolvida pela *pesquisa*
- ***Química*** é transmitida pelo *ensino*
-

Foram analisadas as 54 proposições que apresentaram os termos *“Química”, “Áreas da Química”, “Ciência Química”* que estavam nos mapas conceituais (1, 2, 3, 7 e 11) de acordo com categorias elencadas e descritas acima (tabela 17).

Observa-se que predominam as proposições que denotam as aplicações da Química e sua divisão em áreas.

Tabela 17 - Classificações das proposições que apresentam o termo “Química”, “Áreas da Química” e “Ciência Química”

Classificação das proposições	Porcentagem (%)
Aplicabilidade	39,1
Divisão	39,3
Definição	5,6
Outras	16,1

7.3.3 PRESENÇA DAS DISCIPLINAS, ÁREAS DA QUÍMICA E OUTRAS ÁREAS DO CONHECIMENTO NOS MAPAS CONCEITUAIS (MC2)

Com relação à presença das disciplinas que compõem o curso (Tabela 18) observou-se que as mesmas aparecem em nove dos treze mapas analisados. Na Tabela 19 são enumeradas as disciplinas e os respectivos mapas em que as mesmas estão presentes, bem como a respectiva área da Química a que pertencem.

Nos nove mapas conceituais que apresentam explicitamente as disciplinas do curso foram mencionadas dez diferentes disciplinas. As mais citadas são as duas disciplinas pertencentes à área FQ (Termodinâmica e Cinética Química). A ocorrência do termo Química Inorgânica foi considerada nesta análise como uma área da Química e não corresponde à disciplina com o mesmo nome. Interessante observar que não foi citada nenhuma das disciplinas da QO nos nove mapas conceituais, embora a área esteja presente em todos através de conceitos tipicamente tratados nas disciplinas dessa área. As disciplinas de “Transformações da Matéria” e “Estrutura da Matéria” são estudadas no início do curso de graduação e só apareceram somente em um dos mapas conceituais. Estas disciplinas contemplam os conteúdos geralmente tratados em disciplinas e livros didáticos denominados por Química Geral.

Identificou-se a presença das cinco áreas tradicionais (QA, QI, QO, BQ e FQ) em todos os mapas conceituais. Procurou-se também verificar se há citação de outras áreas que não sejam as tradicionais, mas que no mapa conceitual sejam apresentadas com o mesmo *status* destas. Neste caso foram encontradas como “outras áreas”: Química Ambiental, Ensino de Química, Química Geral, Química

Quântica, Química Forense e Química Verde (Tabela 20). A presença de Química Ambiental, Química Verde e Ensino de Química, reflete as especificidades dos cursos do período noturno que são respectivamente o curso de Bacharelado em Química Ambiental e o curso de Licenciatura em Química. A Química Quântica apareceu com o *"status"* de uma área da Química em apenas em dois mapas conceituais.

Tabela 18 - Disciplinas que compõem o núcleo comum para os cursos Qnot

Áreas da Química	**Cursos de Química do Período Noturno (QNot)**
Química Geral (QG)	Introdução à Estrutura da Matéria[a] Introdução às Transformações Químicas[a]
Química Inorgânica (QI)	Química Inorgânica[a] Química de Coordenação e Materiais[a]
Química Orgânica (QO)	Estrutura e Propriedades de Compostos Orgânicos[a] Reatividade de Compostos Orgânicos[a] Técnicas Experimentais de Química Orgânica
Físico-Química (FQ)	Termodinâmica[a] Cinética Química[a] Físico-Química Experimental[a] Mecânica Quântica e Espectroscopia[a]
Química Analítica (QA)	Princípios da Análise Química[a] Química Analítica Instrumental EletroQuímica e Métodos Eletroanalíticos
Bioquímica (BQ)	Bioquímica Metabólica[a] Biologia Molecular
Outras	Química, Meio Ambiente e Educação[a] Química Integrada II[a] Química Integrada III

a. Disciplinas cursadas pela maioria dos alunos que cursaram a disciplina de Química Integrada III, objeto do presente estudo.
b. A disciplina EletroQuímica e Eletroanalítica envolve conteúdos que são tradicionalmente abordadas em disciplinas de Química Analítica e Físico-Química.

Tabela 19- Presença das Disciplinas do Curso de Graduação e os Mapas Conceituais que aparecem.

Disciplinas do Curso	Área da Química	Mapas Conceituais que apareceram
Termodinâmica	FQ	1, 4, 5 ,8 e12
Cinética Química	FQ	4, 5, 7, 8 e 12
Eletroquímica	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	4,8,11

Todos os treze mapas conceituais citaram pelo menos uma área para a Química. Observa-se que em dez mapas conceituais, como era de se esperar, a estruturação da Química através de suas cinco áreas tradicionais, embora nos outros mapas algumas delas possam estar ausentes, ou outras serem acrescentadas com o mesmo *"status"*, ou seja, as áreas tradicionais apareceram em todos os mapas analisados. QO, FQ e QI apareceram em doze mapas conceituais enquanto que disciplinas das áreas QA e BQ apareceram em um número menor de mapas.

Procurou-se também analisar as proposições a fim de se verificar a natureza das relações entre áreas tradicionais ou entre as sub-áreas consideradas com mesmo *"status"* das áreas tradicionais (Tabela 21). Foi interessante observar que em todas as 22 proposições que explicitam as relações entre as áreas da Química existe uma relação de dependência ou auxílio entre as mesmas. Em especial,

verificou-se que a Bioquímica aparece como "dependente" dos conhecimentos das outras áreas da Química, como por exemplo: "*Analítica* fornece ferramentas para *Bioquímica"; "Físico-Química* fornecem ferramentas para *Bioquímica" e "Química Orgânica e*engloba *Bioquímica"*. A Bioquímica foi a área/disciplina que mais apresentou esta relação de dependência. Uma das hipóteses que se pode levantar com relação este fato deve-se a utilização dos conceitos químicos que já foram estudados em disciplinas de outras áreas da Química. Alguns mapas citam, por exemplo, que a BQ estuda alguns, ou uma categoria especial de compostos orgânicos.

Com relação à presença da Química Analítica foi observado que em seis das nove proposições onde esta área tradicional apareceu, a mesma se encontra relacionada com um "instrumento" ou "ferramenta" para as outras áreas da Química. Como exemplos, podem ser citadas as proposições: "*Química Analítica* é instrumento da *Bioquímica"; "Analítica* fornece ferramentas para *Orgânica" e "Analítica* fornece ferramentas para *Bioquímica".*

Tabela 20- Número de mapas que apresentam as áreas tradicionais e outras com mesmo *status*

Presença das áreas tradicionais e outras áreas com mesmo status	**Mapas que apareceram**
QA, QI, QO, FQ, BQ	1,2,3,4,6,7,8,9,11e 12
QI, QO, FQ, BQ	5
QI, QO, FQ, QA	10
Ensino de Química/Educação	1,8,10
Química Ambiental	3,8,10 e 13
Química Quântica	4, 7
Química Geral	3,4
Química Verde e Química Forense	8

Tabela 21 - Proposições que correlacionam as áreas da Química

Mapas Conceituais	**Proposições**
1	*"Orgânica engloba Bioquímica"*
2	*"Química Analítica é instrumento da Físico-Química"*
	"Química Analítica é instrumento da Bioquímica"
	"Química Analítica é instrumento da Química Inorgânica"
3	*"Ambiental é uma ferramenta para o Ensino de Química"*
4	*"Química Geral é necessária para o aprendizado de Físico-Química"*
	"Físico-Química é dividida em Quântica"
6	*"Analítica fornece ferramentas para Orgânica"*
	"Bioquímica utiliza princípios Orgânica"
	"Analítica fornece ferramentas para Bioquímica"
	"Físico- Química fornece dados para Orgânica"
	"Físico - Química fornece dados para Bioquímica"
	"Físico - Química fornece dados para Analítica"
	"Inorgânica fundamenta Orgânica"
	"Físico - Química fornece dados para Inorgânica"
	"Físico –Química fornece dados para Bioquímica"
8	*"Química Analítica tem grande aplicação em Química Ambiental"*
9	*"Físico-Química fornecem ferramentas para Bioquímica"*
	"Analítica fornecem ferramentas para Bioquímica"
11	*"Orgânicaempregados Analítica"*
	"Físico-Química aplicações Química Analítica"
	"Físico-Química aplicações Química Biológica"

Em oito dos treze mapas conceituais analisados apareceram relações da Química com outras áreas do conhecimento humano. As mais comuns foram relações com as outras ciências básicas da natureza: Matemática (em cinco mapas), Física (em cinco mapas) e Biologia (em quatro mapas). Na Tabela 23 são apresentadas as proposições que definem as relações entre a Química com a Física e a Matemática. Pode-se observar que em todas as proposições que relacionam estas duas ciências com a Química ou, com alguma de suas áreas, a natureza desta relação evidencia que estas servem como auxílio ou "ferramenta" para a construção dos conhecimentos químicos.

Tabela 22 - Outras áreas do conhecimento e mapas conceituais que estão presentes.

Outras áreas do Conhecimento	**Mapas Conceituais que aparecem**	**Outras áreas do Conhecimento**	**Mapas Conceituais que aparecem**
Matemática	1,2,4,6,7	Filosofia	1
Física	1,4,6,7,8	Engenharia	4,10
Biologia	1,4,6,7	Farmácia	4,12
História	1,4,8	Economia	6
Geografia	1,8	Ecologia	7
Medicina, Sociologia, Veterinária	8	Geociências, Meteorologia, Língua Portuguesa, Moda	4

Tabela 23 - As proposições que aparecem a Física e Matemática e seu correspondente mapa conceitual

Mapa Conceitual	Proposições
1	***"Matemática*** *ferramenta para a Química"* ***"Física*** *ferramenta para a Química"*
2	***"Matemática*** *se relaciona com a ciência Química como ferramenta"*
3	***"Física*** *é necessária para o aprendizado de Físico-Química"* ***"Matemática*** *é necessária para o aprendizado de Físico-Química"* ***"Física*** *é necessária para o aprendizado de Química Geral"* *"Química usa preceitos da* ***Física"***
7	***"Matemática*** *é usada como ferramenta para a Química"*

7.3.4 PRESENÇA DAS ATIVIDADES DO QUÍMICO NOS MAPAS CONCEITUAIS (MC2)

Uma das perguntas propostas pelos docentes para a construção deste mapa conceitual "*Em que consistem as atividades de um químico?"* Verificou-se nos mapas conceituais, na própria fala dos alunos e nos vídeos, resposta para esta pergunta. Na Tabela 23 são apresentadas as proposições e o respectivo mapa conceitual onde a mesma foi utilizada.

Tabela 24 – Proposições que aparecem as atividades do químico no MC2

Mapa Conceitual	Proposições
1	*Atividades do Químico podem ser Planejamento de Produção;*
	Atividades do Químico podem ser Pericia Criminal;
	Atividades do Químico podem ser Segurança;
	Atividades do Químico interage com diferentes profissionais da área de Humanas;
	Atividades do Químico podem ser Tratamento de Resíduos;
2	*Ensino enquanto área de atuação do químico possui como atividades elaboração de material didático;*
	Ensino enquanto área de atuação do químico possui como atividades ministração de aulas
	Químico é o profissional que trabalha com a ciência Química
	Químico pode atuar em área judicial
	Químico pode atuar em pesquisa
	Químico pode atuar em indústria
3	*Químico tem como atividades Análise*
	Químico tem como atividades Observação
	Químico tem como atividades Quantificação
	Químico tem como atividades Pesquisa e desenvolvimento
	Químico tem como atividades Elaboração de relatórios
	Químico tem como atividades Coleta de dados
	Químico tem como atividades Controle de Qualidade
4	*Químico exerce atividades, como ensino de Química*
	Químico exerce atividades, como preparo de soluções e reagentes
	Químico exerce atividades, como controle de qualidade de matéria-prima e produto final
	Químico exerce atividades, como proposição de processos alternativos
	Químico exerce atividades, como proposição de mecanismos de reações

	Químico	*exerce atividades, como*	*amostragem e tratamento de amostras*
	Químico	*exerce atividades, como*	*orientação de armazenamento e descarte de substâncias*
	Químico	*exerce atividades, como*	*comunicação oral e escrita de forma eficiente*
6	*Químico*	*atua em*	*ciência*
	Químico	*atua em*	*ensino*
	Químico	*atua em*	*indústria*
	Químico	*atua em*	*análise*
7	*Químico*	*atua em*	*ensino*
	Químico	*atua em*	*indústria*
	Químico	*atua em*	*pesquisa*
11	*Setores industriais*	*fazendo insumos*	*combustíveis*
	Estágio supervisionado	*dão suporte para ensinar no*	*ensino técnico*
	Setores industriais	*fazendo insumos*	*alimentícia*
	Físico-Química	*aplicações*	*perícia criminal (Química Forense)*
	Setores industriais	*fazendo insumos*	*alimentícia*
	Ensino de ciências	*abrange*	*aulas práticas de ensino*

Sete dos treze mapas conceituais analisados mencionam as atividades do químico. Verificou-se que as mais citadas foram referentes às três habilitações: ensino, pesquisa e produção e aplicação. Essas habilitações refletem os tipos de curso que são oferecidos dentro da universidade: *licenciatura em Química*, relacionada ao ato de lecionar; *bacharel em Química*, que corresponde ao profissional que se dedica à pesquisa acadêmica e *bacharel com atribuições tecnológicas*, relacionado trabalho profissional do químico no setor produtivo como, por exemplo, o setor industrial. Através dessas três atribuições, as proposições presentes nos mapas conceituais foram classificadas de acordo com a Tabela 24. Os grupos que citam "o *ensino de Química*" como área, mesmo que não fosse expresso o termo como habilitação de um químico foi considerada um tipo de

atividade. Termos que apareceram nas proposições como "*ministração de aulas*", são classificadas como atividade de um químico referente ao *ensino*.

Já para a *pesquisa* consideramos somente as proposições que tivessem citado explicitamente a palavra "*pesquisa*" e termos como *"elaboração de relatório" , "coleta de dados" e "observação" "atua em ciência",*

Para atividade correlacionada à "produção e aplicação" além da própria palavra, outros termos foram considerados para esta classificação, tais como: "planejamento de produção", "assistência técnica"; *"tratamento de resíduos", "controle de qualidade", "desenvolvimento de produtos", "controle de qualidade", "preparo de soluções e reagentes" "amostragem e tratamento de amostras", "controle de qualidade de matéria-prima e produto final*".

Outras atividades do químico, que não se encaixavam nos três tipos descritos anteriormente, denominamos de "atividades gerais". Esta categoria representa a atividades com aspectos híbridos, ou seja, corresponde a uma atribuição com características que podem ser aplicadas a mais de uma atividade do químico. Por exemplo, nas seguintes proposições:

Atividades do Químico podem ser Segurança;

Químico tem como atividades Quantificação

Estas três atividades que apareceram nas proposições podem ser tanto para o químico que trabalha no setor industrial e de serviços, quanto na pesquisa. Os termos presentes que se enquadram nesta categoria foram os seguintes: "*saneamento básico*", "*perícia criminal", "área judicial", "comunicação oral e escrita*", "*análise","quantificação", "segurança".*

A Tabela 25 apresenta as principais atividades do químico que foram apresentadas nos mapas conceituais. Neste caso, verifica-se que à categoria denominada "produção e aplicação" apareceu em todos os mapas conceituais que descreveu uma atividade para o químico. Já o ensino apareceu em seis dos sete mapas conceituais que foram analisados. Apesar dos alunos serem do curso noturno, que são da Licenciatura em Química e Bacharelado em Química Ambiental, é importante ressaltar que a perspectiva que os universitários da Química Ambiental tem do mercado de trabalho é direcionada à indústria, como futura profissão. Como exemplos, podemos citar as seguintes falas dos alunos da Ambiental:

"Por exemplo, a indústria pode gerar resíduos que podem afetar ao meio ambiente. Por outro lado a Química pode ser usada como análise para analisar o ar, água, solo para corrigir algum problema ambiental".

"A gente tratou numa questão de geração de resíduos, que ao mesmo tempo que Química ajuda , ela sintetiza....novas coisas, isso também traz problemas, principalmente quando a gente tá na indústria".

"Assim como tratamento ambiental hoje está presente em todas essas indústrias".

Parte dos alunos que estavam cursando a disciplina são provenientes do curso de Licenciatura, foi nítida a presença do "ensino" como atividade do químico. Esta atividade foi a segunda que mais apareceu nos mapas construídos pelos grupos.

Tabela 25 - Mapas conceituais que apresentam as atividades profissionais do químico.

Atividades do Químico	**Mapas que apareceram**
Indústria	1,2,3,4,6,7,11
Ensino	2,4,6,7,11
Pesquisa	2,3,6,7
Atividades Gerais	1,2,6,11

8. CONCLUSÕES

Através da análise realizada podemos verificar que os mapas conceituais foram ferramentas úteis, pois observarmos que foi possível identificar várias respostas para as atividades propostas pela disciplina.

A análise dos conceitos ditados pelos alunos como os mais importantes em cada disciplina cursada permitiu verificar alguns aspectos da percepção dos alunos a respeito de cada uma das disciplinas. Foi sugerido que os conceitos apresentados pelos alunos pode ser classificados em: 1) substâncias, classes de compostos e funções químicas; 2) processos químicos, como as reações químicas e os mecanismos de reações; 3) técnicas e procedimentos de trabalho do químico; 4) leis, modelos e teorias; 5)propriedades dos materiais e; 6) conceitos fundamentais de química. Esta última categoria parece incluir os conceitos que estabelecem uma linguagem comum aos químicos, conceitos utilizados para definir, descrever e dar sentido às outras categorias.

Os dados obtidos mostraram que os estudantes possuem algumas concepções com relação aos principais conceitos aprendidos em cada disciplina do curso de graduação em Química. Como por exemplo, na importância dada a eventos em algumas disciplinas a conceitos propriamente ditos. Já o conceito com maior número de relações no MC-1 foi “reações químicas” que é estudado na maior parte das disciplinas e presente em vários livros relacionados como definição a Química.

Já o segundo mapa conceitual foi possível verificar que os alunos organizam a estrutura curricular da Ciência Química através de presença suas áreas tradicionais e das principais. Ficou evidente que os alunos apontaram as cinco áreas tradicionais (FQ, QA, QI, QO, BQ) nos mapas conceituais como constituintes da Química.

Para a BQ observamos que os alunos apresentam concepções acerca de uma área depende de outras áreas da Química, principalmente FQ e QO.

Com relação à concepção dos alunos sobre a QA foi possível verificar que esta é considerada na maioria das proposições que foram analisadas nos mapas conceituais como uma “ferramenta” para outras áreas da Química.

Com relação a outras áreas do conhecimento foi nítida a presença em maior quantidade da Física e Matemática, que estão presentes em disciplinas do curso de

graduação em Química. As concepções acerca destas duas áreas observadas nas proposições dos mapas conceituais também expressam a ideia de que são “ferramentas" necessárias para o entendimento dos conceitos químicos.

As atividades do químico que mais apareceram: indústria, pesquisa e ensino. Estas três atividades estão diretamente relacionadas ao curso de graduação que estavam realizando. Vale ressaltar que a maior parte dos alunos, que participou deste projeto de pesquisa são provenientes do curso de Licenciatura em Química e Química Ambiental. Sendo que foi observado que a perspectiva de trabalho de alguns alunos da “Química Ambiental” é direcionada à indústria.

A disciplina de Química Integrada III gerou várias reflexões observadas nas discussões das apresentações dos mapas conceituais sobre de que forma é apresentada a Química dentro da universidade, como aprendem a ciência Química e quais relações da Química com outras áreas do conhecimento, suas principais áreas, os conceitos mais importantes que aprenderam e até perspectivas de trabalho correlacionado à atividade de químico.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2009, 281p.

BRAATHEN, P.C. O processo de ensino aprendizagem em disciplinas básicas do terceiro grau. **Educação e Tecnologia**, Belo Horizonte, v.8, n.1, p.34-41, jan./jun.2003.

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.

CAÑAS, A.J., NOVAK, J.D, MILLER, N.L, et al. Confiabilidad de uma taxonomia topológica para mapas conceptuales. Second International Conference on Concept Mapping, Universidad de Costa Rica. **Proceedings**. San Jose:. v.1, p.153-161, 2006

CANTÚ, E.; SCHROEDER, N.; SILVA, D.Z.P. Using concept maps as a synthesis tool to construct integrated curriculum. Concept Maps: Making Learning Meaningful. Fourth International Conference on Concept Mapping. **Proceedings.** Viña Del Mar (Chile): Ed. Viña Del Mar, 2010. p.444-450.

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.

GAMA, A.A.S. Editorial. **Química Nova**. v.24, n.6, p.717-717, 2001.

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.

HAMMOND, G.S.; NYHOLM, R. The structure of Chemistry. **Journal of Chemical Education**, v.48, n.1, p.6-13, 1971.

JENSEN, W. B. Does Chemistry Have a Logical Structure? **Journal of Science Education**, v.75, n.6, p.679-687,1998.

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

MARTINS, R.L.C. et. al. Mapas conceituais em aulas de Biologia, Física e Química: uma abordagem integradora do conceito de energia. In: VII ENCONTRO NACIONAL

DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2009, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: ABRAPEC, 8 de novembro de 2009. Disponível em: <http://www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1573.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2010

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.; MASINI, E.F.S. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel.** São Paulo: Editora Moraes, 1982

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. GOWIN, D. B. **Learning how to learn**. New York: Cambridge University Press, 1984.

NOVAK, J.D.; CAÑAS, A.J. The Theory Underlying Conpect Maps and How to Construct Them. Technical Report IHMC CmapTools. **Institute for Human and Machine Cognition.** Florida, 2008. Disponível em: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>. Acesso em: 12 out. 2009.

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

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

PAULING, L. **General Chemistry**. New York: Dover, 1988.

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

STRUCHINER, M.; VIEIRA, A.R.; RICCIARDI, R.M.V. Análise do conhecimento e das concepções sobre saúde oral de alunos de odontologia: avaliação por meio de mapas conceituais**. Caderno de Saúde Pública**, v.15, supl.2, p.S55-S68, 1999.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Júpiter – Sistema de Graduação. Disciplinas Interdepartamentais do Instituto de Química: Química Integrada I. <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. <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. <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. <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.
<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.
<http://www2.iq.usp.br/graduacao/PADIQ_2_2008.pdf> Acesso em: 03 abr .2011.

ZUCCO, C.; ANDRADE, J.B.; CADORE, S.; VIEIRA, P.C.; PINTO, A.C. A formação do Químico. **Química Nova**, v. 27, n.2, p. 358-362, 2004.

10. ANEXOS

ANEXO A - Justificativa para a criação do grupo de disciplinas denominadas Química Integrada (I, II, III e IV)

A excessiva compartimentalização das disciplinas de Química e Bioquímica dificulta a integração dos conhecimentos e a visão clara da importância da associação dos conteúdos programáticos. Esta visão mais abrangente da ciência é também relevante levando-se em conta o conteúdo cada vez mais interdisciplinar das pesquisas executadas na instituição.

Com o objetivo de **i.** demonstrar aos alunos dos cursos de Química que pode haver um nível significativo de entrosamento entre as várias disciplinas de Química e Bioquímica que compõem as grades curriculares, **ii.** fazer uma avaliação anual da capacidade de agregação de conhecimentos dos estudantes, **iii.** comparar o desenvolvimento dos alunos matriculados nos 3 cursos de Química do IQ-USP (Bacharelado e Licenciatura-Integral, Bacharelado em Química Ambiental-Noturno e Licenciatura em Química-Noturno) e **iv.** municiar os docentes vinculados à área de Ensino de Química com dados que possam ser interpretados à luz do projeto pedagógico de nossos cursos, a CG criou uma disciplina denominada "Química Integrada I".

Trata-se de disciplina obrigatória a ser incorporada à grade curricular dos 3 cursos (2º semestre) e que consiste em prova realizada em novembro, em data e horário comuns a todos os ingressantes que tiveram aprovação nas disciplinas de Química do 1º ano. Sendo uma disciplina regular, haverá uma equipe de docentes escalada e que terá as seguintes atribuições: apresentação aos alunos dos objetivos e da motivação da disciplina, discussão sobre exemplos de exercícios integradores, elaboração da prova, aplicação, correção e discussão das questões com ênfase nas expectativas sobre a almejada integração de conhecimentos. Com a reunião de docentes de diferentes áreas trabalhando com o objetivo explícito de associar conteúdos programáticos, cria-se um espaço oportuno para que as disciplinas ministradas na graduação passem a ser vistas sob um foco mais amplo e menos específico.

A criação de uma disciplina em moldes não convencionais teve como objetivos garantir a manutenção da proposta de avaliação por vários anos e estimular a participação dos estudantes de maneira séria e responsável. Os desdobramentos deste projeto incluem a criação de outras 3 disciplinas similares, no final do 2º, 3º e 4º ano. Espera-se que estas experiências possam ter um impacto positivo nos cursos de graduação, contribuindo não só para o aprimoramento das relações entre docentes de diferentes áreas mas também para a obtenção de parâmetros quantitativos que, devidamente avaliados, possam servir como subsídio para futuras modificações curriculares.

ANEXO B - Ementa da disciplina Química Integrada III

Instituto de Química

Disciplinas Interdepartamentais do Instituto de Química

Disciplina: 4604200 - Química Integrada III

Créditos Aula: 1

Créditos Trabalho: 0

Carga Horária Total: 15 h

Tipo: Semestral

Ativação: 01/08/2005

Objetivos

Promover a associação crescente dos conhecimentos apresentados em separado nas disciplinas dos currículos dos cursos do IQ, oferecendo situações integradoras. Desenvolver a capacidade de resolver problemas reais com os quais os estudantes poderão se defrontar na vida profissional. Criar um instrumento de diagnóstico das dificuldades dos estudantes nas disciplinas QBQ2454, QFL2144, QFL2145, QFL2343 e QFL2454 ou QBQ3400, QBQ3401, QFL3103, QFL3302 e QFL3403.

Docente(s) Responsável(eis)

2917333 - Mauro Bertotti

Programa Resumido

Conteúdos apresentados na 4604000 e 4604100 associados a uma visão integrada de tópicos em Bioquímica e biologia molecular, mecânica quântica, espectroscopia, síntese orgânica e Química de coordenação.

Programa

Conteúdos apresentados na 4604000 e 4604100 associados a uma visão integrada de tópicos em Bioquímica e biologia molecular, mecânica quântica, espectroscopia, síntese orgânica e Química de coordenação.

Avaliação

Método

Discussão com os alunos explicando a motivação da disciplina, apresentação de problemas integradores oferecidos como modelos e discussão com os estudantes sobre as expectativas da almejada integração dos conhecimentos, aplicação de avaliação sobre tópicos de Química ministrados nas aulas nos três anos do curso e correção da prova.

Critério

Desempenho na prova.

Norma de Recuperação

Nota da 2ª Avaliação = Nota da 1ª Avaliação + 2 x (Nota da prova de recuperação) dividido por 3.

Bibliografia

Bibliografia disponibilizada nas disciplinas 4604000 e 4604100, acrescida dos seguintes livros:

F. BETTELHEIM, J. MARCH, W. H. BROWN - Introduction to general, organic and biochemistry, 7a ed., Thomson Learning, 2004.

A. MARZZOCCO E B. B. TORRES - Bioquímica Básica, Editora Guanabara, 2ª Edição, 1999.

D. VOET E J.G. VOET - Biochemistry, 2a ed. Editora J. Wiley & Sons, 1995.

D. VOET, J. G. VOET, C.W. PRATT - Fundamentos de Bioquímica, Editora Artmed, 2002.

J. M. BERG, J. L. T. E L. STRYER - Biochemistry - 5a edição, Editora W.H. Freeman and Co, 2002.

A. ZAHA - Biologia Molecular Básica, 3a Ed., Editora Mercado Aberto, 2003.

A. L. LEHNINGER; D. L. NELSON e M. M. COX - Princípios de Bioquímica, Ed. Sarvier, 2002.

I. VOGEL - A Text-Book of Practical Organic Chemistry, 4th Ed., Longmans, green and Co. Ltd., 1978.

R. M. SILVERSTEIN, G. C. BASSLER and T. C. MORRIL - Spectrometric Identification of Organic Coumpounds, 5th Ed., John Willey & Sons, Inc., 1991.

D.A. McQUARRIE - Physical Chemistry, A Molecular Approach, University Science Books, 1998

P. W. ATKINS - Physical Chemistry, 6ª. ed., Oxford Univ. Press, Oxford, 1998.

B. DOUGLAS, D. H. McDANIEL and J. J. ALEXANDER - Concepts and models of inorganic chemistry, J. Wiley, N. Y., 1983.

S. F. A. KETTLE - Physical Inorganic Chemistry, A Coordination Chemistry Approach, Oxford Univ. Press, 1998.

J. D. LEE - Química Inorgânica Concisa, 5a. Ed., Trad., Ed. E. Blucher, 1999.

J. E HUHEY - Inorg. Chem., Harper, N. Y., 1993.

ANEXO C - Cronograma das atividades da disciplina Química Integrada III

Programa da disciplina Química integrada III em 2008

4604200: Química Integrada III - 2º semestre de 2008 **turma 2008210 - NOTURNO**				
OBJETIVOS	Promover a associação crescente dos conhecimentos apresentados em separado nas disciplinas dos currículos dos cursos do IQ, oferecendo situações integradoras. Desenvolver a capacidade de resolver problemas reais com os quais os estudantes poderão se defrontar na vida profissional. Criar um instrumento de diagnóstico das dificuldades dos estudantes nas disciplinas QBQ2454, QFL2144, QFL2145, QFL2343 e QFL2454 ou QBQ3400, QBQ3401, QFL3103, QFL3302 e QFL3403.			
OBJETIVO ESPECÍFICO	Promover uma reflexão sobre a Química e o curso de graduação em Química envolvendo o instrumento de mapas conceituais.			
PROGRAMA RESUMIDO	Relação entre conceitos químicos. A estrutura e a organização da ciência Química. Implicações curriculares.			
DOCENTES	Prof. Dr. Flavio A. Maximiano Prof. Dr. Hernan Chaimovich Profa. Dra. Paola Corio	Bloco 9 Inf. sala 912 Bloco 10 Inf. sala 1008 Bloco 8 Inf. sala 809		famaxim@iq.usp.br hchaimo@usp.br paola@iq.usp.br
HOMEPAGE	http://www2.iq.usp.br/docente/famaxim/disciplinas			
HORÁRIO	sábado	10:00 – 11:40	"queijinho"	sala A-02
CRITÉRIO DE APROVAÇÃO	Média aritmética das notas obtidas nas 4 atividades propostas: 1) Mapa Conceitual 1 (em grupo): As relações entre os conceitos químicos aprendidos na graduação. 2) Mapa Conceitual 2 (em grupo): A ciência Química. 3) Estudo dirigido (individual) 4) Trabalho final (em grupo) Obs: Serão aprovados os alunos com M = 5,0 e Freqüência > 70%.			
PROGRAMA				
09 de agosto	Aula 1: Apresentação da disciplina; Entrega do cronograma; Mapas Conceituais			
16 de agosto	Aula 2: Mapas Conceituais – treinamento prático			
23 de agosto	Aula 3: Mapas Conceituais – treinamento prático; uso do programa *Cmap Tools* (Aula na sala multimídia no Bloco 7 superior)			
06 de setembro	Aula 4: Definição da lista de conceitos das disciplinas cursadas			
27 de setembro	Aula 5 – turma A: Apresentação e discussão do Mapa Conceitual 1			
04 de outubro	Aula 5 – turma B: Apresentação e discussão do Mapa Conceitual 1			
1 de novembro	Aula 6 – turma A: Apresentação e discussão do Mapa Conceitual 2			
08 de novembro	Aula 6 – turma B: Apresentação e discussão do Mapa Conceitual 2			
29 de novembro	Aula 7: A natureza e a estrutura da Química - discussão de dois textos que deverão ser previamente lidos; entrega do **estudo dirigido** sobre os textos.			

06 de dezembro	Aula 8: Síntese final da disciplina – avaliação da disciplina; auto-avaliação; entrega do **trabalho final**.

Observações:

- Deverão ser formados grupos de 4 alunos até o dia 22 de agosto.
- Nas aulas 5 e 6 a turma será dividida em duas novas turmas (por sorteio dos grupos). Na aula 5, os grupos que formam a turma A apresentarão o seu mapa conceitual no dia 26/09 e os grupos que formam a turma B apresentarão o seu mapa conceitual no dia 03/10. O mesmo acontecerá nos dias reservados para a aula 6. **ATENÇÃO: A data para a entrega dos mapas é diferente do dia da apresentação.**
- A presença para os alunos que formam a turma B não é obrigatória no dia da aula para a turma A e vice-e-versa, embora sejam todos convidados e bem-vindos.
- Cada grupo deve preparar uma apresentação que explique o seu mapa conceitual (objetivos, o que norteou, as principais relações, etc) de aproximadamente 7 minutos.

DATAS PARA A ENTREGA DAS ATIVIDADES

Abaixo estão relacionadas as atividades que devem ser entregues para compor a nota. Ao longo da disciplina e antes da elaboração de cada atividade serão entregues instruções mais detalhadas.

23 de setembro (terça-feira) entregar por *e-mail*	Mapa conceitual 1: As relações entre os conceitos químicos aprendidos na graduação. Texto explicativo sobre o mapa conceitual 1 (1 ou 2 páginas).
28 de outubro (terça-feira) entregar por *e-mail*	Mapa conceitual 2: A ciência Química. Texto explicativo sobre o mapa conceitual 2 (1 ou 2 páginas).
28 de novembro (na aula 7)	Estudo dirigido dos 2 textos que devem ser lidos antes da aula 7 (os textos serão disponibilizados na *homepage* da disciplina após o dia 09 de novembro)
05 de dezembro (na aula 8)	Trabalho final: Proposta curricular para um curso de graduação em Química. Instruções mais detalhadas para a atividade final serão entregues no final da aula 6.

INSTRUÇÕES PARA A ELABORAÇÃO DOS MAPAS CONCEITUAIS

- A construção dos mapas deverá ser feita através do software *Cmap Tools* que pode ser obtido em: http://cmap.ihmc.us/
- Um tutorial que ensina como usar o *Cmap Tools* pode ser encontrado em:

http://penta2.ufrgs.br/edutools/tutcmaps/tutindicecmap.htm
http://guaiba.ulbra.tche.br/~yanzer/Manual_Cmap_Tools.pdf
ou na *homepage* da disciplina

- Os mapas deverão:
  - ter um título e os nomes dos componentes do grupo. Estas informações podem estar em uma caixa de conceitos;
  - ser salvos nos formatos XML e PDF. Para isso, clicar em *Arquivo* e em seguida em *Exportar mapa como* (*Arquivo XML*)/ (*Formato PDF*);
  - ser enviados por e-mail aos docentes (famaxim@iq.usp.br e paola@iq.usp.br) **nas datas acima marcadas**.
- Quem faz um mapa conceitual deve ser capaz de explicá-lo, por isso, junto com cada mapa **deverá ser entregue um texto** (1 ou 2 páginas) que explique o seu mapa conceitual. Este texto deve indicar claramente quais as ideias que nortearam a elaboração do mapa e quais os principais aspectos demonstrados no mapa, além de outros aspectos que julgar necessários.

CRITÉRIOS PARA ATRIBUIÇÃO DE NOTAS PARA OS MAPAS CONCEITUAIS
- Coerência entre o texto entregue o mapa conceitual; - Coerência entre o mapa elaborado e o que foi pedido; - Qualidade das relações entre os conceitos; - A existência de frases de ligação (conectores) entre os conceitos; - Profundidade na abordagem do tema proposto; - Clareza do mapa; - Apresentação oral do trabalho.

ANEXO D – Material que foi utilizado nas aulas de Químcia Integrada III – Quadro que contém disciplinas já cursadas pelos alunos

4604200 – Química Integrada III/ 2008

Nome:_____ NOTURNO

Pense em cada uma das disciplinas abaixo e procure lembrar os conceitos mais importantes e fundamentais que foram tratados em cada uma delas. No espaço correspondente liste estes conceitos. Procure indicar no máximo 6 conceitos para cada disciplina.
Caso não tenha cursado alguma disciplina, faça um X no espaço correspondente à mesma.

QFL3100 – Introdução à Estrutura da Matéria	QFL3101 Introdução às Transformações Químicas	QFL2143 – Química Inorgânica	Química Orgânica
QFL3200 - Princípios de Análise Química	Físico-Química (Termodinâmica e Cinética)	QFL3400 – Mecânica Quântica e Espectroscopia	QBQ2454 – Bioquímica Metabólica
QBQ2456 – Biologia Molecular	QFL3402 – Físico-Química Experimental	QFL3103 - Química de Coordenação e Materiais	

ANEXO E – Texto que foi utilizado em uma das aulas da disciplina de Química Integrada III

Química Integrada III/ 2º semestre de 2008

ATIVIDADE: TRANSFORMANDO TEXTOS EM MAPAS CONCEITUAIS

O texto abaixo define o que é Química. Transforme o texto em um mapa conceitual que responda a questão focal: O que é Química? Para ajudar os principais conceitos, que devem ser utilizados no mapa já estão destacados no texto.

Ao final salve o seu mapa conceitual com o nome Química_#, onde # é o número do computador que você está utilizando.

O universo é composto de **matéria** e **energia** radiante. **Matéria** (do Latim *matéria*, significa madeira ou outro **material**) pode ser definida como qualquer tipo de massa-energia que move com velocidades menores do que a velocidade da luz, e energia radiante como qualquer tipo de massa-energia que move na velocidade da luz.

Os diferentes tipos de **matéria** são chamadas de **substâncias**. A **Química** é a ciência das **substâncias** – sua **estrutura**, suas **propriedades**, e as **reações** que as transformam em outras **substâncias**.

Esta definição da **Química** é, ao mesmo tempo, muito reduzida e muito ampla. É muito reduzida porque a **Química** em seu estudo das **substâncias** também estuda a **energia** radiante em sua **interação** com as **substâncias**. Pode estar interessada pela cor das **substância**s, que é produzida pela absorção de luz. Ou pode estar interessada na **estrutura atômica** das **substâncias**, como a determinada por difração de raios- x ou pela absorção ou emissão de ondas de rádio pelas **substâncias**.

Por outro lado, a definição é muito ampla, de maneira que quase toda a **ciência** pode ser incluída aí. O astrofísico está interessado nas **substância**s que estão presentes nas estrelas e em outros **corpos celestes**, ou aquelas que estão distribuídas, em baixíssimas concentrações, através do espaço interestelar. O físico nuclear estuda as **substância**s que estão presentes no núcleo dos **átomos**. O biólogo

está interessado nas **substâncias** que estão presentes nos **organismos vivos**. O geólogo está interessado nas **substância**s, chamadas **minerais**, que formam a Terra. É difícil descrever uma linha divisória entre a **Química** e as outras **ciências**.

Extraído de: Linus Pauling, General Chemistry, Dover, 1988.

ANEXO F - Roteiro disponibilizado aos alunos correspondente a construção do MC1

4604200: Química Integrada III - 2º semestre de 2008

INSTRUÇÕES PARA A CONFECÇÃO DO MAPA CONCEITUAL Nº 1

DATA DE ENTREGA: 23 de setembro de 2008 (terça-feira).

O objetivo deste mapa é mostrar quais as relações que existem entre os conceitos químicos tratados nas diferentes disciplinas já cursadas no seu curso de graduação.

Para isso, podemos considerar como nossa questão focal: *Quais são as relações existentes entre os principais conceitos químicos aprendidos no curso de Química?*

Para montar o seu mapa conceitual você deverá utilizar a lista de conceitos que foi originada nas atividades da aula 4. Esta lista contempla os conceitos que mais foram citados por todos os grupos e estará disponível na página da disciplina a partir do dia 10 de setembro (http://www2.iq.usp.br/docente/famaxim/disciplinas).

Não há a necessidade de utilizar todos os conceitos caso você não veja alguma relação significativa entre um determinado conceito e os demais (não “invente” relações só para usar todos os conceitos), no entanto, espera-se que a lista fornecida seja a base para a elaboração do mapa conceitual e que portanto, seja extensivamente utilizada.

Caso veja necessidade, você pode:

- utilizar outros conceitos que não estejam na lista mas que compõe a lista de conceitos elaborada por seu grupo;
- completar o seu mapa com algum conceito que não esteja na lista mas, você só percebeu sua importância quando elaborava o mapa conceitual. Por exemplo, conceitos que permitam estabelecer uma relação importante no mapa conceitual.

Lembre-se que você pode fazer uso de vários recursos na construção de seu mapa, como, por exemplo, o uso de diferentes cores, formas e tipos de linhas para expressar os conceitos e suas relações, com o intuito de classificá-los ou hierarquizá-los. Você pode também acrescentar exemplos de maneira a deixar o mapa mais claro.

Procure fazer um mapa conceitual mais completo e significativo possível e que também represente as discussões promovidas em seu grupo.

INSTRUÇÕES GERAIS

A construção dos mapas deverá ser feita através do software *Cmap Tools* que pode ser obtido em: http://cmap.ihmc.us/. Para maiores informações a respeito do uso do programa consulte a página web da disciplina e o cronograma entregue no primeiro dia de aula.

Coloque um título e os nomes dos componentes do grupo no mapa conceitual. Estas informações podem estar em uma caixa de conceitos.

Salve o mapa nos formatos XML e PDF. Para isso, clicar em *Arquivo* e em seguida em *Exportar mapa como* (*Arquivo XML*)/ (*Formato PDF*).

Escreva um texto (1 ou 2 páginas) que explique o seu mapa conceitual. Este texto deve indicar claramente quais as ideias que nortearam a elaboração do mapa e quais os principais aspectos demonstrados no mapa, além de outros aspectos que julgar necessários.

Envie os três arquivos (2 para os mapas e o texto em .doc ou .pdf) por e-mail aos docentes (famaxim@iq.usp.br e paola@iq.usp.br).

ANEXO G – Roteiro disponibilizado aos alunos correspondente as instruções do MC2

4604200: Química Integrada III - 2º semestre de 2008

INSTRUÇÕES PARA A CONFECÇÃO DO MAPA CONCEITUAL Nº 2

DATA DE ENTREGA: 28 de outubro de 2008 (terça-feira).

O objetivo deste mapa é mostrar qual o entendimento que você tem sobre a Química. Para isso, podemos considerar como nossa questão focal:

Como você entende a organização da ciência Química?

Desta vez você **não** terá uma lista prévia de conceitos e por isso deverá fazer a sua própria lista. Para ajudá-lo na confecção do mapa, reproduzimos no verso o mapa conceitual de mapas conceituais e a lista de etapas para a execução de um bom mapa conceitual, ambos apresentados nas aulas (veja aula 2 na homepage da disciplina).

Também elaboramos uma lista de questões para ajudá-lo a refletir sobre a natureza da Química. Esperamos que esta reflexão, ou seja, as possíveis respostas a estas questões, estejam de alguma forma presentes no mapa.

- *Como as áreas ou sub-áreas que compõe a Química se relacionam?*
- *Em quais condições as áreas se integram?*
- *Como está e como pode ser organizado o estudo e o aprendizado da Química?*
- *Em que consistem as atividades de um químico?*
- *Quais são os conhecimentos (ou conceitos) principais da Química?*
- *Quais são os conhecimentos (ou conceitos) prévios (vindos de outras áreas do conhecimento) que dão base para a Química?*
- *Quais são as possíveis relações da Química com outras ciências ou áreas de conhecimento e atividade humana?*

Um bom início de trabalho seria discutir estas questões em grupo e a partir das respostas, ou outras perguntas surgidas, você pode começar o seu mapa conceitual, tendo sempre em mente a **questão focal**.

Lembre-se que você pode fazer uso de vários recursos na construção de seu mapa, como, por exemplo, o uso de diferentes cores, formas e tipos de linhas para expressar os conceitos e suas relações, com o intuito de classificá-los ou hierarquizá-los. Você pode também acrescentar exemplos de maneira a deixar o mapa mais claro.

Procure fazer um mapa conceitual mais completo e significativo possível e que também represente as discussões promovidas em seu grupo.

INSTRUÇÕES GERAIS

A construção dos mapas deverá ser feita através do software *Cmap Tools* que pode ser obtido em: http://cmap.ihmc.us/ . Para maiores informações a respeito do uso do programa consulte a página web da disciplina e o cronograma entregue no primeiro dia de aula.

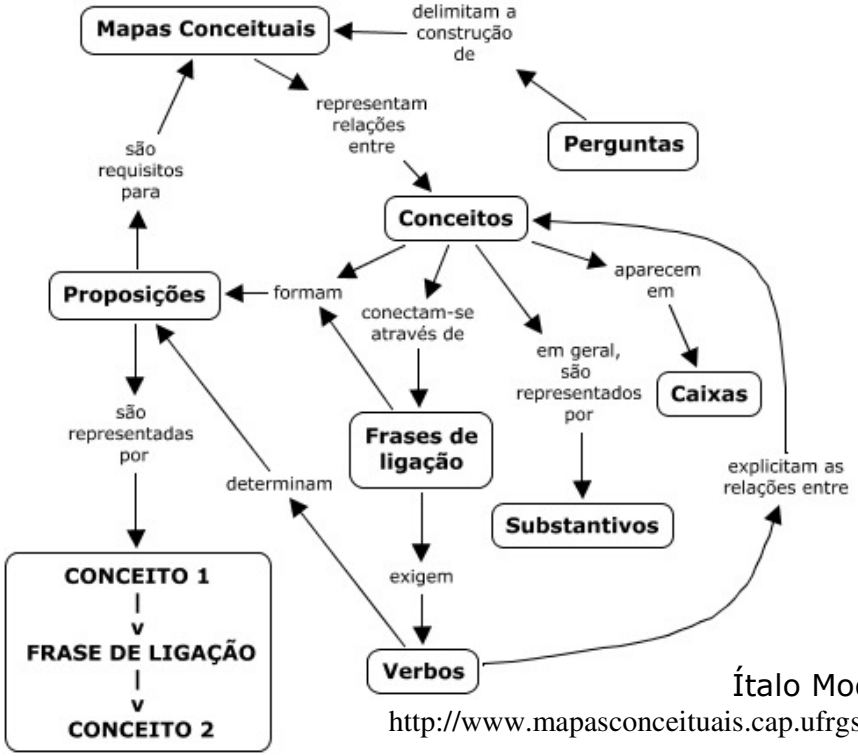
Coloque um título e os nomes dos componentes do grupo no mapa conceitual. Estas informações podem estar em uma caixa de conceitos.

Salve o mapa nos formatos XML e PDF. Para isso, clicar em *Arquivo* e em seguida em *Exportar mapa como* (*Arquivo XML*)/ (*Formato PDF*).

Escreva um texto (1 ou 2 páginas) que explique o seu mapa conceitual. Este texto deve indicar claramente quais as ideias que nortearam a elaboração do mapa e quais os principais aspectos demonstrados no mapa, além de outros aspectos que julgar necessários.

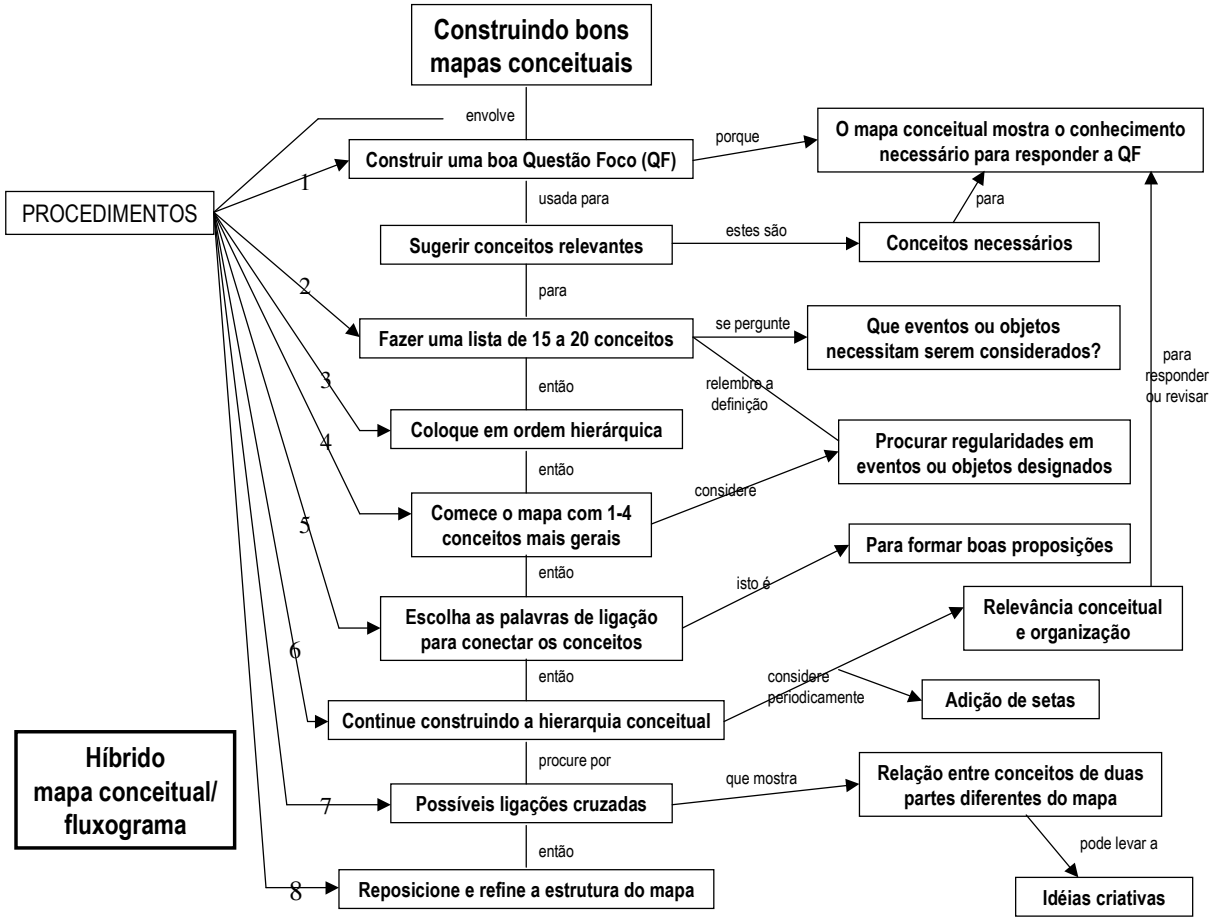
Envie os três arquivos (2 para os mapas e o texto em .doc ou .pdf) por e-mail aos docentes (famaxim@iq.usp.br e paola@iq.usp.br).

Mapa Conceitual sobre Mapas Conceituais



Ítalo Modesto Dutra

http://www.mapasconceituais.cap.ufrgs.br/mapas.php


Construindo bons mapas conceituais
envolve
PROCEDIMENTOS
1
Construir uma boa Questão Foco (QF)
porque
O mapa conceitual mostra o conhecimento necessário para responder a QF
usada para
Sugerir conceitos relevantes
estes são
Conceitos necessários
para
2
para
Fazer uma lista de 15 a 20 conceitos
se pergunte
Que eventos ou objetos necessitam serem considerados?
para responder ou revisar
3
então
relembre a definição
Coloque em ordem hierárquica
4
então
Procurar regularidades em eventos ou objetos designados
considere
Comece o mapa com 1-4 conceitos mais gerais
5
Para formar boas proposições
então
isto é
Escolha as palavras de ligação para conectar os conceitos
Relevância conceitual e organização
6
então
considere periodicamente
Adição de setas
Continue construindo a hierarquia conceitual
Híbrido mapa conceitual/ fluxograma
procure por
que mostra
Relação entre conceitos de duas partes diferentes do mapa
7
Possíveis ligações cruzadas
pode levar a
então
Idéias criativas
8
Reposicione e refine a estrutura do mapa

ANEXO H – Material disponibilizado aos alunos em uma das aulas referente ao estudo dirigido

Química Integrada III

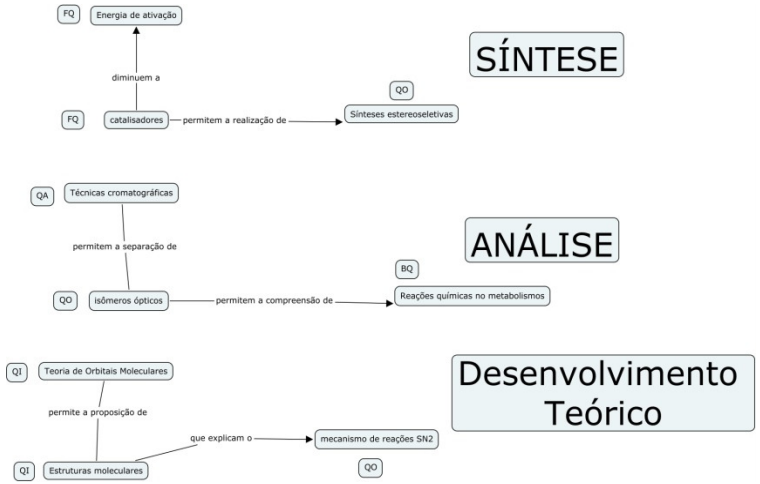
ESTUDO DIRIGIDO

Instruções: Essa atividade é individual e deve ser entregue na aula do dia 28/29 de novembro.

Depois de ler o texto de Goedhard (áreas tradicionais vs áreas contextuais):

1. Discuta a tradicional organização da Química em termos de vantagens e desvantagens. Apresente possibilidades de superação da compartimentalização do conhecimento químico.
2. Como você se posiciona em relação à proposta apresentada por Goedhard? Justifique.
3. Para essa questão, você vai analisar os mapas previamente construídos pela sua equipe. Escolha algumas proposições e classifique as relações nelas expressas nas categorias: Desenvolvimento Teórico (DT), Análise (AN) e Síntese (SI). Procure enumerar ao menos três exemplos de cada caso.

   Os exemplos abaixo, que expressam proposições classificadas nas três categorias propostas, podem ajudar:



Caso você não tenha sido capaz de identificar tais proposições em seus mapas, construa novas proposições que expressem as categorias solicitadas. Nesse caso, indique que não constavam originalmente nos mapas.

Depois de ler o texto de Jensen (A estrutura Lógica da Química):

4. Monte uma tabela, segundo o modelo da Tabela 1 do texto, e classifique os conceitos utilizados na construção do mapa conceitual 1 nas 9 categorias apresentadas. Procure contemplar cada categoria com três conceitos. Caso não encontre conceitos para algumas das categorias, sugira a inclusão de novos conceitos.
5. Enumera 2 proposições presentes nos mapas construídos pela sua equipe que exemplifiquem os postulados fundamentais números 7 e 8 apresentados no texto.
6. Escreva um parágrafo expressando os efeitos que as reflexões levantadas nos dois textos (Goedhard e Jensen) causaram em suas concepções sobre a Química.

ANEXO I – Questionários correspondentes a auto-avaliação e avaliação da disciplina, respectivamente.

Auto Avaliação

Nome: _____

1. Faça uma auto-avaliação considerando os aspectos sugeridos abaixo:

	conceito atribuído (de 0 a 10)	Justificativa
a) FREQÜÊNCIA ÀS AULAS		
b) PARTICIPAÇÃO EM AULA		
c) ELABORAÇÃO DO MAPA 1		
d) ELABORAÇÃO DO MAPA 2		

e) ESTUDO DIRIGIDO[1]		
f) **CONCEITO FINAL**		

Para atribuir sua nota, considere como você: leu previamente o texto; refletiu sobre o texto; respondeu às questões; envolveu-se com a discussão.

Avaliação da disciplina

2. Das atividades realizadas na disciplina colocadas abaixo, forneça um breve comentário sobre:

a) a importância da atividade para os objetivos da disciplina;
b) a capacidade em integrar os conhecimentos apresentados em separado nas disciplinas do curso de graduação;
c) a influência que a atividade exerceu na sua formação;
d) outras questões que julgar pertinentes.

Forneça argumentos indicando aspectos positivos e os que poderiam ser melhorados da atividade em questão.

I. Aula sobre mapas conceituais.

II. Elaboração da lista de conceitos para cada disciplina (individual).

III. Elaboração de um mapa conceitual (individual) em papel (equilíbrio químico).

IV. Aula prática sobre construção de mapas conceituais (uso do programa *Cmap Tools*).

V. Definição da lista de conceitos das disciplinas cursadas (em grupo).

VI. Elaboração (em grupo) do mapa conceitual 1: As relações entre os conceitos químicos aprendidos na graduação.

VII. Elaboração (em grupo) do mapa conceitual 2: A ciência Química.

VIII. Apresentação e discussão dos mapas elaborados pelos grupos.

IX. Leitura do texto *"A Química Tem uma Estrutura Lógica?"* de William B. Jensen.

X. Leitura do texto *"Uma nova perspectiva sobre a estrutura da Química como base para o currículo de graduação*" de M. J. Goedhart

XI. Trabalho escrito (questões) a respeito dos dois textos acima citados.

XII. Discussão em aula dos textos.

3. Na construção dos mapas, para quais conceitos, disciplinas ou áreas da Química, você teve mais dificuldades para estabelecer relações? Por quê?

4. Descreva em que extensão suas ideias sobre os itens abaixo sofreram alterações depois desta disciplina:

a) Concepção sobre a ciência Química: sua estrutura, sua divisão em áreas ou subáreas, sua relação com outras ciências ou áreas de conhecimento, etc.

b) Concepção sobre o "fazer Química", ou seja, a atividade do químico.

5. Há mais alguma coisa interessante que você tenha aprendido nessa disciplina? Descreva.

6. Você está satisfeito com a forma na qual o seu curso de Química está estruturado? Que mudanças poderiam ser sugeridas?

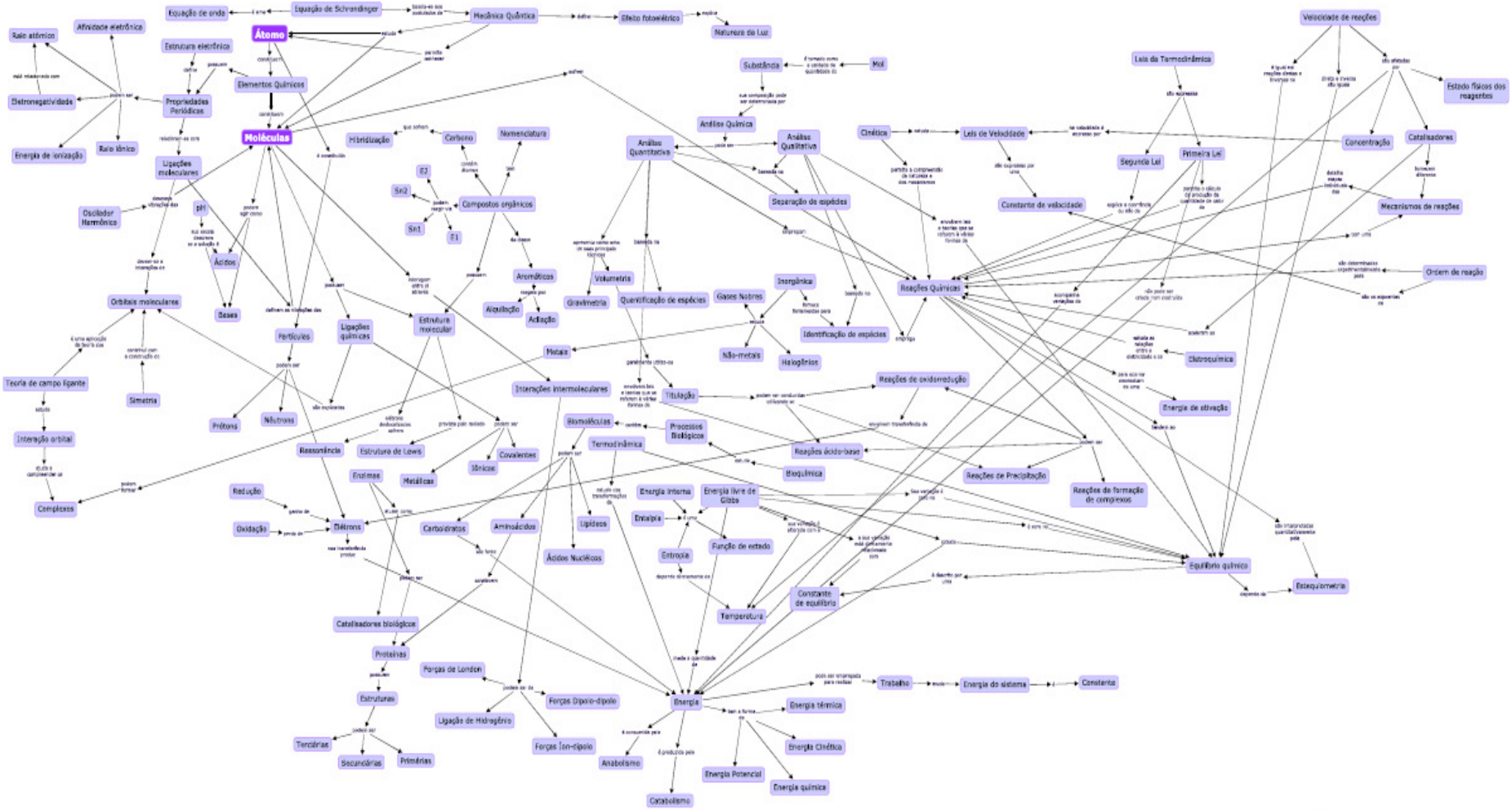
7. Faça comentários, críticas e sugestões que considerar pertinentes para o aprimoramento do próximo oferecimento desta disciplina. Atribua uma nota de 0 a 10 para a disciplina. Justifique a nota.

ANEXO J – Mapas Conceituais (MC1)

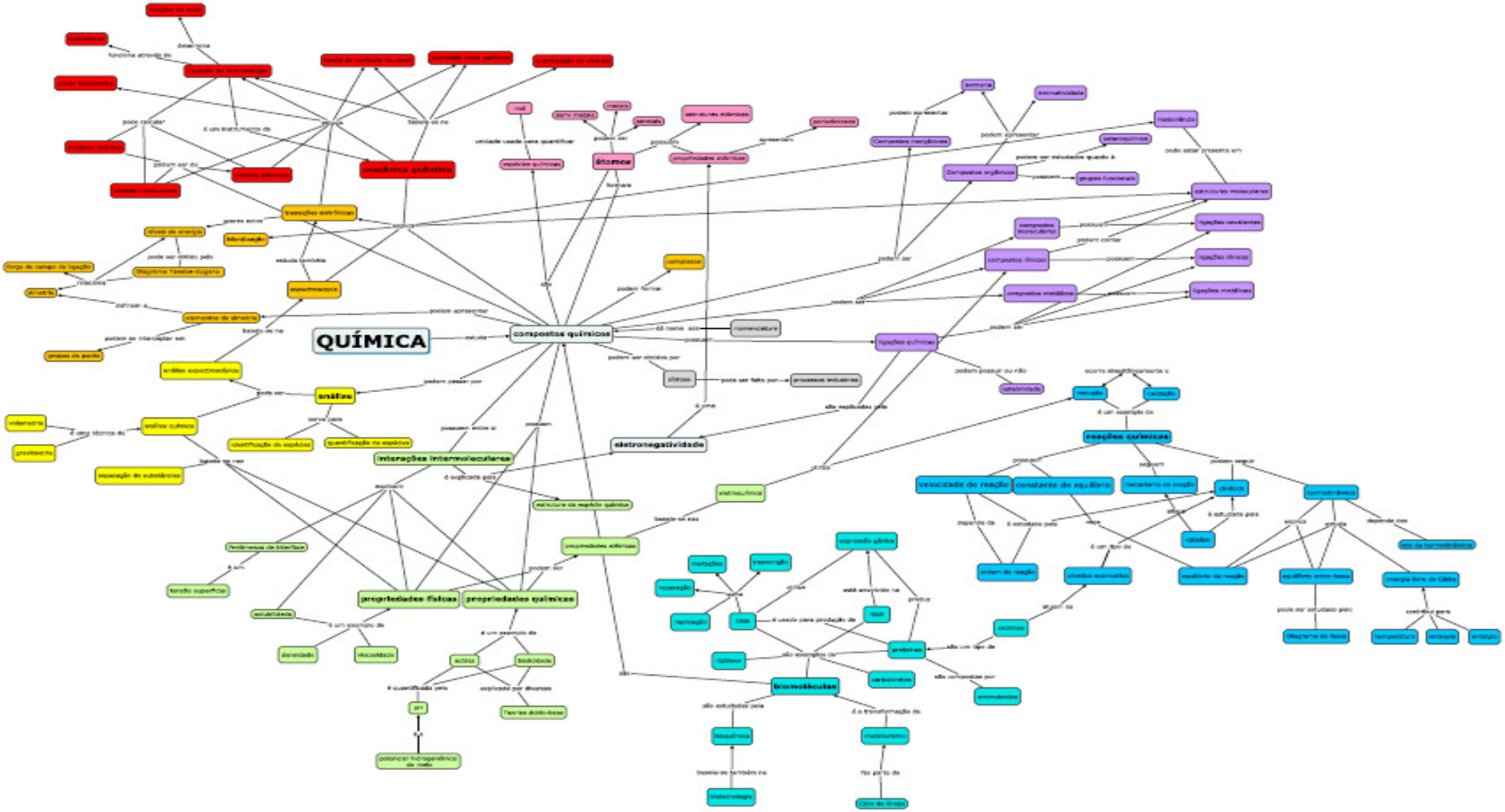
Mapas conceituais elaborados por alunos do período noturno cujo objetivo era responder a questão focal: "*Quais são as relações existentes entre os principais conceitos químicos aprendidos no curso de Química?"*

Não são apresentados todos os mapas conceituais.

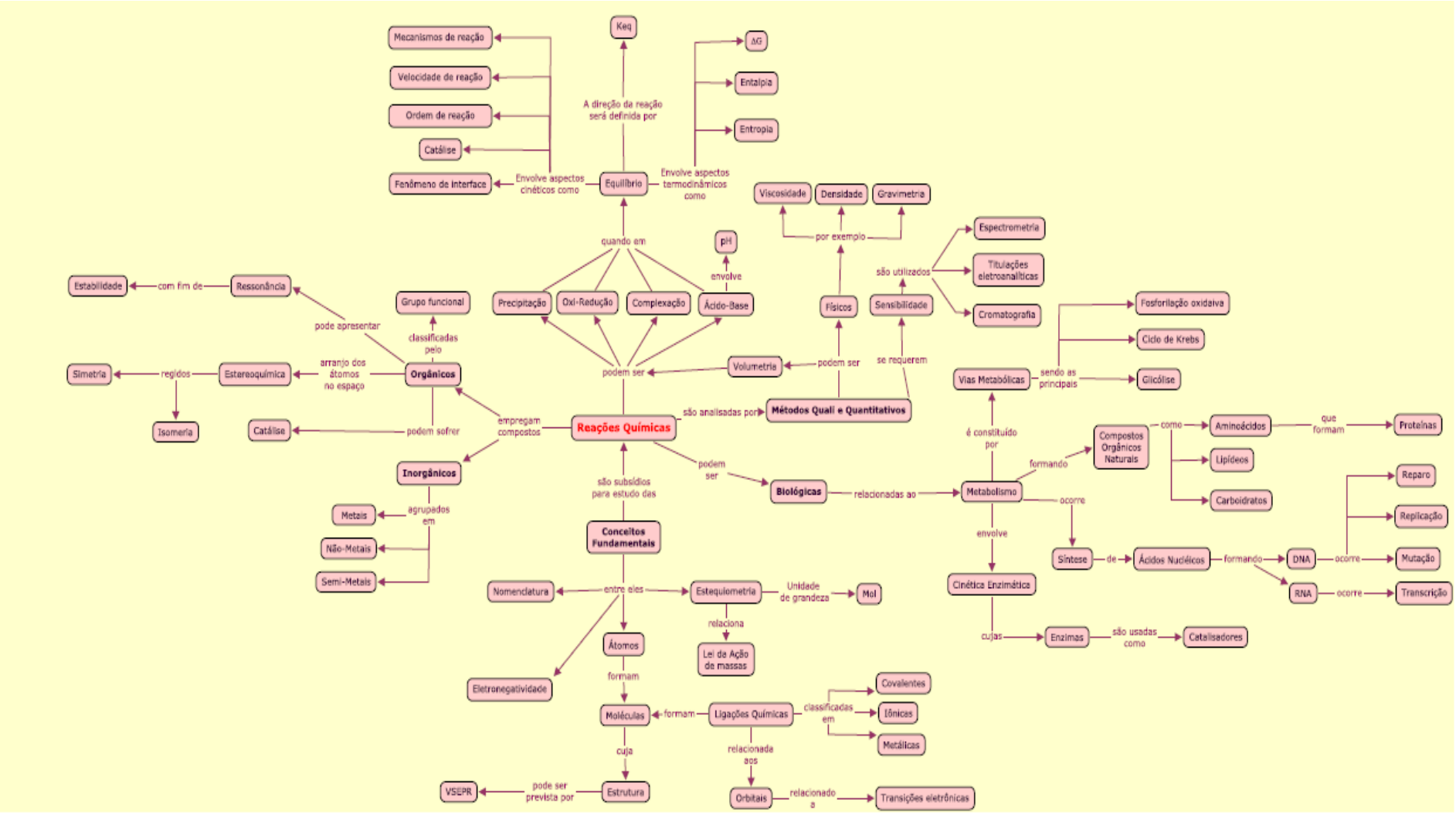
MC1 - Mapa 1


Equação de onda
Equação de Schrondinger
Mecânica Quântica
Efeito fotoelétrico
Natureza da Luz
Raio atômico
Afinidade eletrônica
Átomo
Estrutura eletrônica
Elementos Químicos
Eletronegatividade
Propriedades Periódicas
Energia de ionização
Raio iônico
Moléculas
Ligações moleculares
Oscilador Harmônico
pH
Ácidos
Bases
Orbitais moleculares
Teoria de campo ligante
Simetria
Interação orbital
Complexos
Partículas
Prótons
Nêutrons
Ligações químicas
Estrutura molecular
Ressonância
Estrutura de Lewis
Metálicas
Iônicas
Covalentes
Enzimas
Redução
Oxidação
Elétrons
Hibridização
Carbono
Nomenclatura
Compostos orgânicos
Aromáticos
Alquilação
Acilação
Substância
Mol
Análise Química
Análise Quantitativa
Análise Qualitativa
Separação de espécies
Volumetria
Gravimetria
Quantificação de espécies
Gases Nobres
Inorgânica
Identificação de espécies
Metais
Não-metais
Halogênios
Interações intermoleculares
Titulação
Biomoléculas
Processos Biológicos
Termodinâmica
Bioquímica
Carboidratos
Aminoácidos
Lipídeos
Ácidos Nucléicos
Catalisadores biológicos
Proteínas
Estruturas
Terciárias
Secundárias
Primárias
Forças de London
Ligação de Hidrogênio
Forças Dipolo-dipolo
Forças Íon-dipolo
Energia interna
Entalpia
Entropia
Energia livre de Gibbs
Função de estado
Temperatura
Constante de equilíbrio
Energia
Anabolismo
Catabolismo
Energia Potencial
Energia Cinética
Energia química
Energia térmica
Trabalho
Energia do sistema
Constante
Reações Químicas
Reações de oxidorredução
Reações ácido-base
Reações de Precipitação
Reações de formação de complexos
Equilíbrio químico
Estequiometria
Eletroquímica
Energia de ativação
Velocidade de reações
Leis da Termodinâmica
Segunda Lei
Primeira Lei
Cinética
Leis de Velocidade
Constante de velocidade
Concentração
Catalisadores
Estado físicos dos reagentes
Mecanismos de reações
Ordem de reação

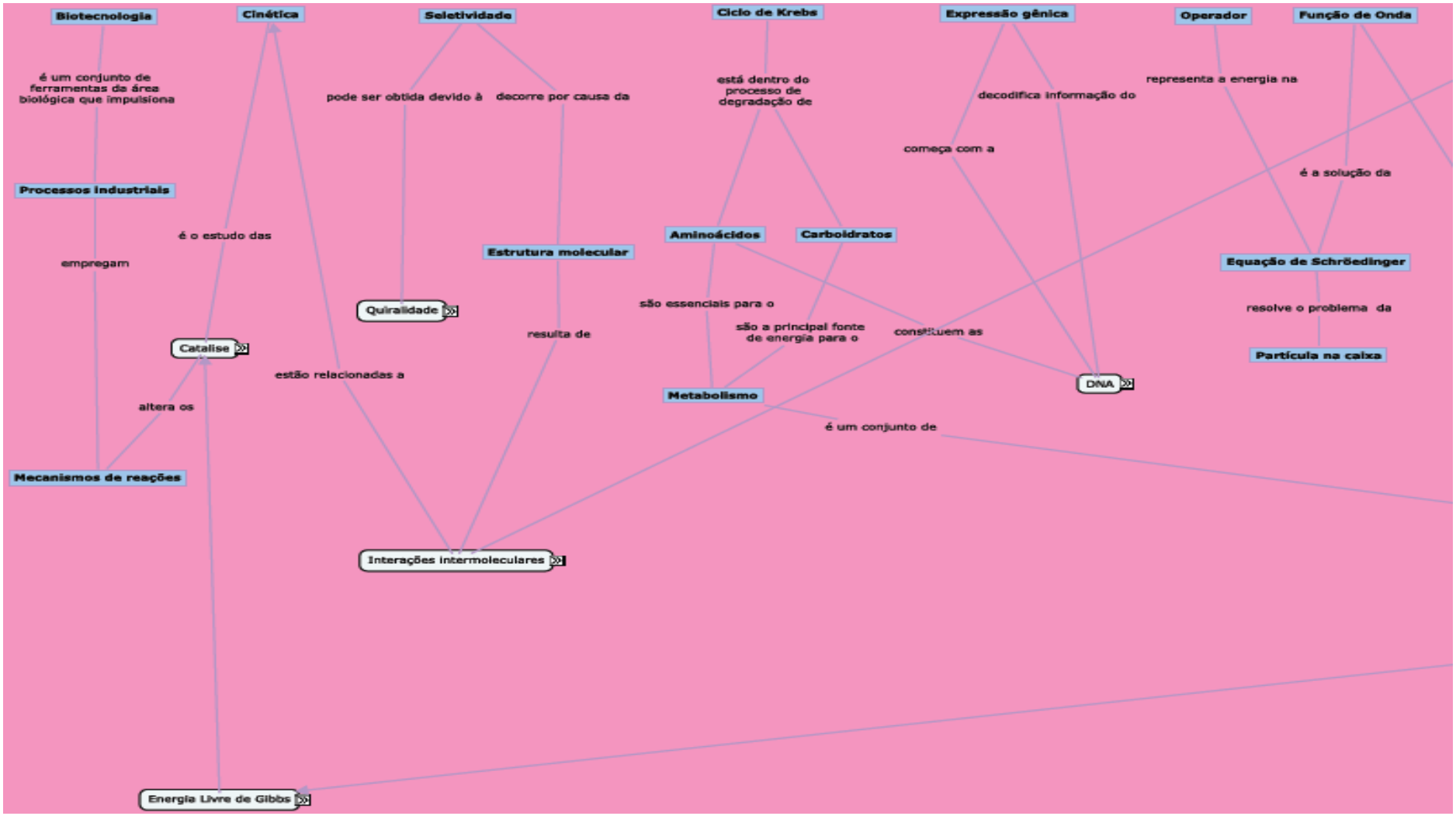
MC1- Mapa 2


QUÍMICA
compostos químicos
nomenclatura
ligações químicas
eletronegatividade
interações intermoleculares
propriedades físicas
propriedades químicas
análise
análise química
análise espectroscópica
espectroscopia
transições eletrônicas
mecânica quântica
átomos
reações químicas
velocidade de reação
constante de equilíbrio
cinética
termodinâmica
equilíbrio de reação
equilíbrio entre fases
energia livre de Gibbs
biomoléculas
proteínas
carboidratos
aminoácidos
lipídeos
ácidos nucleicos
DNA
RNA
replicação
transcrição
tradução
eletroquímica
eletrólise
eletrólitos
estrutura molecular
ligações covalentes
ligações iônicas
ligações metálicas
compostos orgânicos
compostos iônicos
compostos metálicos
polímeros
substâncias puras
misturas
densidade
viscosidade
tensão superfície
pH
potencial hidrogeniônico de íons
Teorias ácido-base
metabolismo
bioquímica
biotecnologia
Ciclo de Krebs
Diagrama de fases
temperatura
entropia
entalpia

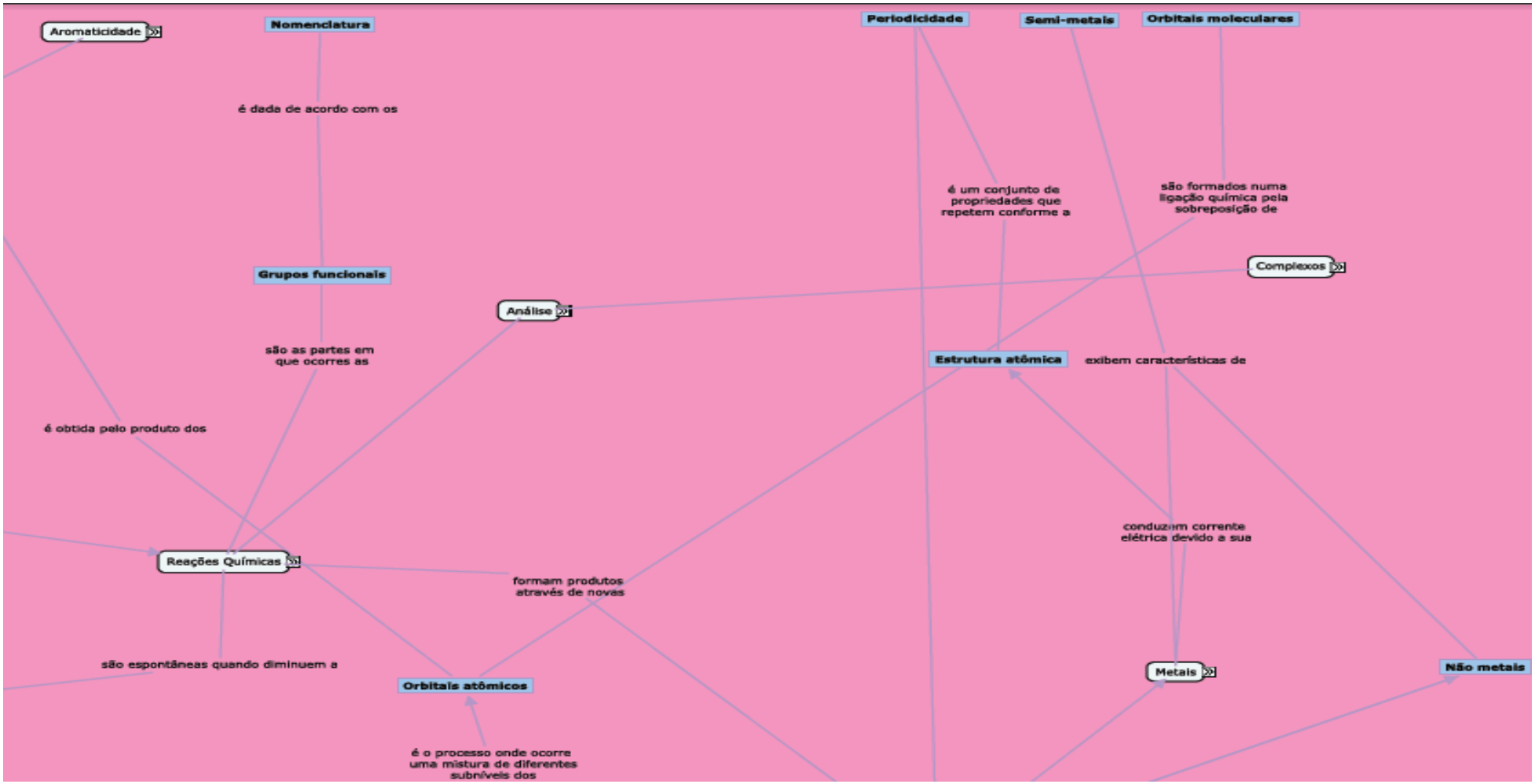
MC1- Mapa 3


Keq
Mecanismos de reação
Velocidade de reação
Ordem de reação
Catálise
Fenômeno de interface
A direção da reação será definida por
ΔG
Entalpia
Entropia
Envolve aspectos cinéticos como
Equilíbrio
Envolve aspectos termodinâmicos como
Viscosidade
Densidade
Gravimetria
por exemplo
quando em
pH
envolve
Espectrometria
Titulações eletroanalíticas
Cromatografia
são utilizados
Estabilidade
com fim de
Ressonância
Grupo funcional
Precipitação
Oxi-Redução
Complexação
Ácido-Base
Físicos
Sensibilidade
Fosforilação oxidativa
Ciclo de Krebs
Glicólise
pode apresentar
classificadas pelo
Simetria
regidos
Estereoquímica
arranjo dos átomos no espaço
Orgânicos
podem ser
Volumetria
podem ser
se requerem
Vias Metabólicas
sendo as principais
Isomeria
Catálise
podem sofrer
empregam compostos
Reações Químicas
são analisadas por
Métodos Quali e Quantitativos
é constituído por
Compostos Orgânicos Naturais
como
Aminoácidos
que formam
Proteínas
Lipídeos
Carboidratos
Inorgânicos
podem ser
Biológicas
relacionadas ao
Metabolismo
formando
ocorre
Reparo
Replicação
Mutação
Transcrição
Metais
agrupados em
Não-Metais
Semi-Metais
são subsídios para estudo das
Conceitos Fundamentais
envolve
Síntese
de
Ácidos Nucléicos
formando
DNA
ocorre
RNA
ocorre
Nomenclatura
entre eles
Estequiometria
Unidade de grandeza
Mol
Cinética Enzimática
relaciona
Lei da Ação de massas
Átomos
cujas
Enzimas
são usadas como
Catalisadores
Eletronegatividade
formam
Covalentes
Moléculas
formam
Ligações Químicas
classificadas em
Iônicas
Metálicas
cuja
relacionada aos
VSEPR
pode ser prevista por
Estrutura
Orbitais
relacionado a
Transições eletrônicas

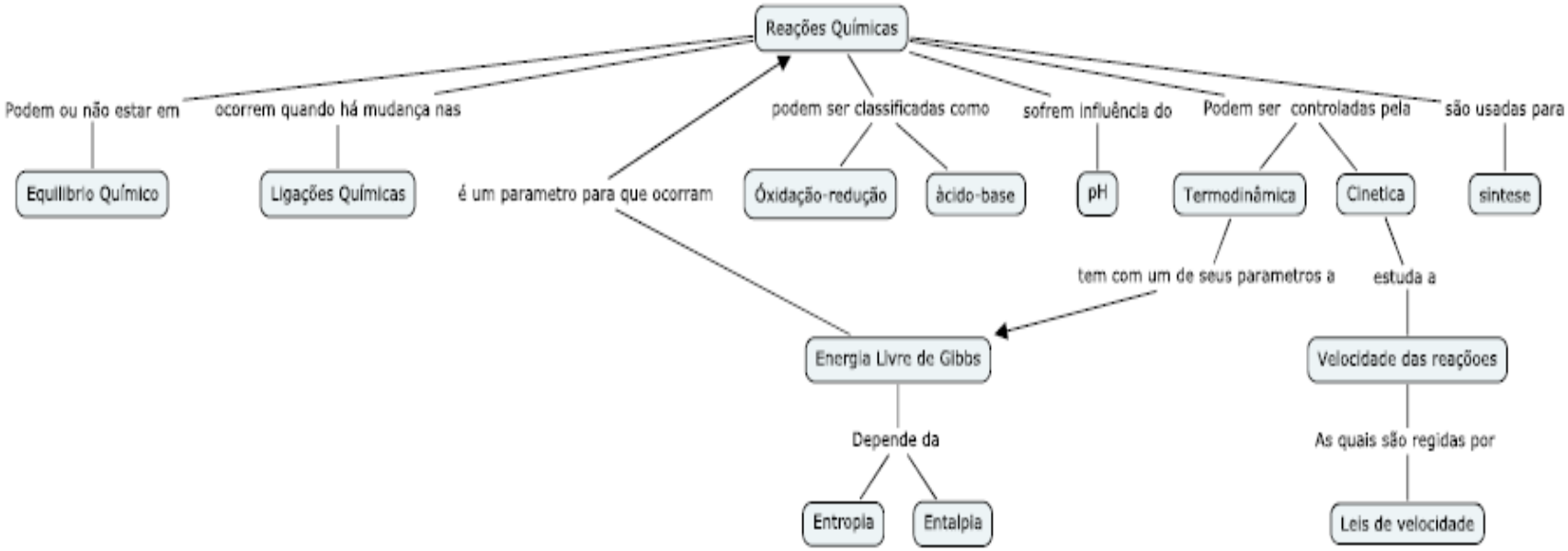
MC1- Mapa 4


Biotecnologia
Cinética
Seletividade
Ciclo de Krebs
Expressão gênica
Operador
Função de Onda
é um conjunto de ferramentas da área biológica que impulsiona
pode ser obtida devido à
decorre por causa da
está dentro do processo de degradação de
decodifica informação do
representa a energia na
começa com a
é a solução da
Processos Industriais
é o estudo das
Aminoácidos
Carboidratos
Estrutura molecular
Equação de Schröedinger
empregam
Quiralidade
são essenciais para o
resolve o problema da
resulta de
são a principal fonte de energia para o
constituem as
Catalise
Partícula na caixa
estão relacionadas a
DNA
Metabolismo
altera os
é um conjunto de
Mecanismos de reações
Interações intermoleculares
Energia Livre de Gibbs

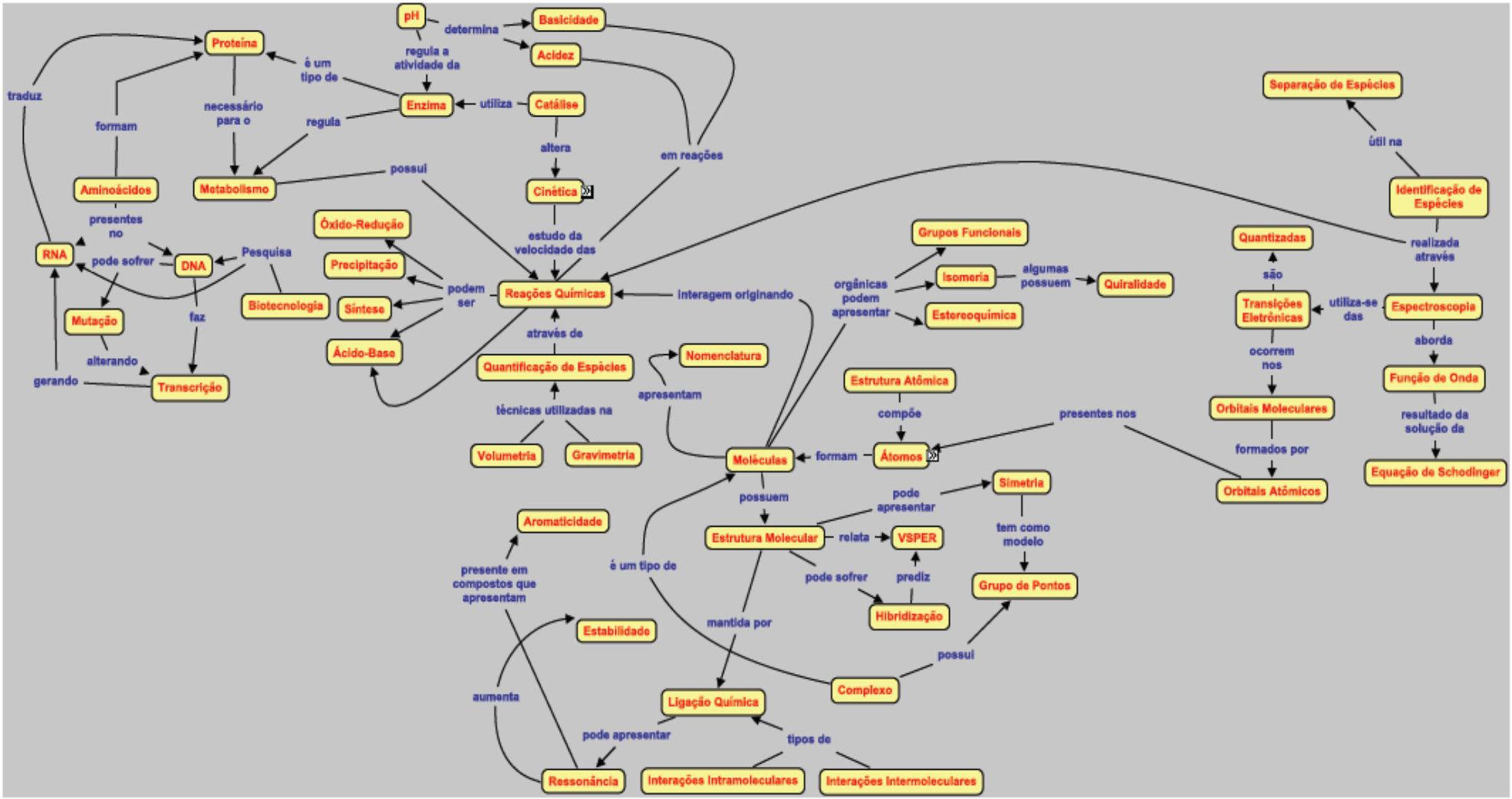
MC1- Mapa 4 – Continuação



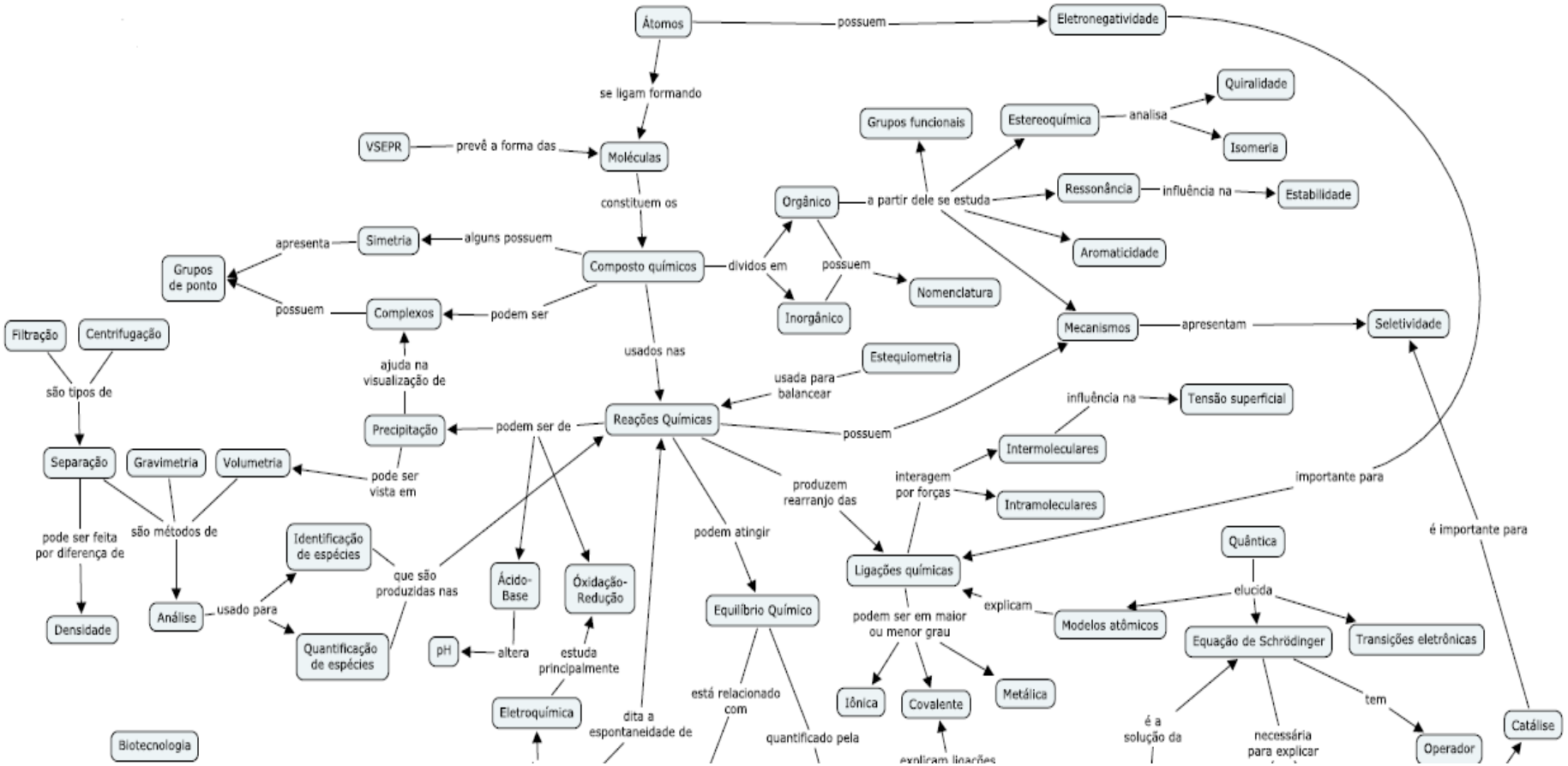
MC1 - Mapa 5


Reações Químicas
Podem ou não estar em
ocorrem quando há mudança nas
podem ser classificadas como
sofrem influência do
Podem ser controladas pela
são usadas para
Equilíbrio Químico
Ligações Químicas
é um parametro para que ocorram
Óxidação-redução
ácido-base
pH
Termodinâmica
Cinetica
sintese
tem com um de seus parametros a
estuda a
Energia Livre de Gibbs
Velocidade das reaçõoes
Depende da
As quais são regidas por
Entropia
Entalpia
Leis de velocidade

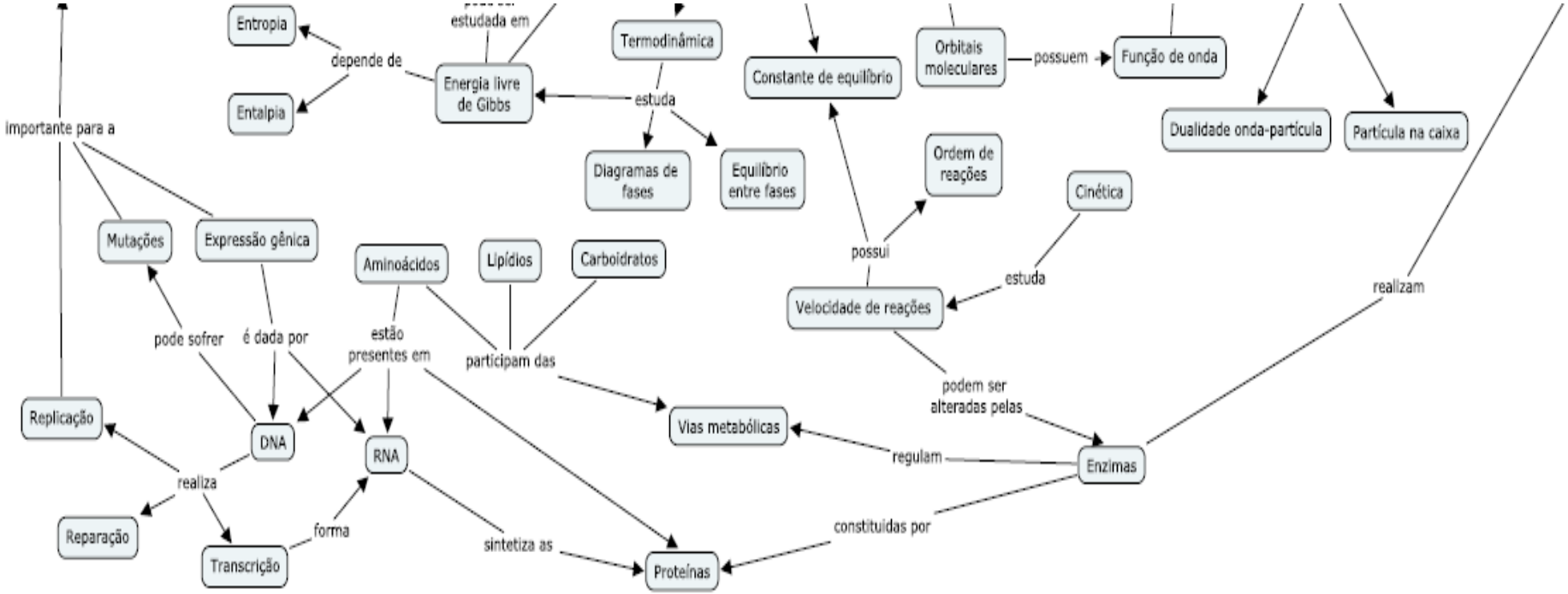
MC1- Mapa 6


pH
determina
Basicidade
Acidez
regula a atividade da
Proteína
é um tipo de
Enzima
utiliza
Catálise
traduz
formam
necessário para o
regula
altera
em reações
Cinética
Aminoácidos
Metabolismo
possui
estudo da velocidade das
presentes no
RNA
pode sofrer
DNA
Pesquisa
Óxido-Redução
Precipitação
podem ser
Síntese
Ácido-Base
Biotecnologia
Reações Químicas
interagem originando
Mutação
faz
alterando
gerando
Transcrição
através de
Quantificação de Espécies
técnicas utilizadas na
Volumetria
Gravimetria
Nomenclatura
apresentam
Moléculas
formam
Átomos
possuem
Estrutura Molecular
relata
VSPER
prediz
pode sofrer
Hibridização
pode apresentar
Simetria
tem como modelo
Grupo de Pontos
possui
Complexo
é um tipo de
mantida por
Ligação Química
tipos de
Interações Intramoleculares
Interações Intermoleculares
pode apresentar
Ressonância
aumenta
Estabilidade
presente em compostos que apresentam
Aromaticidade
orgânicas podem apresentar
Grupos Funcionais
Isomeria
algumas possuem
Quiralidade
Estereoquímica
Estrutura Atômica
compõe
presentes nos
Orbitais Moleculares
formados por
Orbitais Atômicos
ocorrem nos
Transições Eletrônicas
são
Quantizadas
utiliza-se das
Espectroscopia
aborda
Função de Onda
resultado da solução da
Equação de Schodinger
realizada através
Identificação de Espécies
útil na
Separação de Espécies

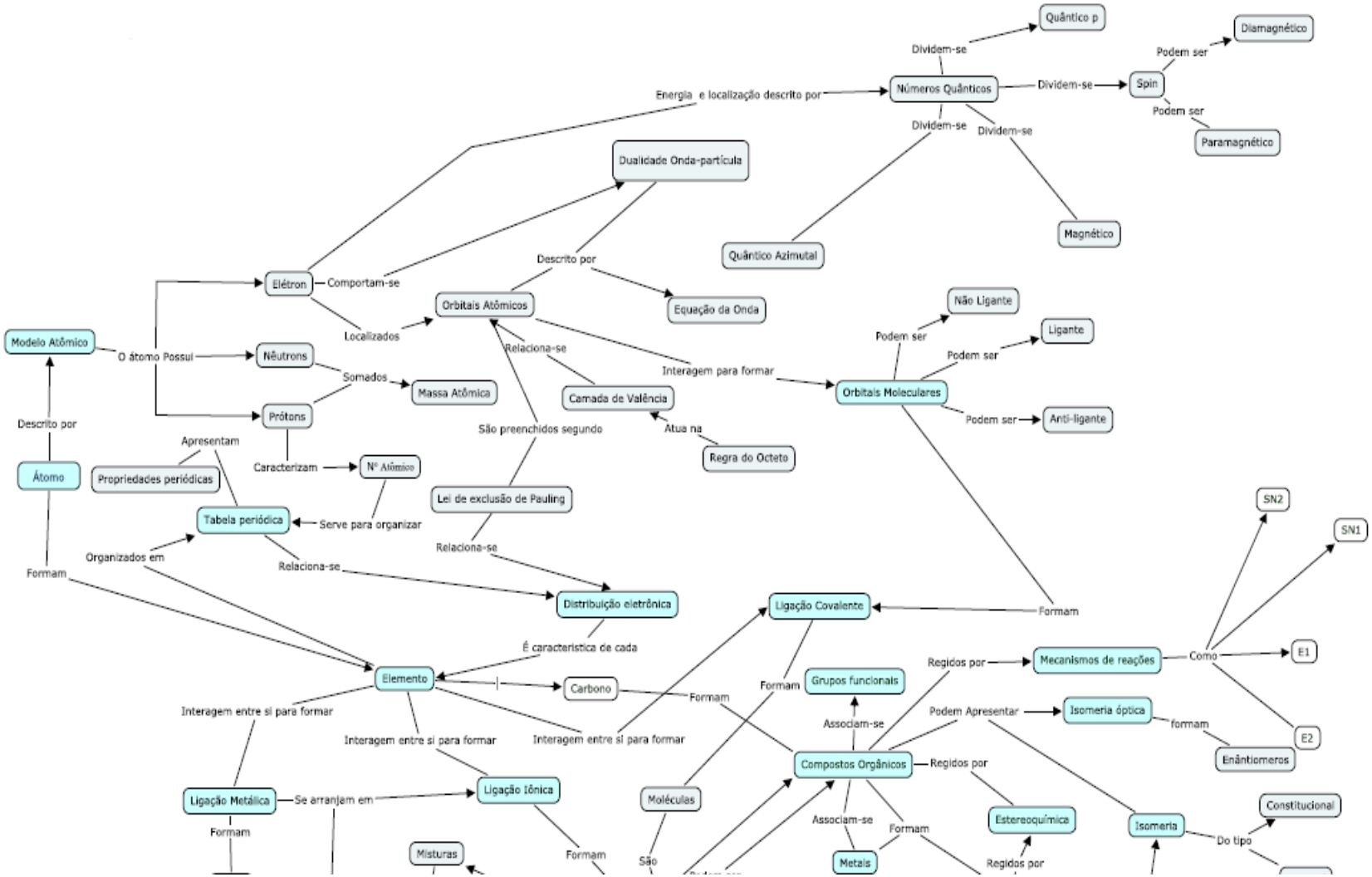
MC1 – Mapa 7


Átomos
possuem
Eletronegatividade
se ligam formando
Moléculas
VSEPR
prevê a forma das
constituem os
Composto químicos
alguns possuem
Simetria
apresenta
Grupos de ponto
possuem
Complexos
podem ser
dividos em
Orgânico
Inorgânico
possuem
Nomenclatura
a partir dele se estuda
Grupos funcionais
Estereoquímica
analisa
Quiralidade
Isomeria
Ressonância
influência na
Estabilidade
Aromaticidade
Mecanismos
apresentam
Seletividade
usados nas
Reações Químicas
usada para balancear
Estequiometria
possuem
influência na
Tensão superficial
Intermoleculares
interagem por forças
Intramoleculares
importante para
é importante para
Catálise
Filtração
Centrifugação
são tipos de
Separação
Gravimetria
Volumetria
pode ser vista em
Precipitação
ajuda na visualização de
podem ser de
pode ser feita por diferença de
Densidade
são métodos de
Análise
usado para
Identificação de espécies
Quantificação de espécies
que são produzidas nas
Ácido-Base
Óxidação-Redução
pH
altera
estuda principalmente
Eletroquímica
dita a espontaneidade de
Biotecnologia
produzem rearranjo das
podem atingir
Equilíbrio Químico
está relacionado com
quantificado pela
Ligações químicas
explicam
podem ser em maior ou menor grau
Iônica
Covalente
Metálica
Quântica
elucida
Modelos atômicos
Equação de Schrödinger
Transições eletrônicas
é a solução da
necessária para explicar
tem
Operador

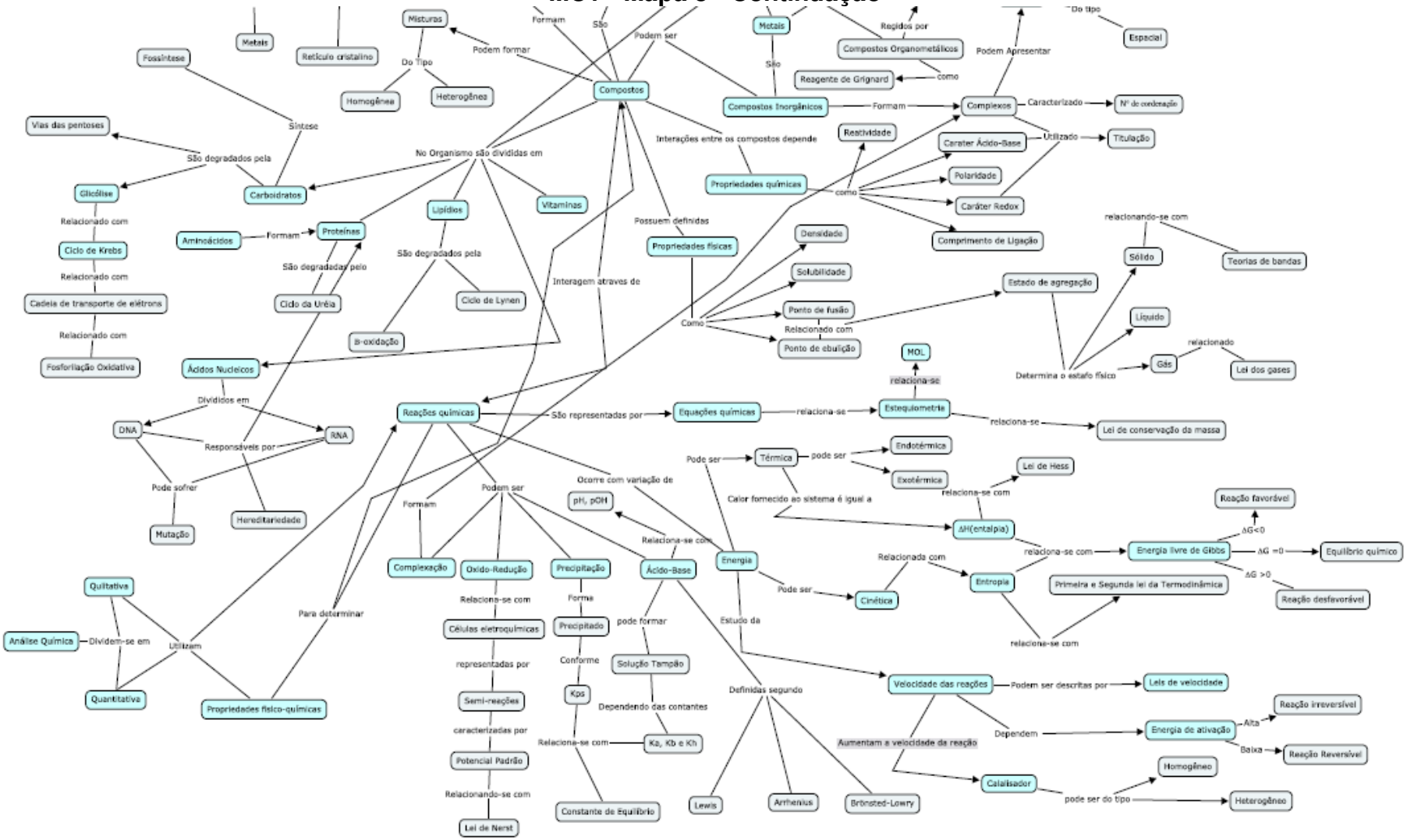
MC1 - Mapa 7 - Continuação



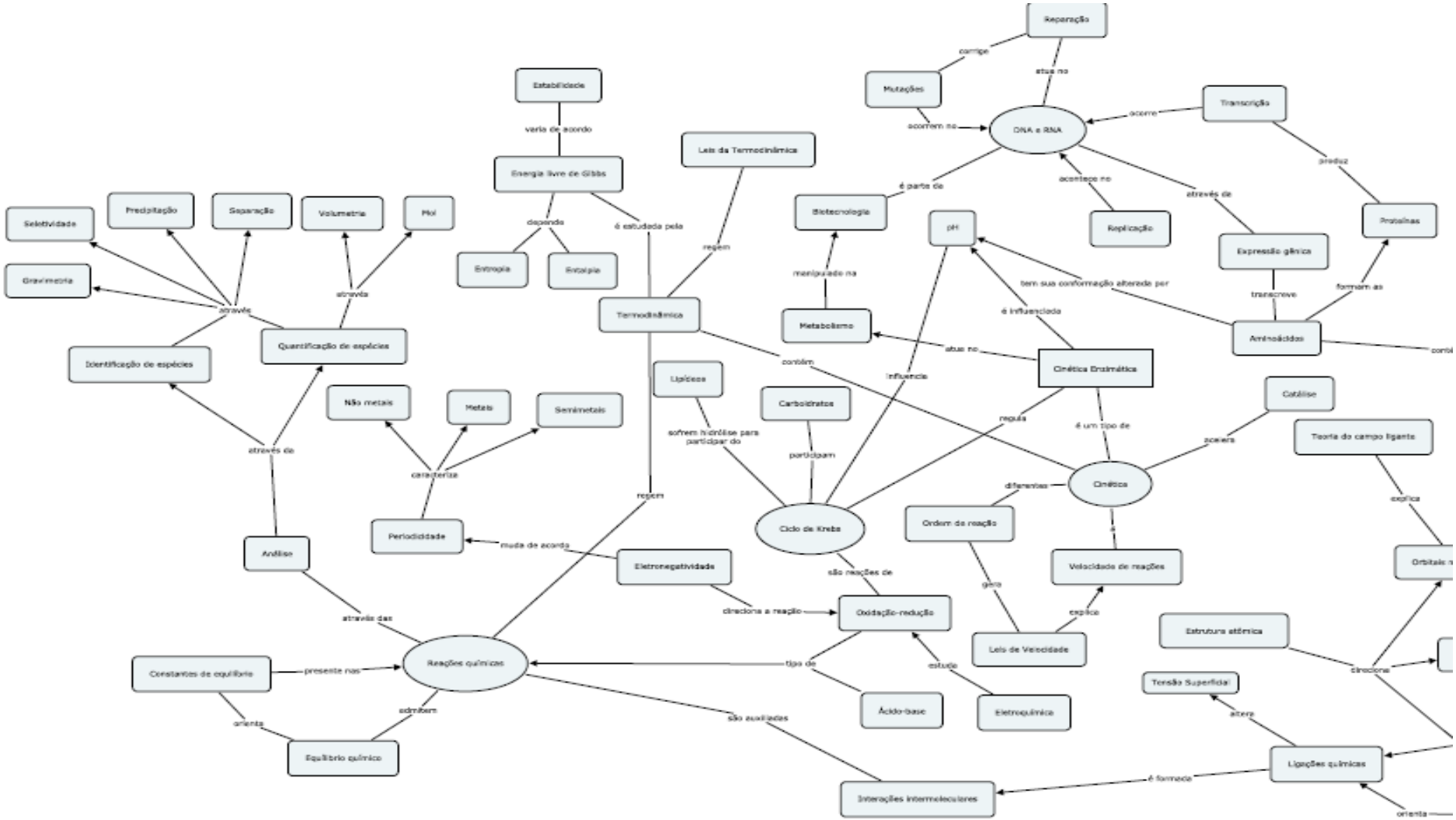
MC1- Mapa 8


Quântico p
Dividem-se
Diamagnético
Podem ser
Números Quânticos
Dividem-se
Spin
Podem ser
Paramagnético
Energia e localização descrito por
Dividem-se
Dividem-se
Dualidade Onda-partícula
Magnético
Quântico Azimutal
Descrito por
Elétron
Comportam-se
Orbitais Atômicos
Equação da Onda
Não Ligante
Modelo Atômico
O átomo Possui
Nêutrons
Localizados
Relaciona-se
Podem ser
Ligante
Podem ser
Somados
Massa Atômica
Interagem para formar
Orbitais Moleculares
Camada de Valência
Prótons
Podem ser
Anti-ligante
Descrito por
São preenchidos segundo
Atua na
Regra do Octeto
Apresentam
Caracterizam
Nº Atômico
Átomo
Propriedades periódicas
Lei de exclusão de Pauling
SN2
Tabela periódica
Serve para organizar
SN1
Organizados em
Relaciona-se
Relaciona-se
Formam
Distribuição eletrônica
Ligação Covalente
Formam
É característica de cada
Regidos por
Mecanismos de reações
Como
E1
Elemento
Carbono
Formam
Formam
Grupos funcionais
Podem Apresentar
Isomeria óptica
formam
Interagem entre si para formar
Associam-se
E2
Interagem entre si para formar
Interagem entre si para formar
Compostos Orgânicos
Regidos por
Enântiomeros
Ligação Metálica
Se arranjam em
Ligação Iônica
Moléculas
Associam-se
Formam
Estereoquímica
Isomeria
Constitucional
Formam
Do tipo
Misturas
Formam
São
Metais
Regidos por

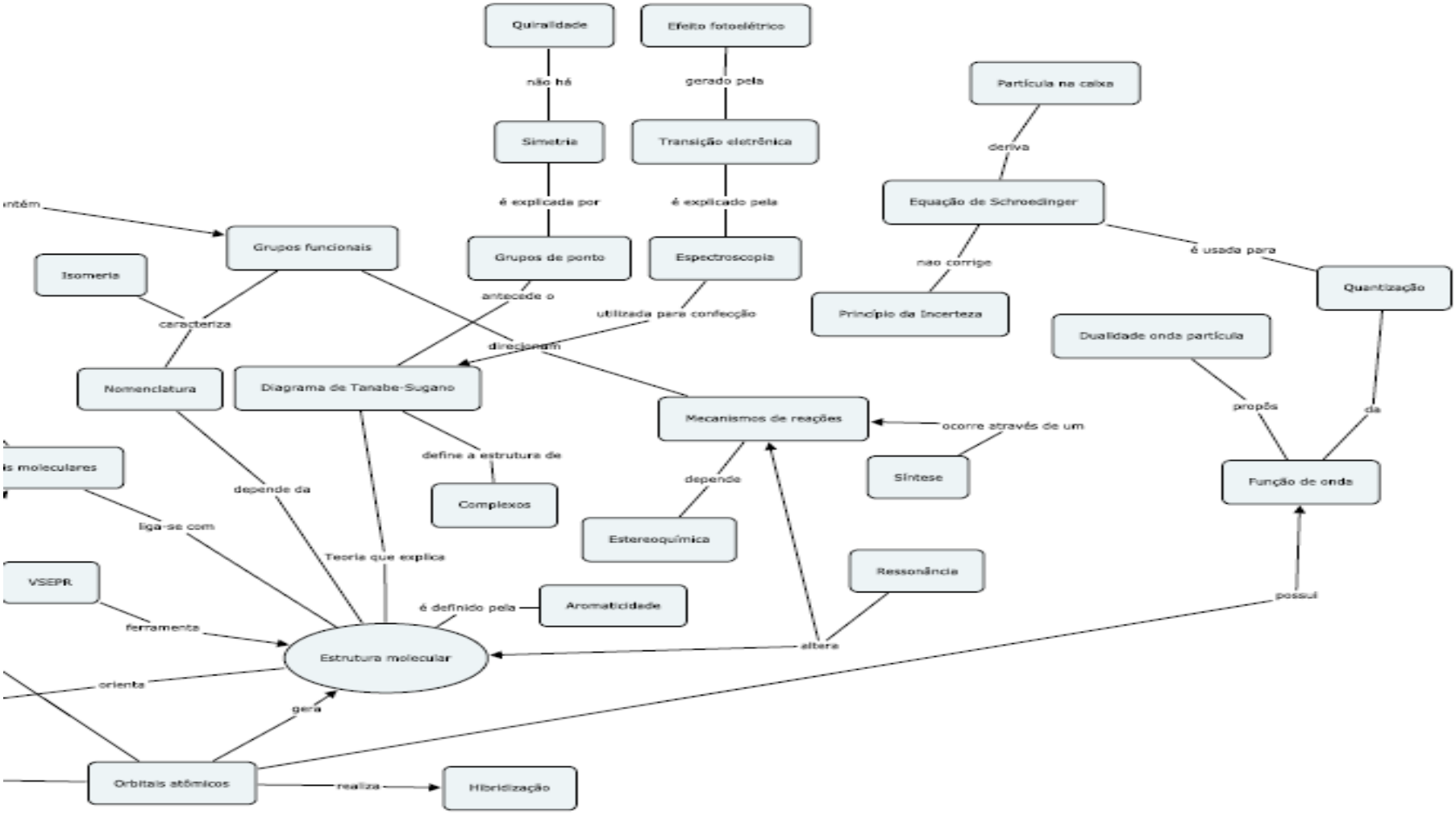
MC1 - Mapa 8 - Continuação



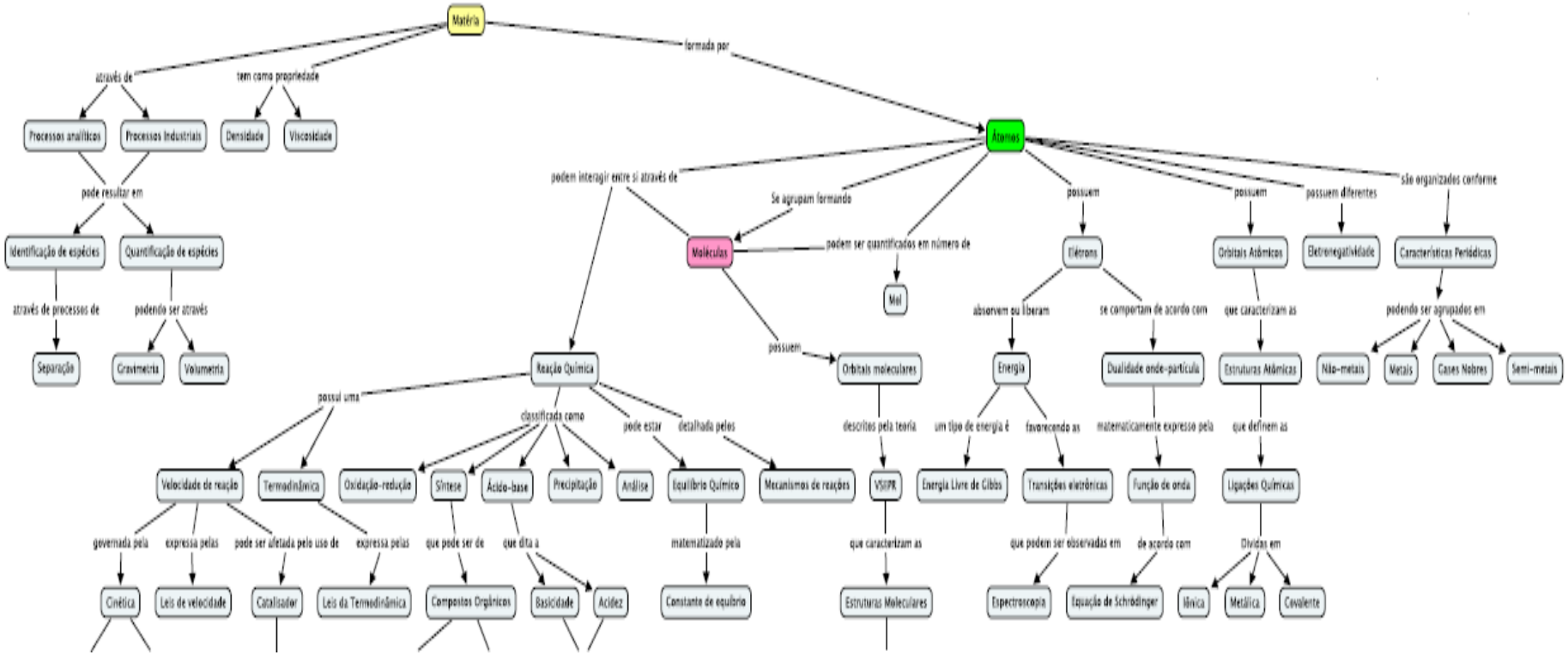
MC1 – Mapa 9


Reparação
ocorre
atua na
Mutações
ocorrem no
DNA e RNA
ocorre
Transcrição
produz
Estabilidade
varia de acordo
Energia livre de Gibbs
Lei da Termodinâmica
é parte de
Biotecnologia
acontece no
Replicação
através de
Proteínas
Seletividade
Precipitação
Separação
Volumetria
Mol
depende
é estudada pela
Entropia
Entalpia
regem
pH
Expressão gênica
Gravimetria
através
através
manipulado na
tem sua conformação alterada por
transcreve
formam as
Termodinâmica
Metabolismo
é influenciada
Aminoácidos
Identificação de espécies
Quantificação de espécies
atua no
Cinética Enzimática
contém
influencia
Lipídeos
Carboidratos
Catálise
Não metais
Metais
Semimetais
sofrem hidrólise para participar do
participam
regula
é um tipo de
acelera
Teoria do campo ligante
através de
caracteriza
regem
Cinética
diferentes
Ordem da reação
Ciclo de Krebs
Periodicidade
muda de acordo
Eletronegatividade
são reações de
Velocidade de reações
Análise
gera
explica
Orbitais
direciona a reação
Oxidação-redução
explica
através das
Estrutura atômica
Reações químicas
Constantes de equilíbrio
presente nas
tipo de
estudo
Lei de Velocidade
direciona
Tensão Superficial
Ácido-base
Eletroquímica
orienta
admitem
são auxiliadas
altera
Equilíbrio químico
Ligações químicas
é formada
Interações intermoleculares
orienta

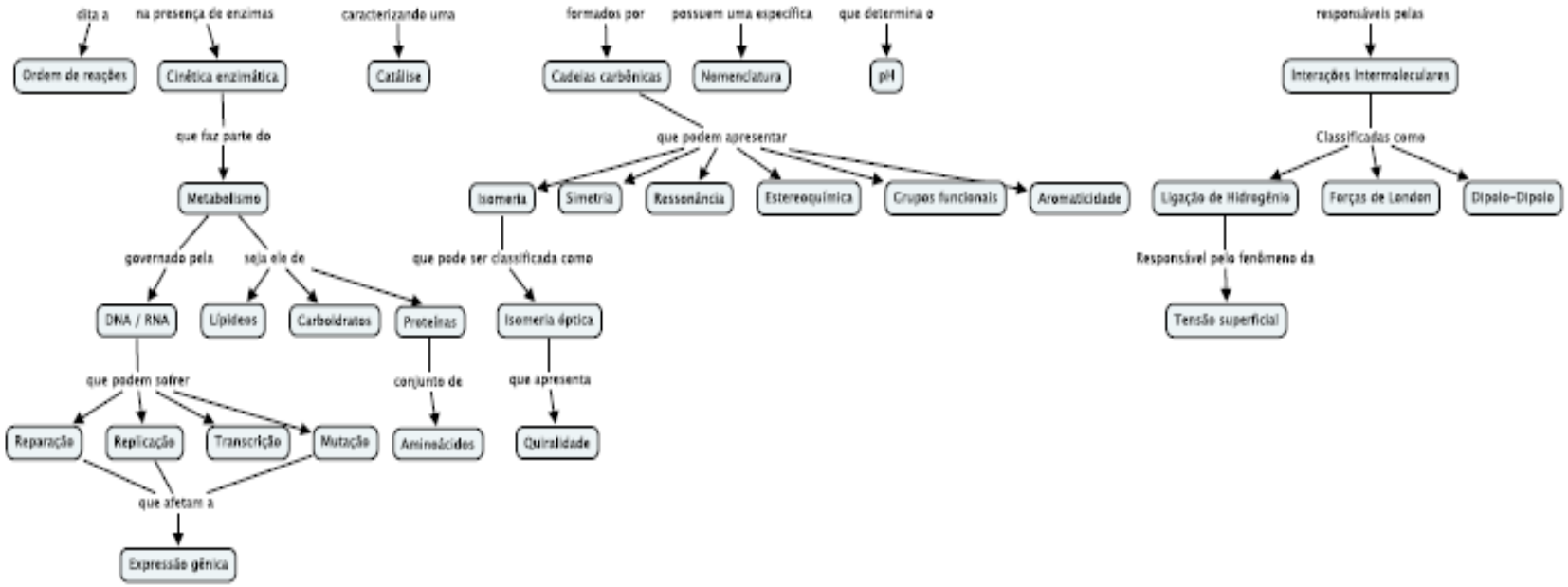
MC1 - Mapa 9 - Continuação



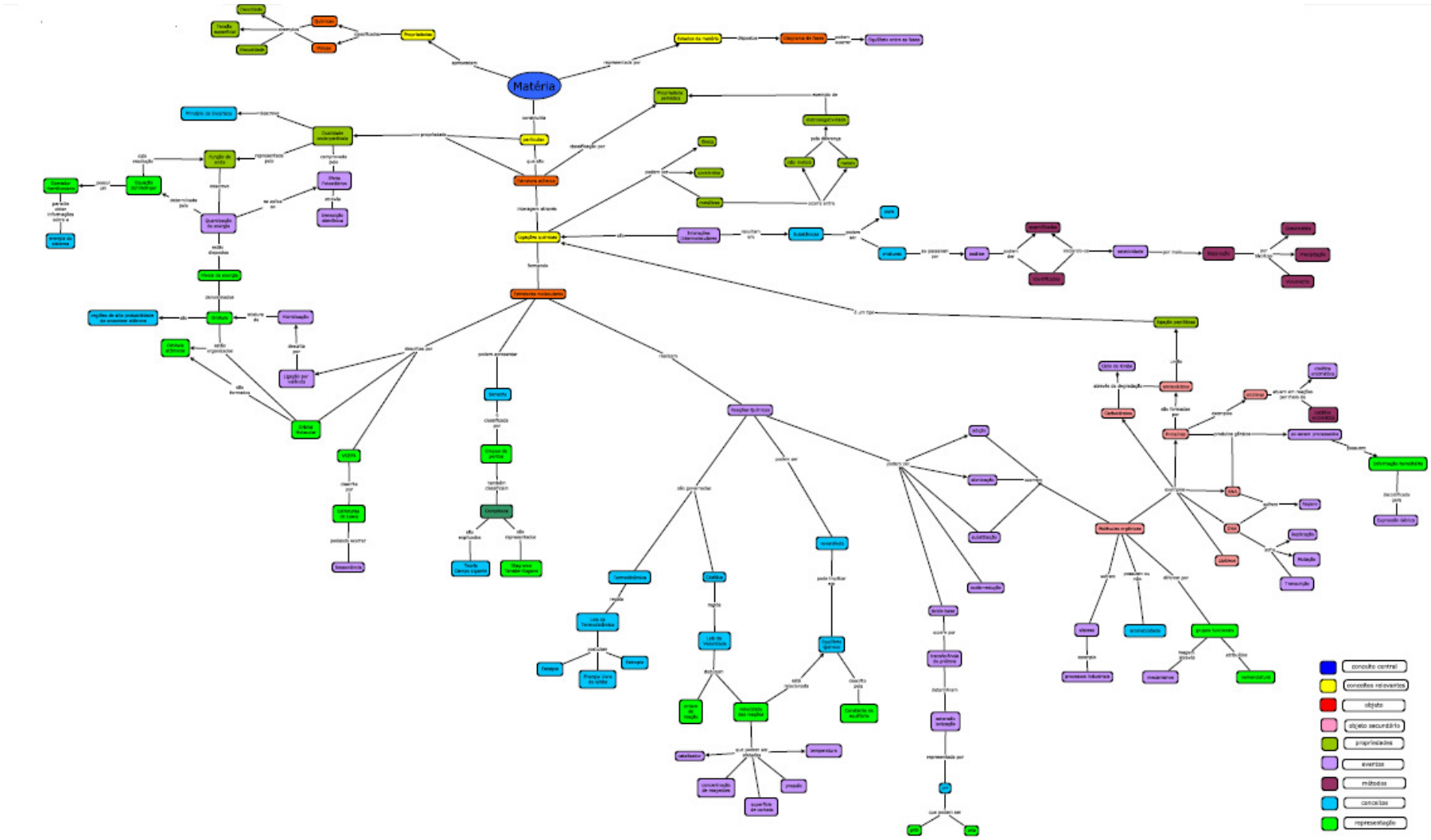
MC1 – Mapa 10


Matéria
através de
tem como propriedade
formada por
Processos analíticos
Processos Industriais
Densidade
Viscosidade
pode resultar em
Identificação de espécies
Quantificação de espécies
através de processos de
podendo ser através
Separação
Gravimetria
Volumetria
Átomos
podem interagir entre si através de
Se agrupam formando
possuem
possuem
possuem diferentes
são organizados conforme
Moléculas
podem ser quantificados em número de
Mol
Elétrons
Orbitais Atômicos
Eletronegatividade
Características Periódicas
absorvem ou liberam
se comportam de acordo com
que caracterizam as
podendo ser agrupados em
possuem
Orbitais moleculares
Energia
Dualidade onde-partícula
Estruturas Atômicas
Não-metais
Metais
Gases Nobres
Semi-metais
Reação Química
possui uma
classificada como
pode estar
detalhada pelos
descritos pela teoria
um tipo de energia é
favorecendo as
matematicamente expresso pela
que definem as
Velocidade de reação
Termodinâmica
Oxidação-redução
Síntese
Ácido-base
Precipitação
Análise
Equilíbrio Químico
Mecanismos de reações
VSEPR
Energia Livre de Gibbs
Transições eletrônicas
Função de onda
Ligações Químicas
governada pela
expressa pelas
pode ser afetada pelo uso de
expressa pelas
que pode ser de
que dita a
matematizado pela
que caracterizam as
que podem ser observadas em
de acordo com
Dividas em
Cinética
Leis de velocidade
Catalisador
Leis da Termodinâmica
Compostos Orgânicos
Basicidade
Acidez
Constante de equilíbrio
Estruturas Moleculares
Espectroscopia
Equação de Schrödinger
Iônica
Metálica
Covalente

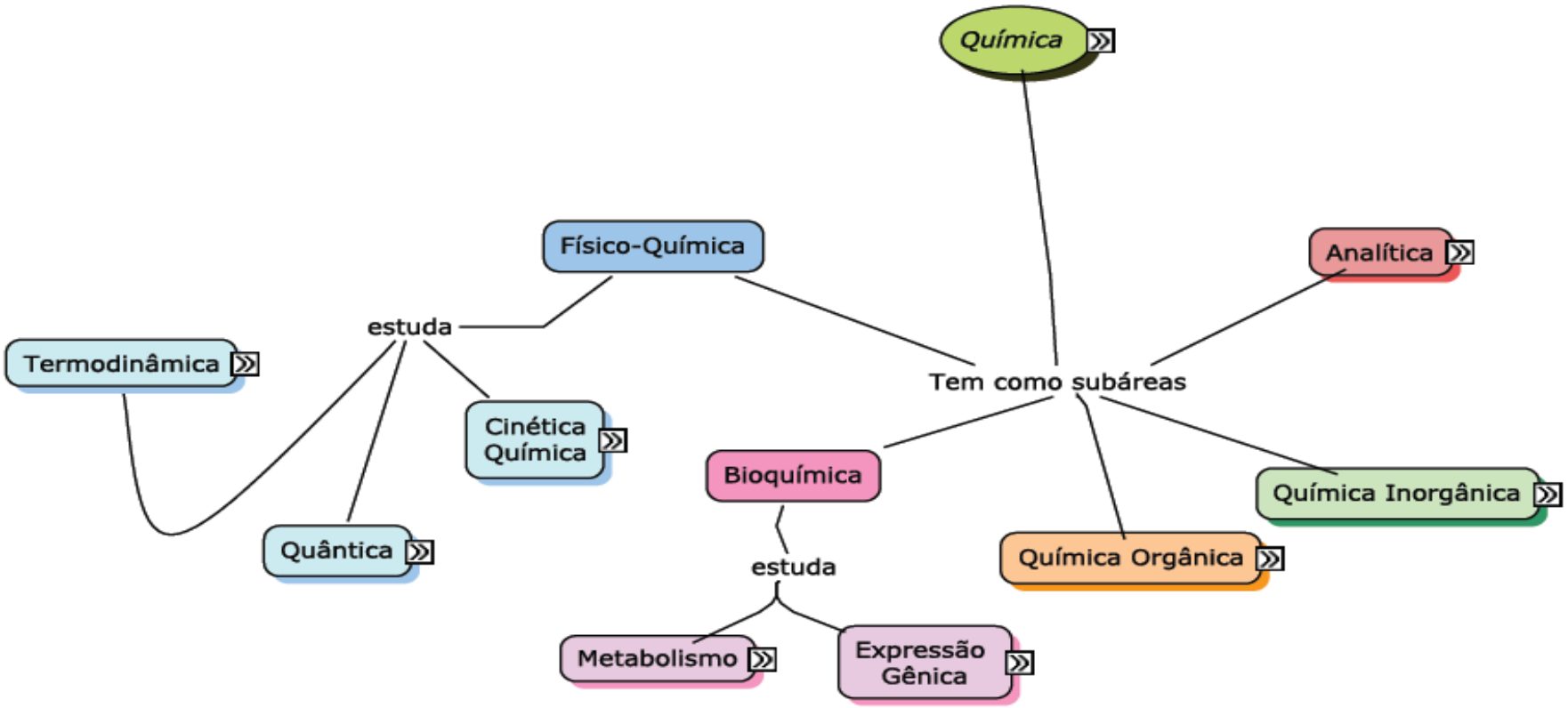
MC1 - Mapa 10 - Continuação



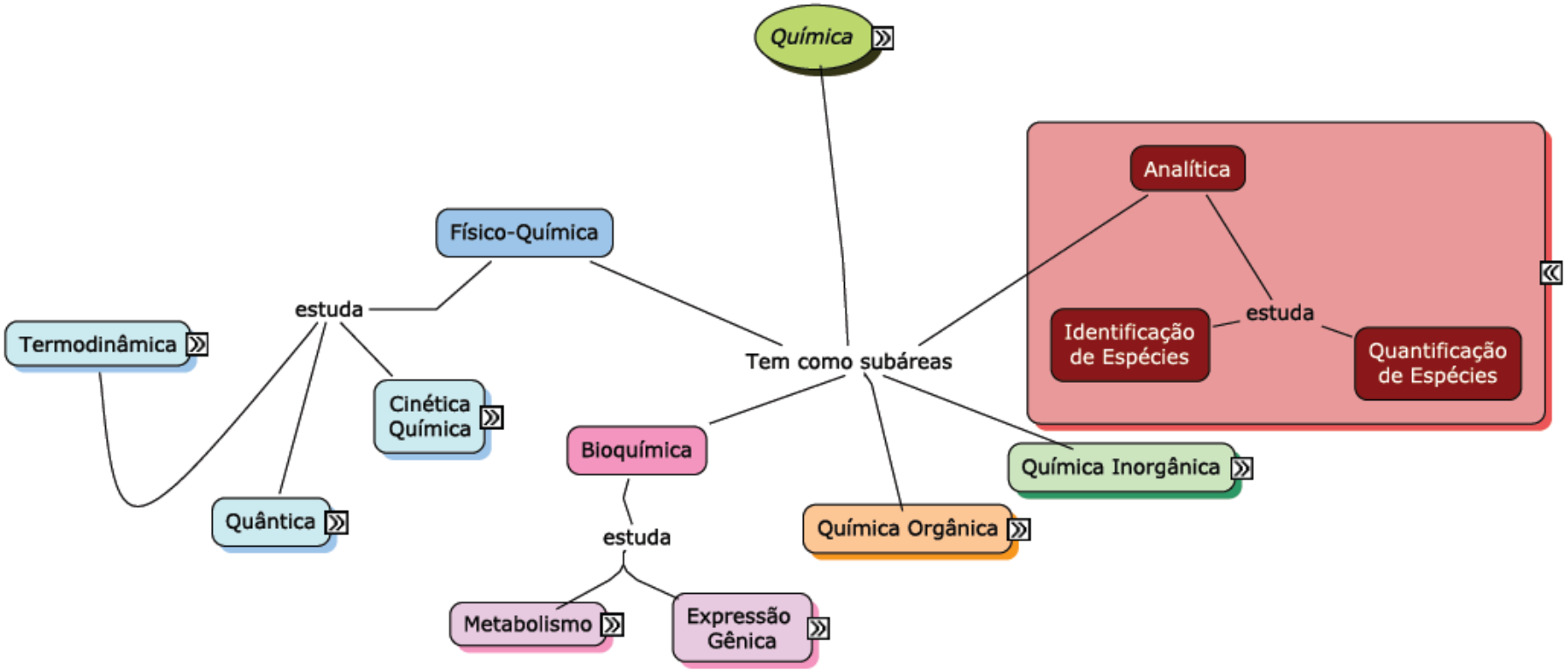
MC1 - Mapa 11


Matéria
conceito central
conceitos relevantes
objeto
objeto secundário
propriedades
eventos
métodos
conceitos
representação

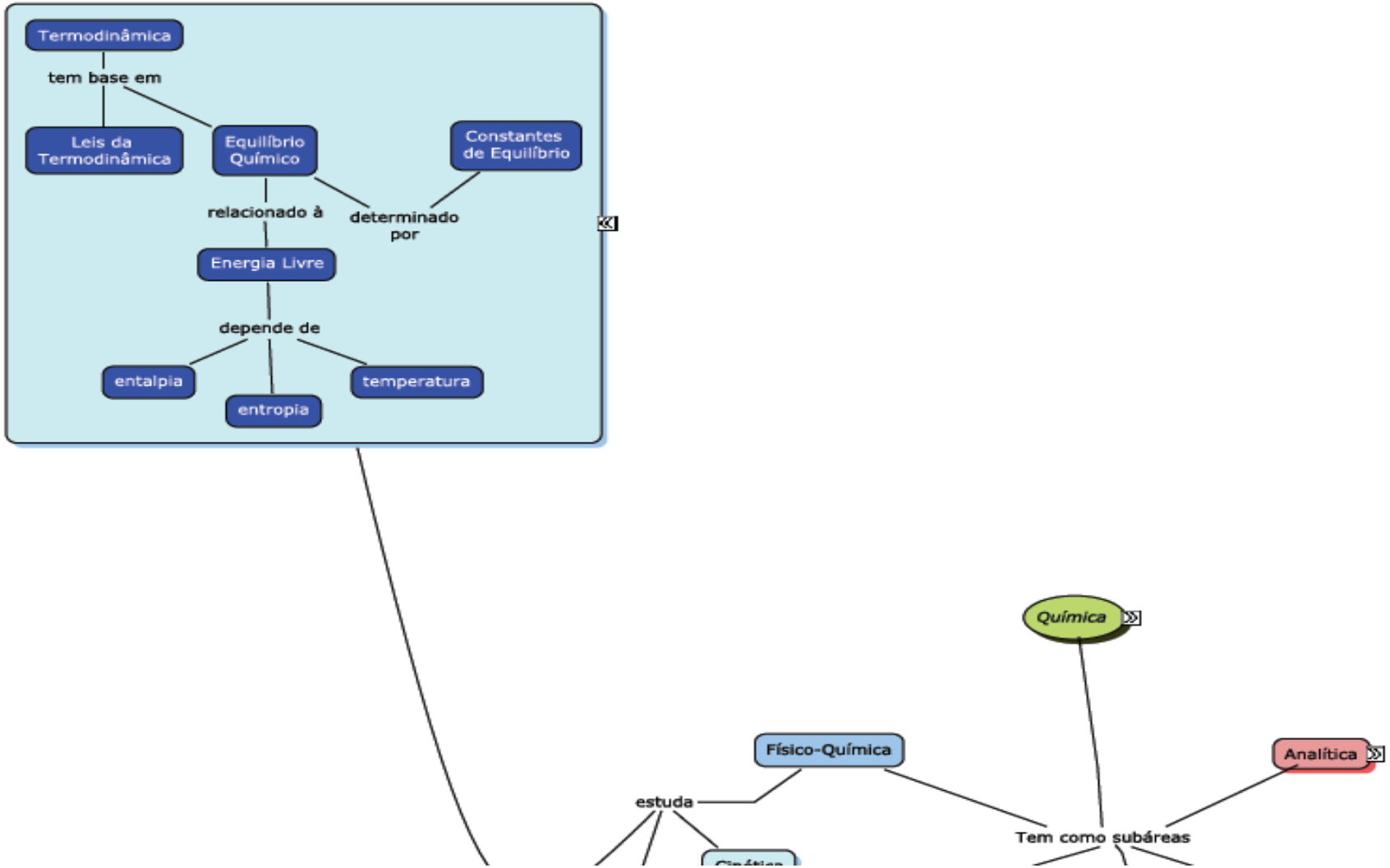
MC1 - Mapa 13


Química
Físico-Química
Analítica
estuda
Termodinâmica
Tem como subáreas
Cinética Química
Bioquímica
Química Inorgânica
Quântica
Química Orgânica
estuda
Metabolismo
Expressão Gênica

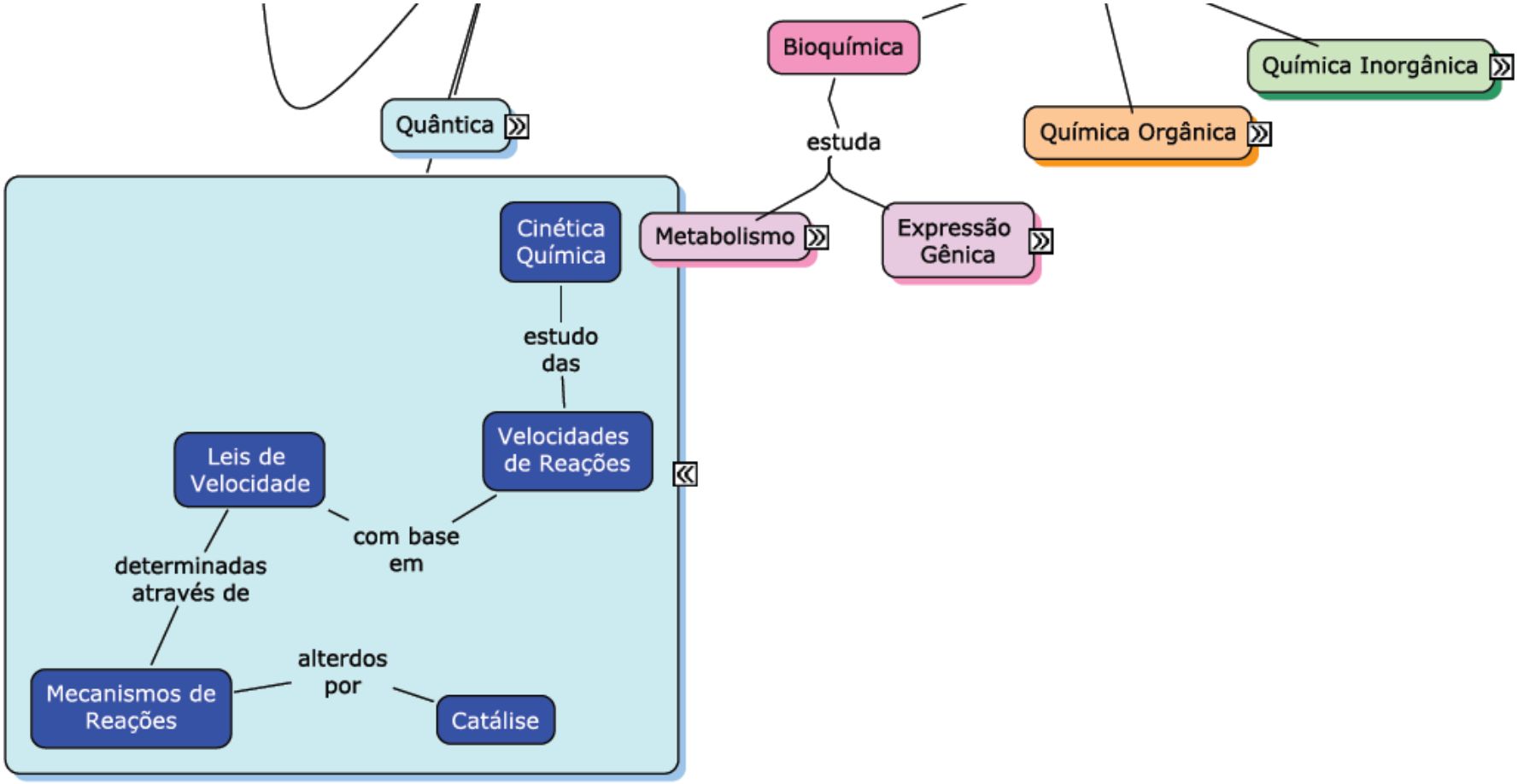
MC1 - Mapa 13 - Continuação



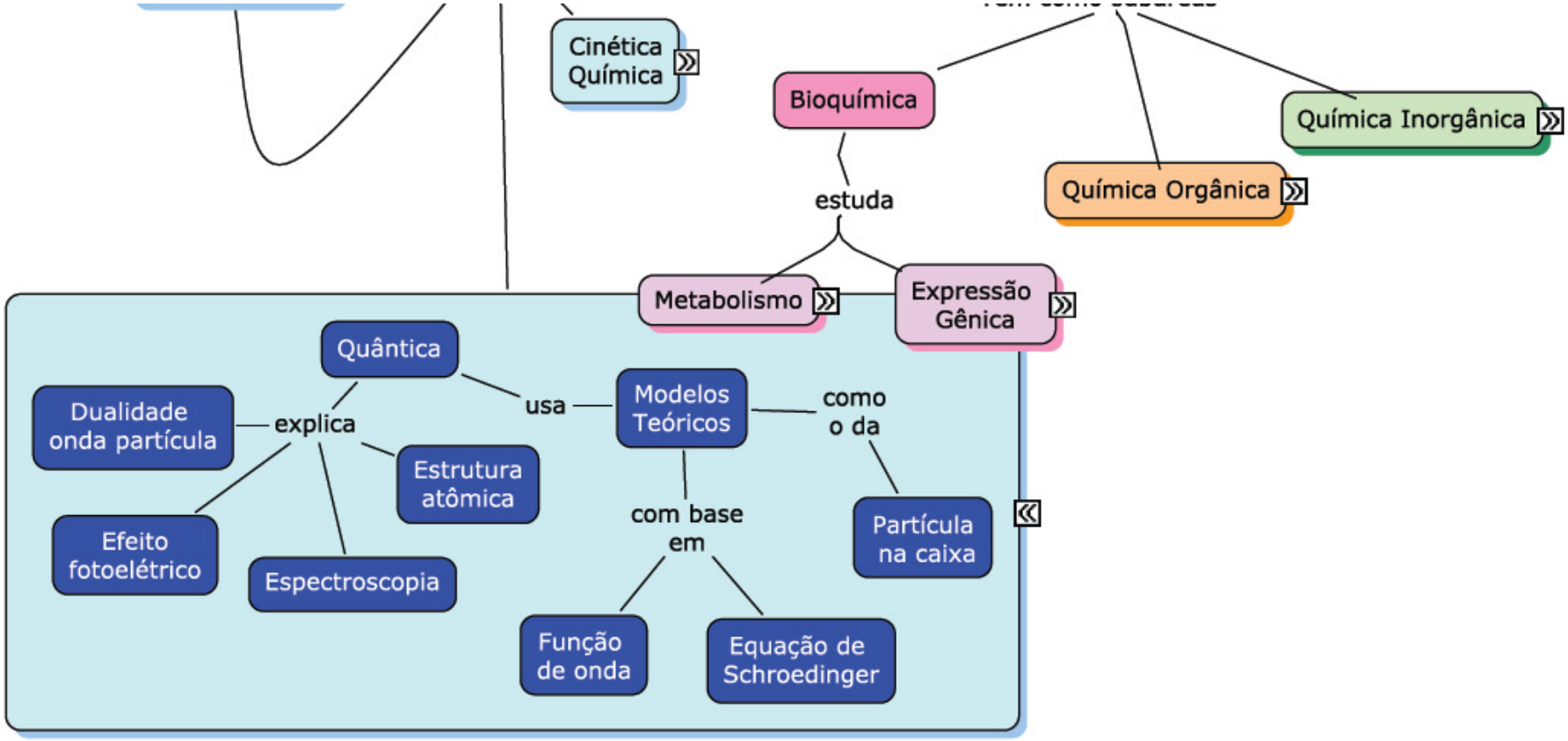
MC1 - Mapa 13 - Continuação



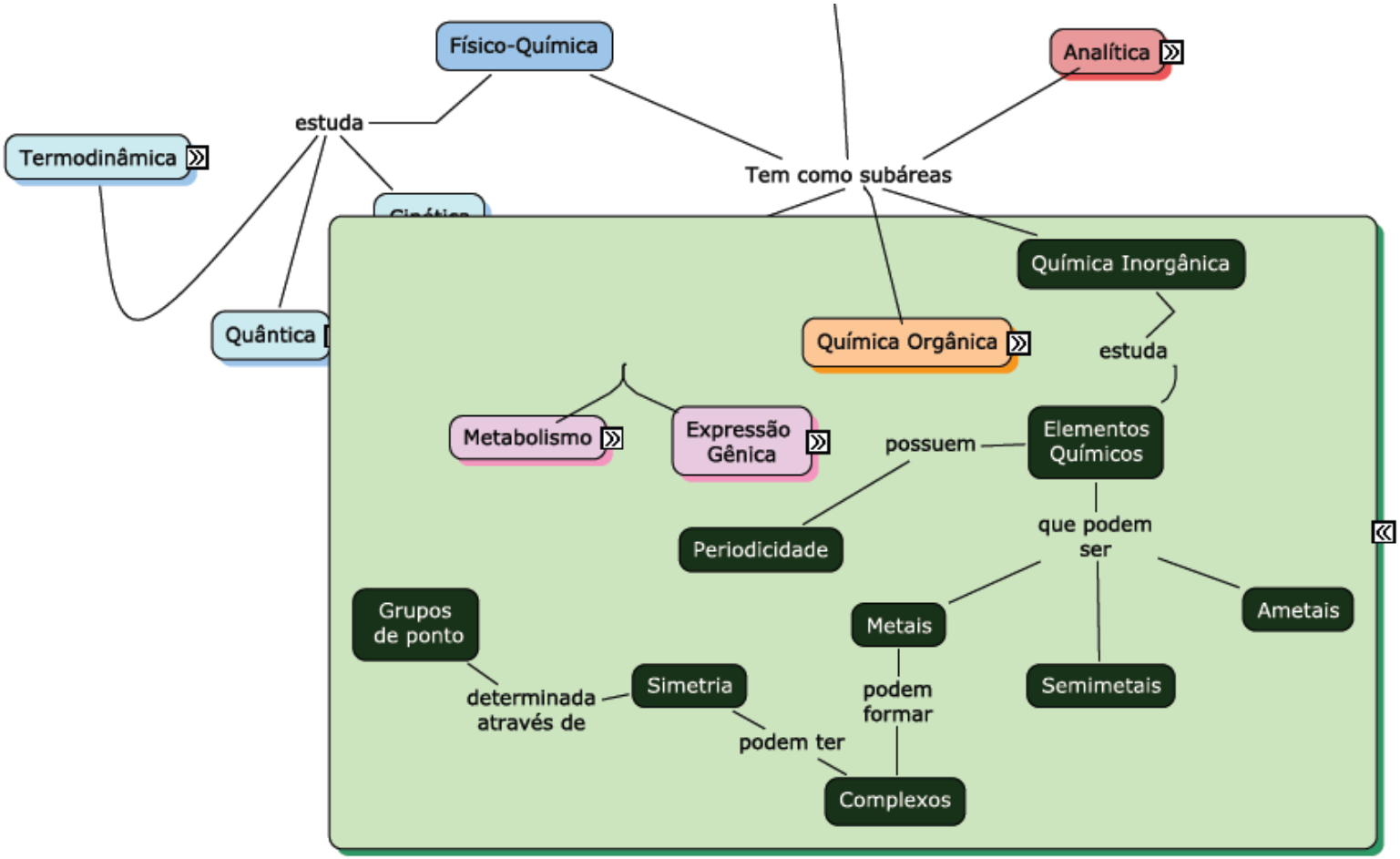
MC1 - Mapa 13 - Continuação



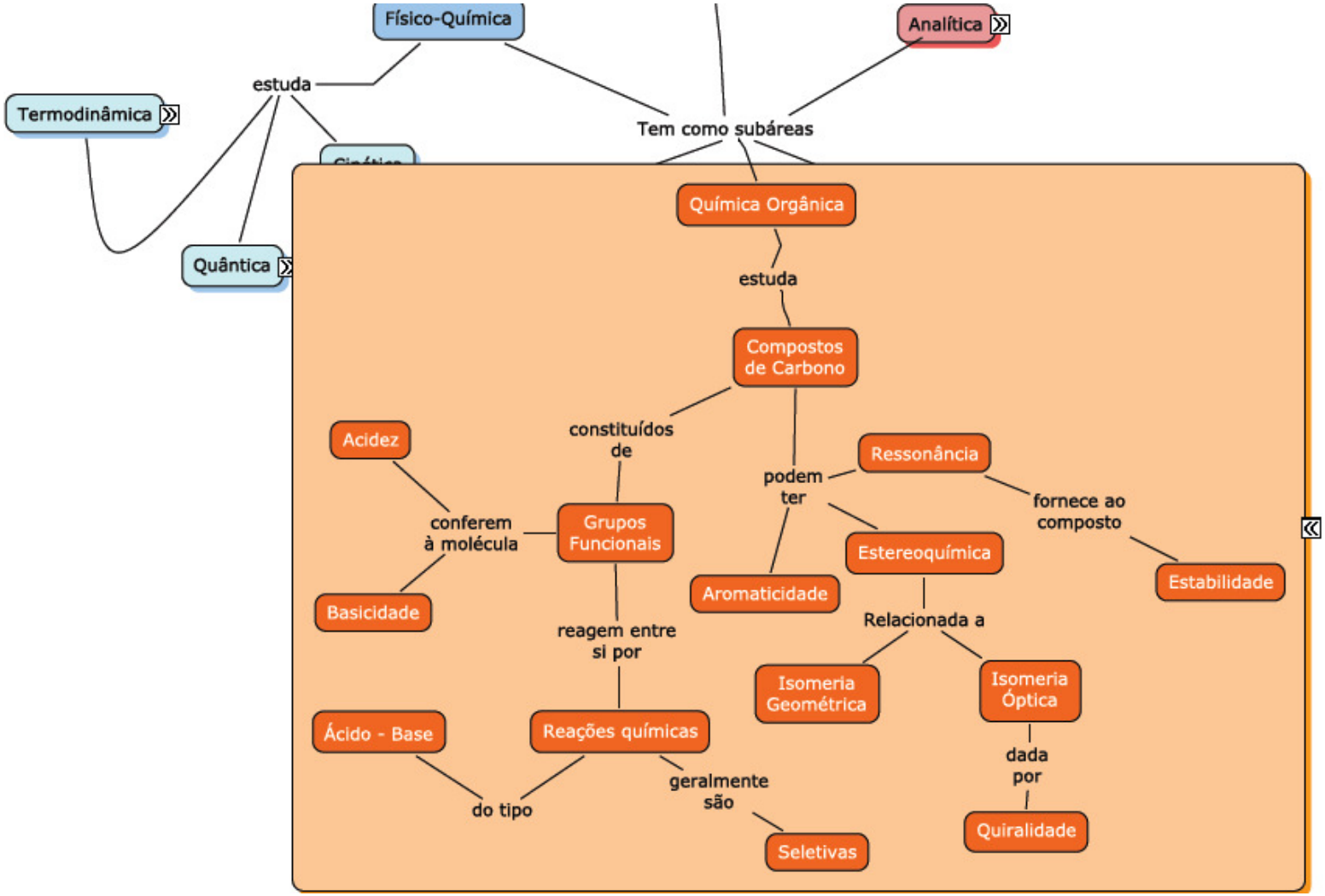
MC1 - Mapa 13 - Continuação



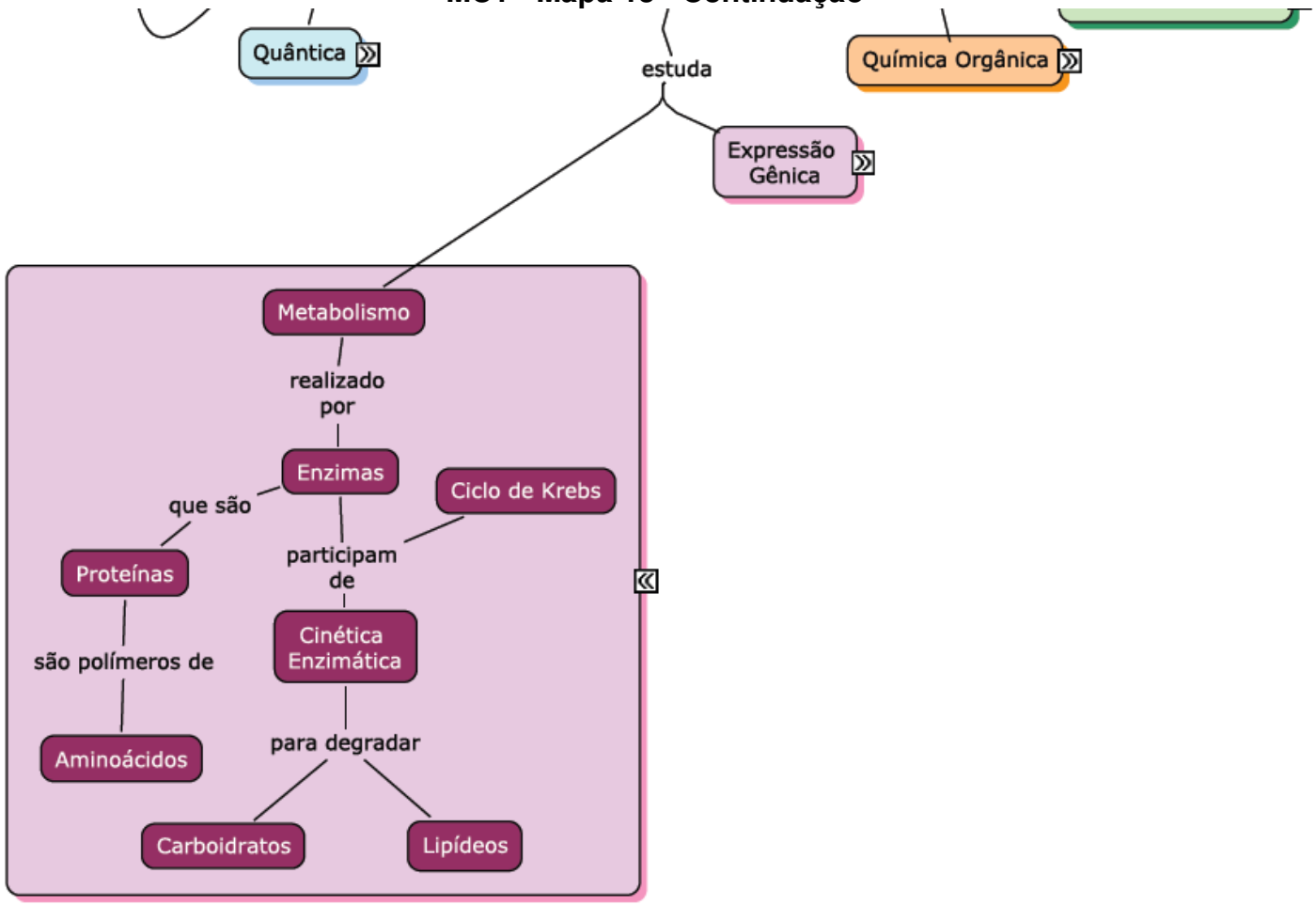
MC1 - Mapa 13 - Continuação



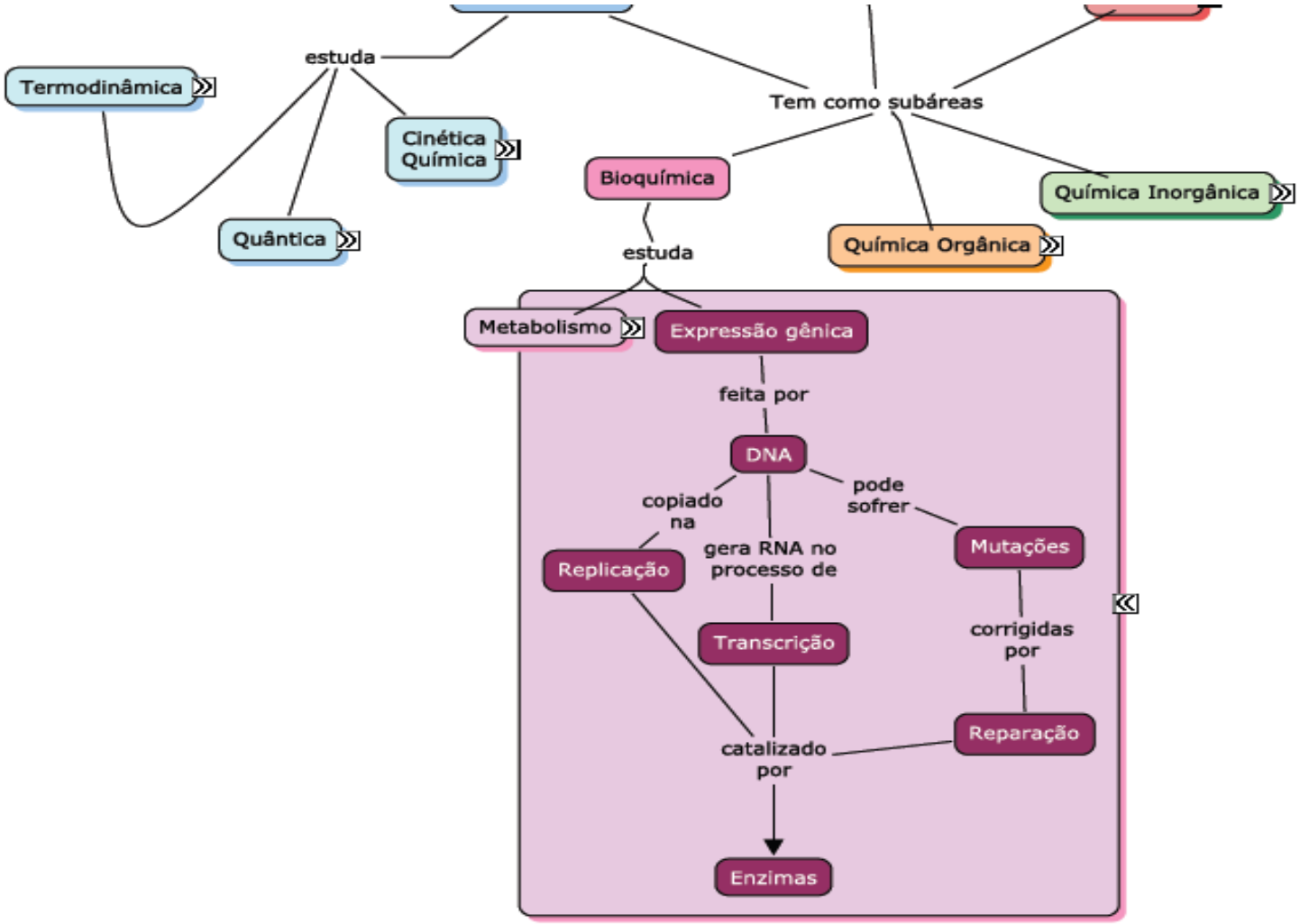
MC1 - Mapa 13 - Continuação



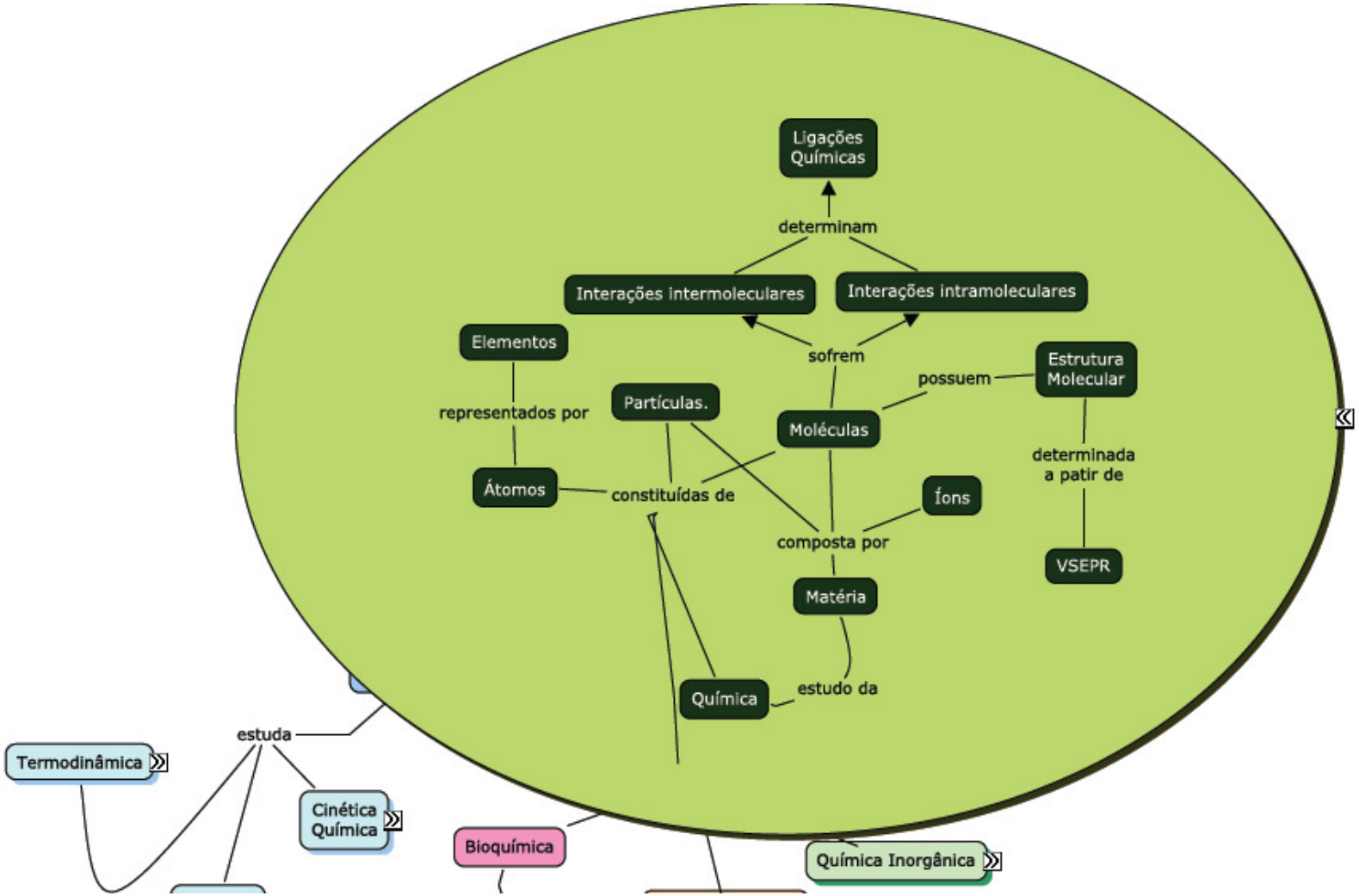
MC1 - Mapa 13 - Continuação



MC1 - Mapa 13 - Continuação



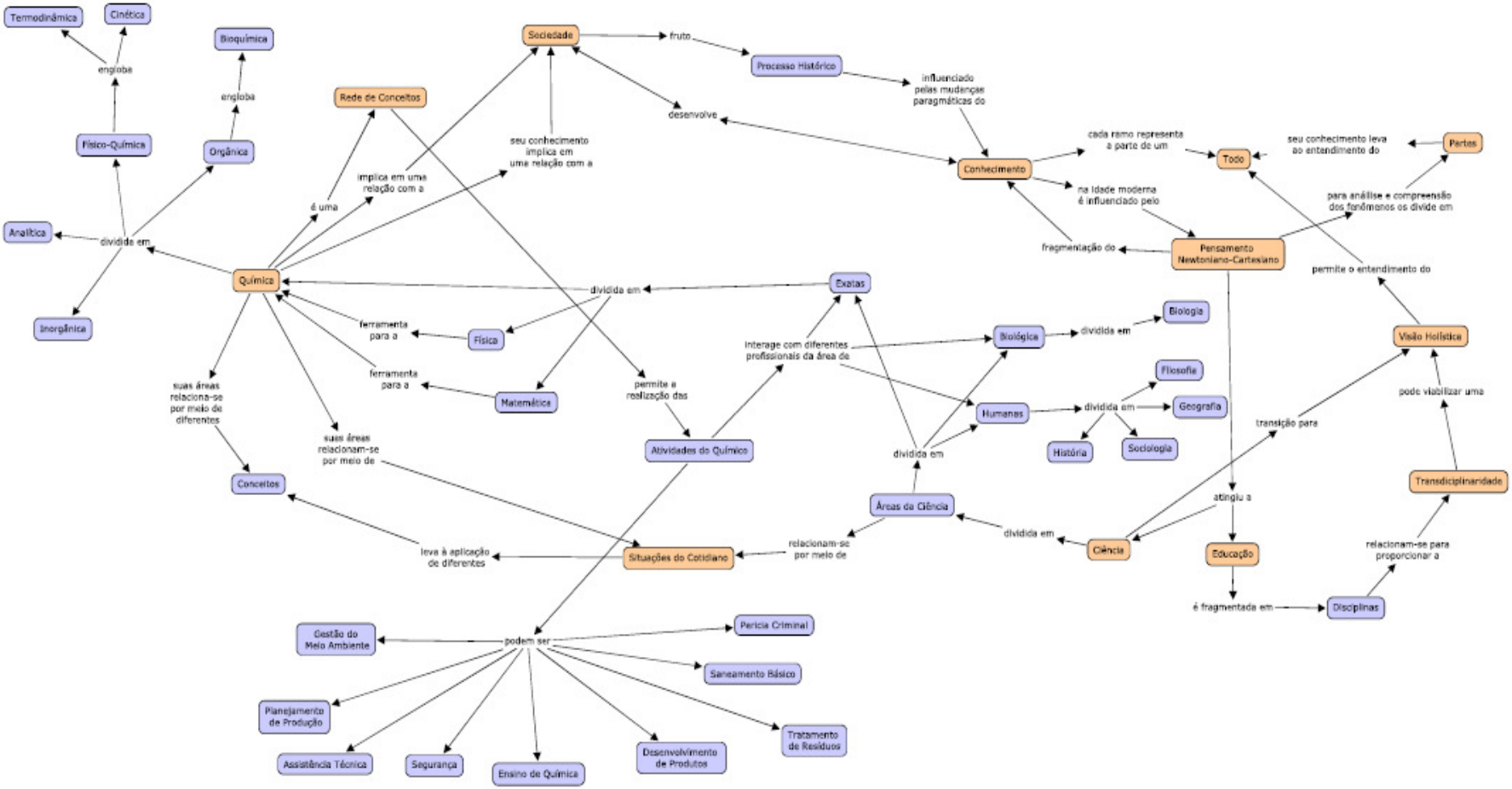
MC1 - Mapa 13 - Continuação



ANEXO K – Mapas Conceituais (MC2)

Mapas conceituais elaborados por alunos do período noturno cujo objetivo era responder a questão focal: *Como você entende a organização da ciência Química?*

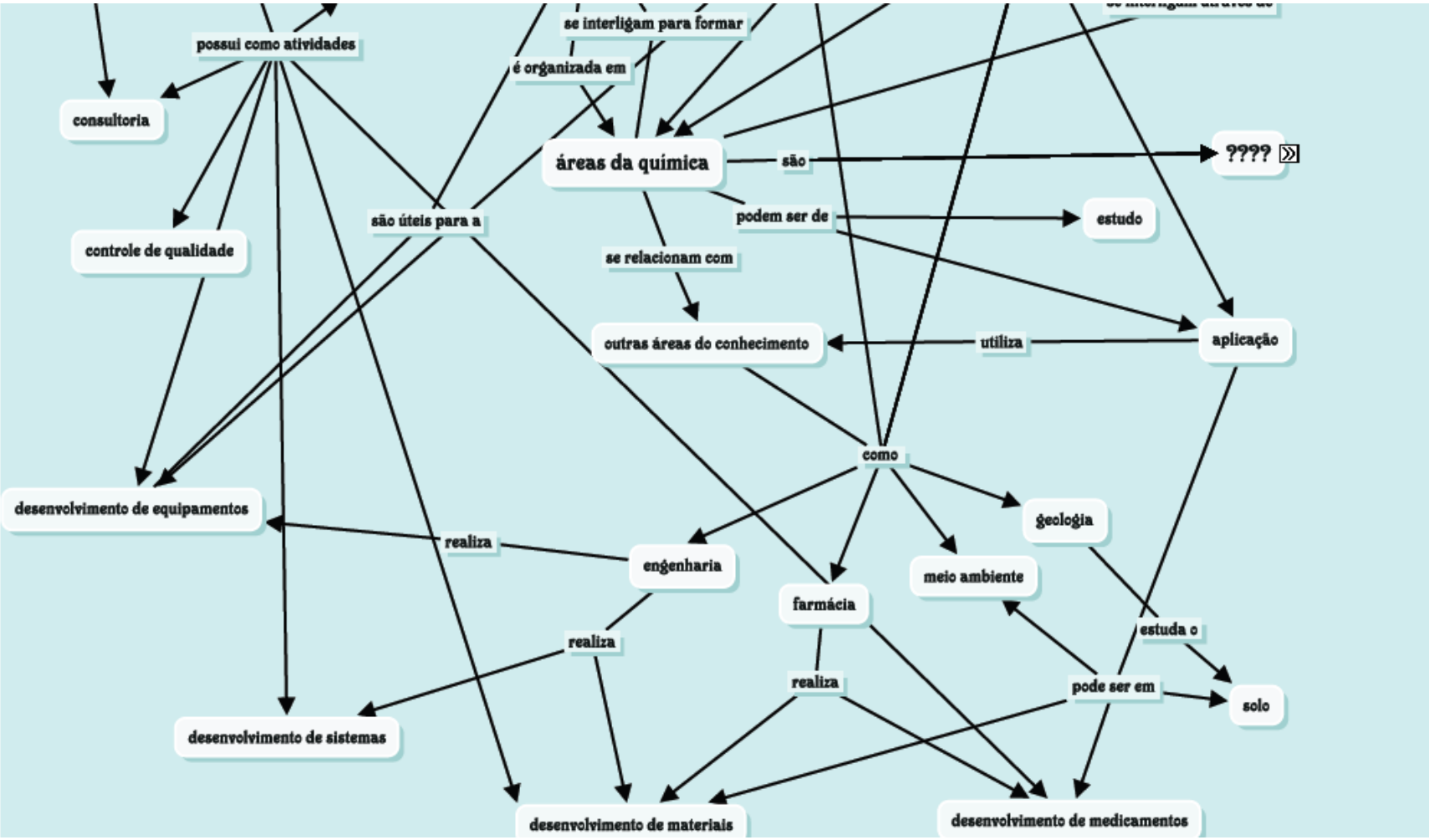
MC2 - Mapa 1


Termodinâmica
Cinética
engloba
Bioquímica
engloba
Físico-Química
Orgânica
Analítica
divide em
Inorgânica
Sociedade
fruto
Processo Histórico
influenciado pelas mudanças paragmáticas do
Rede de Conceitos
desenvolve
seu conhecimento implica em uma relação com a
implica em uma relação com a
é uma
Conhecimento
cada ramo representa a parte de um
Todo
seu conhecimento leva ao entendimento do
Partes
na idade moderna é influenciado pelo
para análise e compreensão dos fenômenos os divide em
fragmentação do
Pensamento Newtoniano-Cartesiano
permite o entendimento do
Química
divide em
Exatas
ferramenta para a
Física
ferramenta para a
Matemática
Interage com diferentes profissionais da área de
Biológica
divide em
Biologia
Visão Holística
suas áreas relaciona-se por meio de diferentes
permite a realização das
Humanas
divide em
Filosofia
Geografia
História
Sociologia
pode viabilizar uma
transição para
suas áreas relacionam-se por meio de
Atividades do Químico
divide em
Conceitos
Transdisciplinaridade
atingiu a
Áreas da Ciência
dividida em
Ciência
Educação
leva à aplicação de diferentes
Situações do Cotidiano
relacionam-se por meio de
relacionam-se para proporcionar a
é fragmentada em
Disciplinas
Gestão do Meio Ambiente
podem ser
Perícia Criminal
Saneamento Básico
Planejamento de Produção
Tratamento de Resíduos
Assistência Técnica
Segurança
Ensino de Química
Desenvolvimento de Produtos

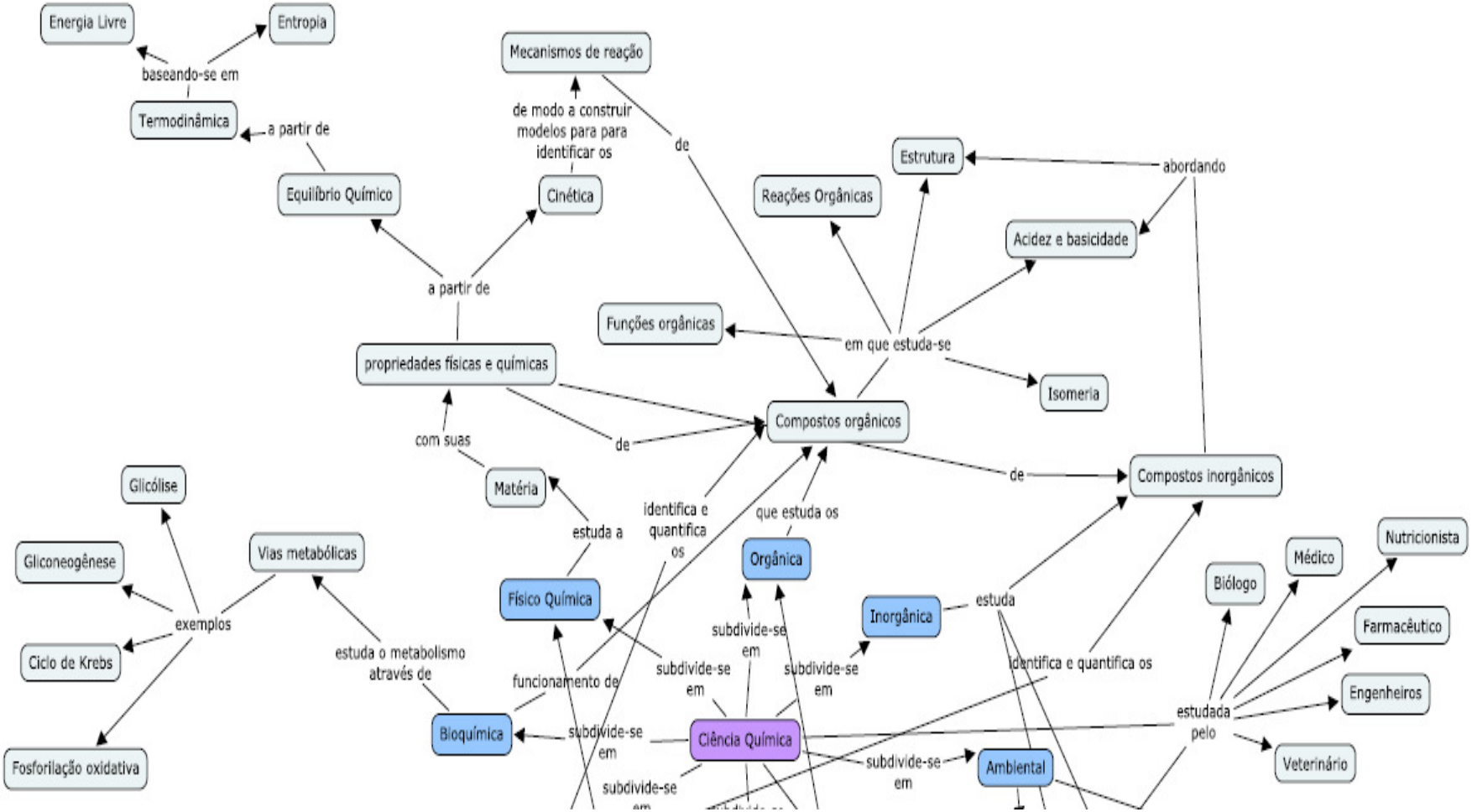
MC2 - Mapa 2

elaboração de material didático
ministração de aulas
pedagogia
enquanto aréa de atuação do químico possui como atividades
auxilia no
ensino
pode ser organizado nos processos
difunde
conhecimento
permite
resumo
desconstrução
reconstrução
analisa detalhadamente
????
aplica
gera
é transmitida através do
assimilação
utiliza
pesquisa
permite
junta
reconhece
indústria
químico
permite se tornar
conceitos prévios
conexões
pode atuar em
é o profissional que trabalha com a
????
área judicial
ciência química
é útil em
possui como atividades
vendas e marketing
se interligam através de
se interligam para formar
possui como atividades
é organizada em

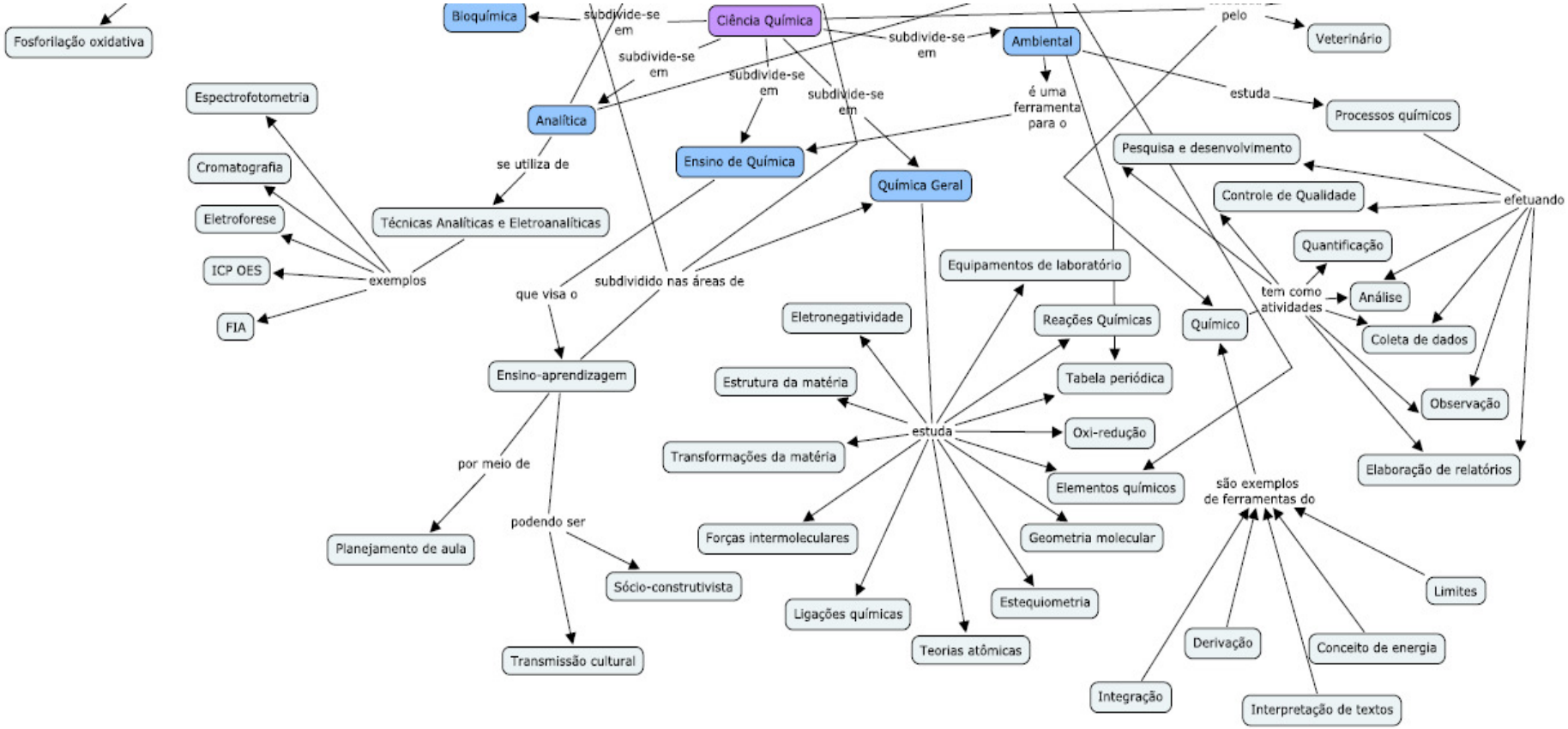
MC2 - Mapa 2 - Continuação



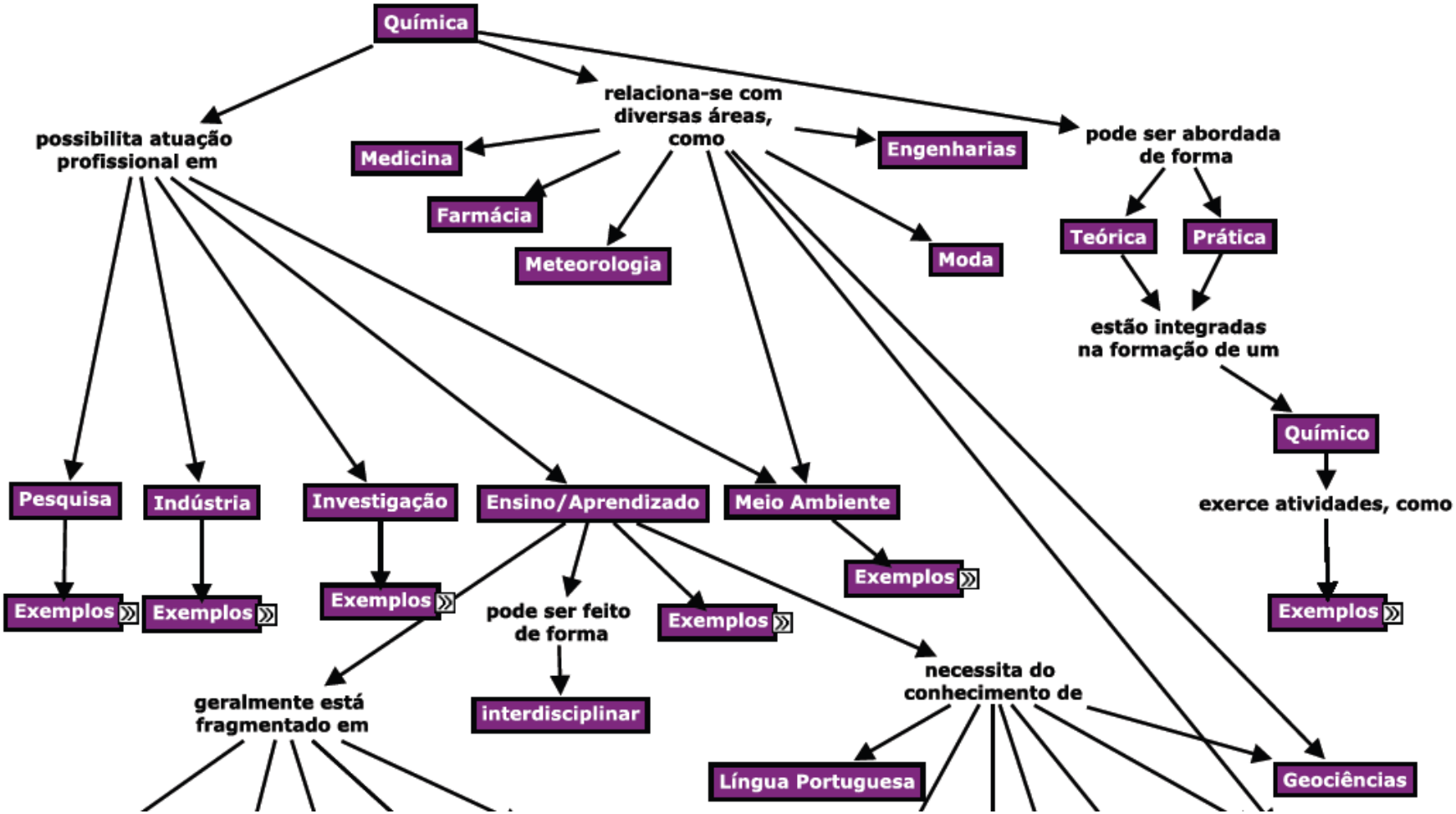
MC2 - Mapa 3


Energia Livre
Entropia
baseando-se em
Termodinâmica
a partir de
Equilíbrio Químico
Mecanismos de reação
de modo a construir modelos para para identificar os
Cinética
de
a partir de
propriedades físicas e químicas
com suas
Matéria
estuda a
Glicólise
Gliconeogênese
Vias metabólicas
exemplos
Ciclo de Krebs
Fosforilação oxidativa
estuda o metabolismo através de
Bioquímica
funcionamento de
Físico Química
identifica e quantifica os
Compostos orgânicos
que estuda os
Orgânica
subdivide-se em
subdivide-se em
subdivide-se em
Ciência Química
subdivide-se em
subdivide-se em
Ambiental
Inorgânica
estuda
Reações Orgânicas
Estrutura
abordando
Acidez e basicidade
Funções orgânicas
em que estuda-se
Isomeria
de
Compostos inorgânicos
identifica e quantifica os
estudada pelo
Biólogo
Médico
Nutricionista
Farmacêutico
Engenheiros
Veterinário

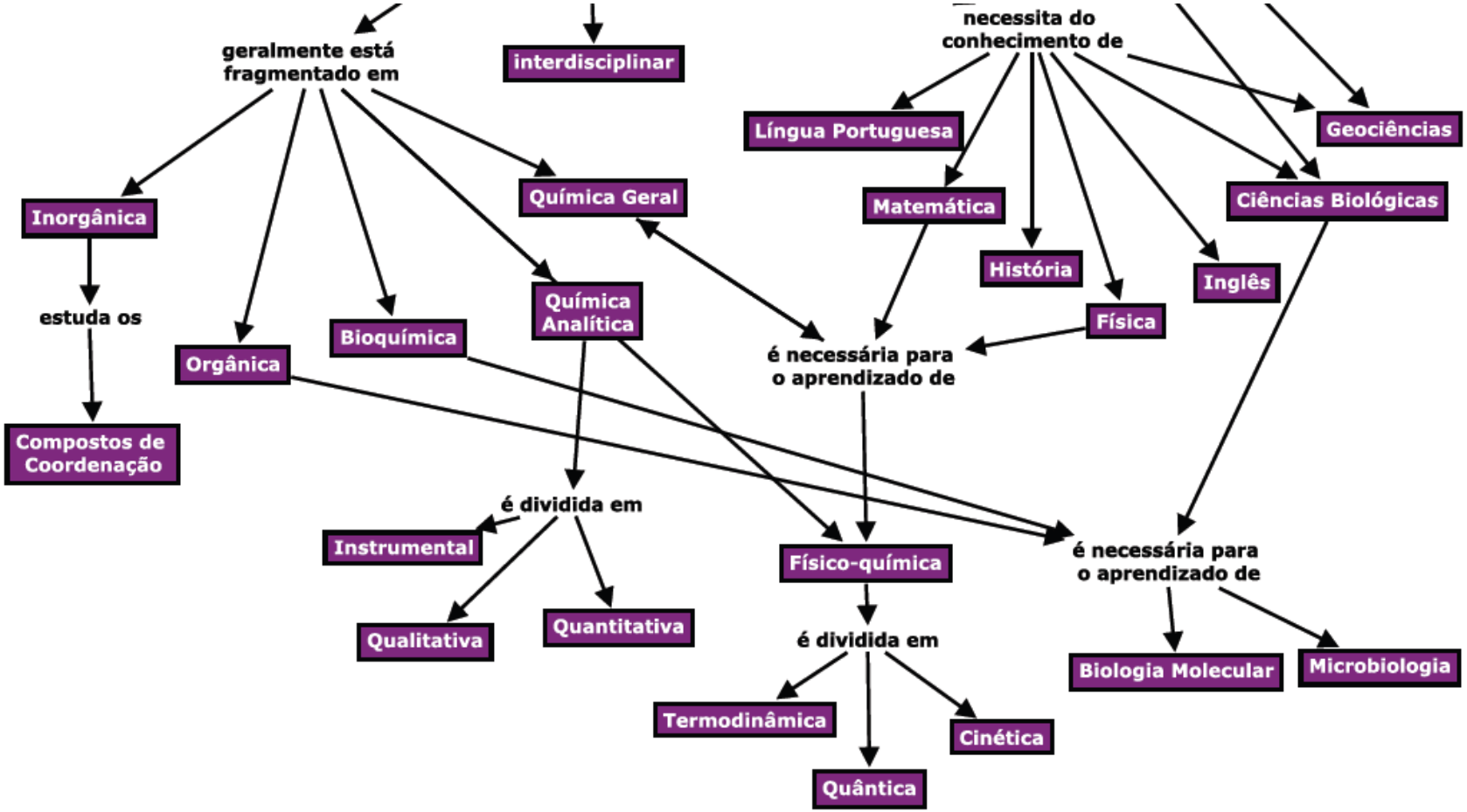
MC2 - Mapa 3 - Continuação



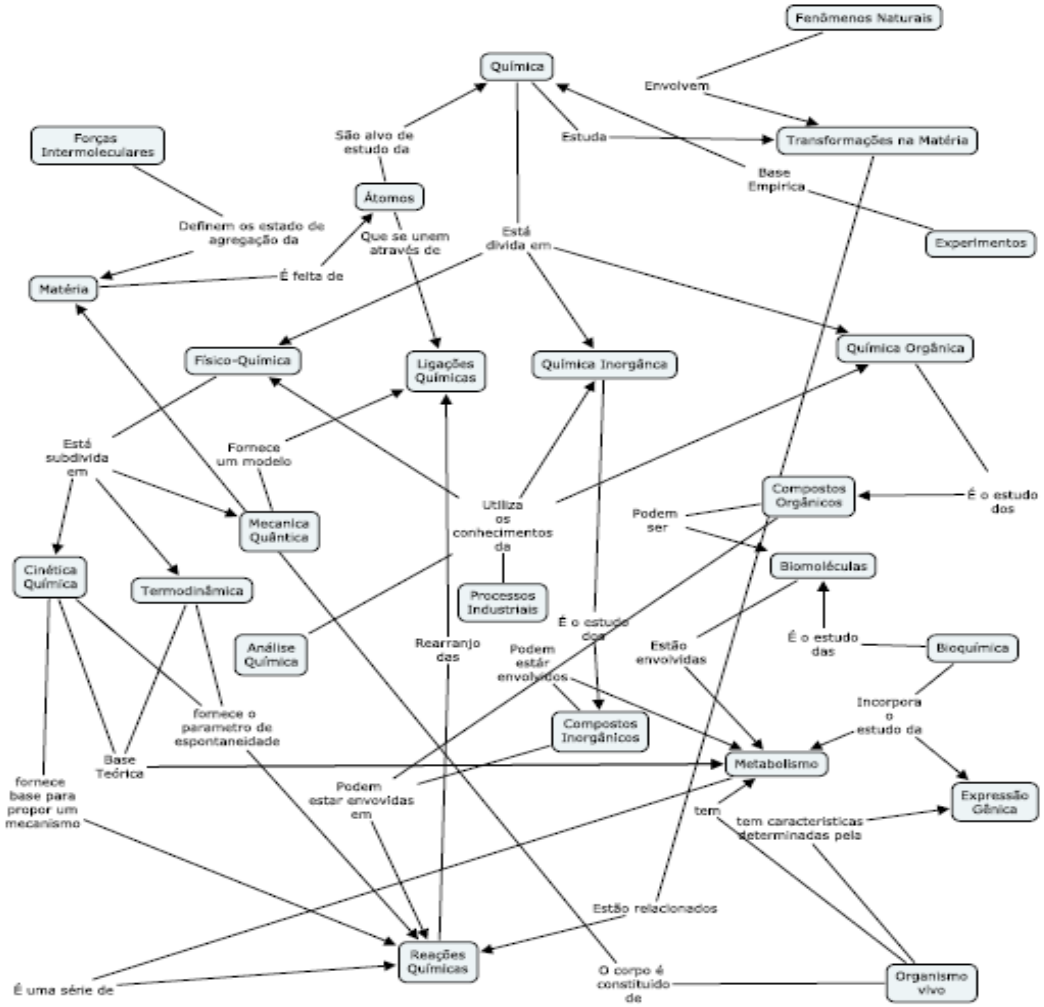
MC2 - Mapa 4


Química
possibilita atuação profissional em
relaciona-se com diversas áreas, como
pode ser abordada de forma
Medicina
Farmácia
Meteorologia
Engenharias
Moda
Teórica
Prática
estão integradas na formação de um
Químico
exerce atividades, como
Exemplos
Pesquisa
Indústria
Investigação
Ensino/Aprendizado
Meio Ambiente
Exemplos
Exemplos
Exemplos
Exemplos
Exemplos
pode ser feito de forma
interdisciplinar
geralmente está fragmentado em
necessita do conhecimento de
Língua Portuguesa
Geociências

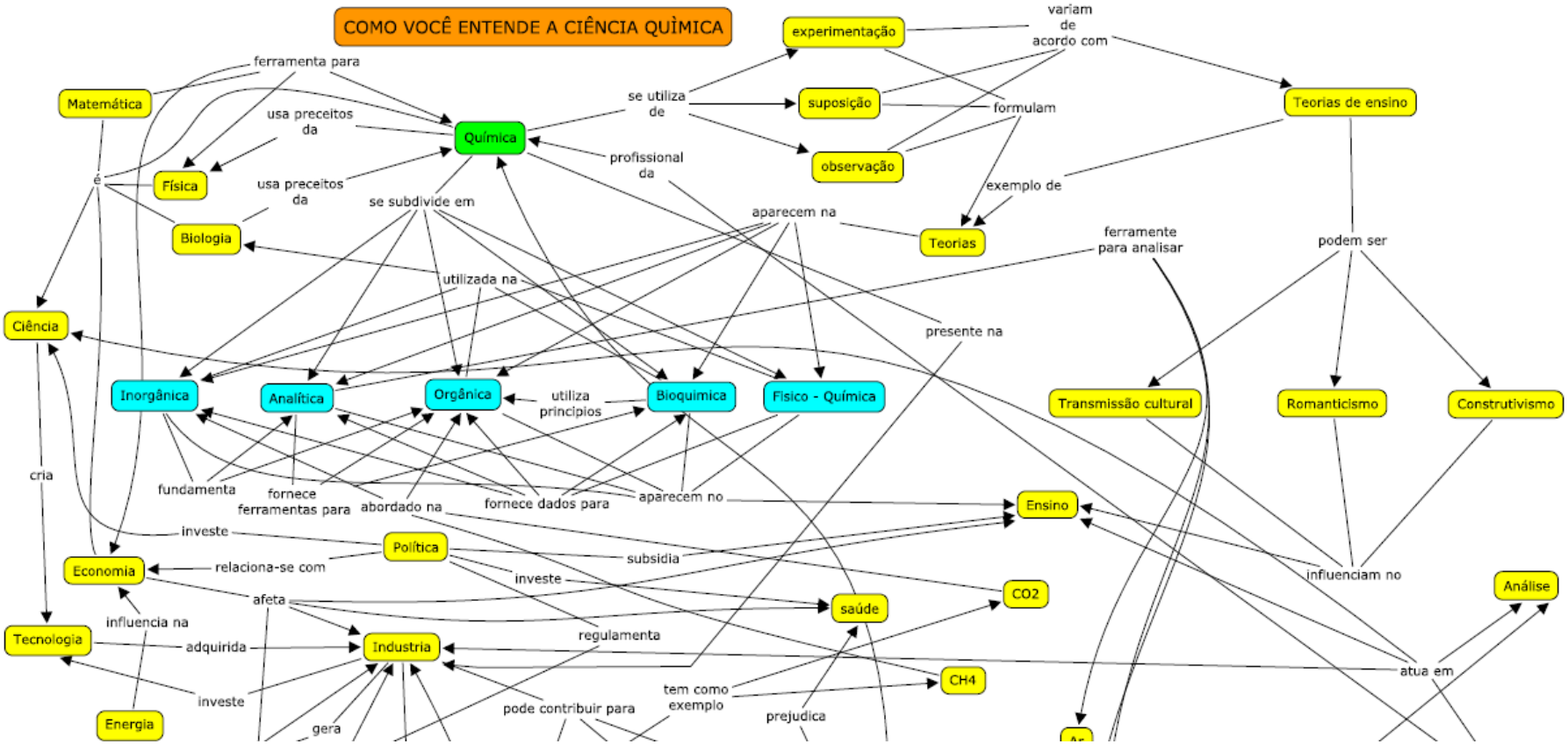
MC2 - Mapa 4 - Continuação



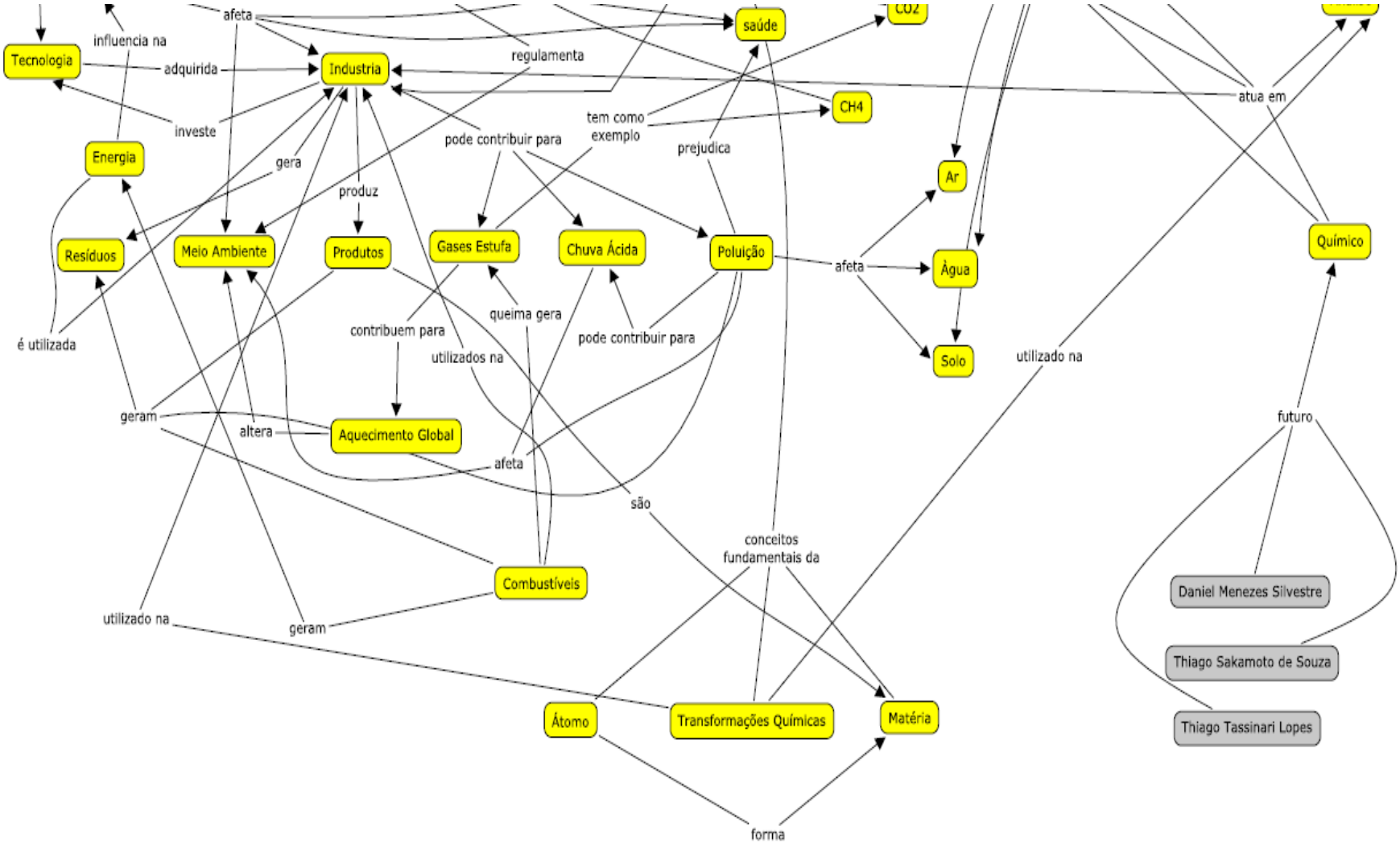
MC2 - Mapa 5


Fenômenos Naturais
Química
Envolvem
Forças Intermoleculares
São alvo de estudo da
Estuda
Transformações na Matéria
Base Empírica
Átomos
Experimentos
Definem os estado de agregação da
Que se unem através de
Está divida em
Matéria
É feita de
Físico-Química
Ligações Químicas
Química Inorgânica
Química Orgânica
Está subdivida em
Fornece um modelo
Utiliza os conhecimentos da
Compostos Orgânicos
É o estudo dos
Podem ser
Mecânica Quântica
Biomoléculas
Cinética Química
Termodinâmica
Processos Industriais
É o estudo dos
É o estudo das
Bioquímica
Análise Química
Rearranjo das
Podem estar envolvidos
Estão envolvidas
Incorpora o estudo da
fornece o parametro de espontaneidade
Compostos Inorgânicos
Base Teórica
Metabolismo
fornece base para propor um mecanismo
Podem estar envovidas em
Expressão Gênica
tem
tem características determinadas pela
Estão relacionados
Reações Químicas
O corpo é constituido de
Organismo vivo
É uma série de

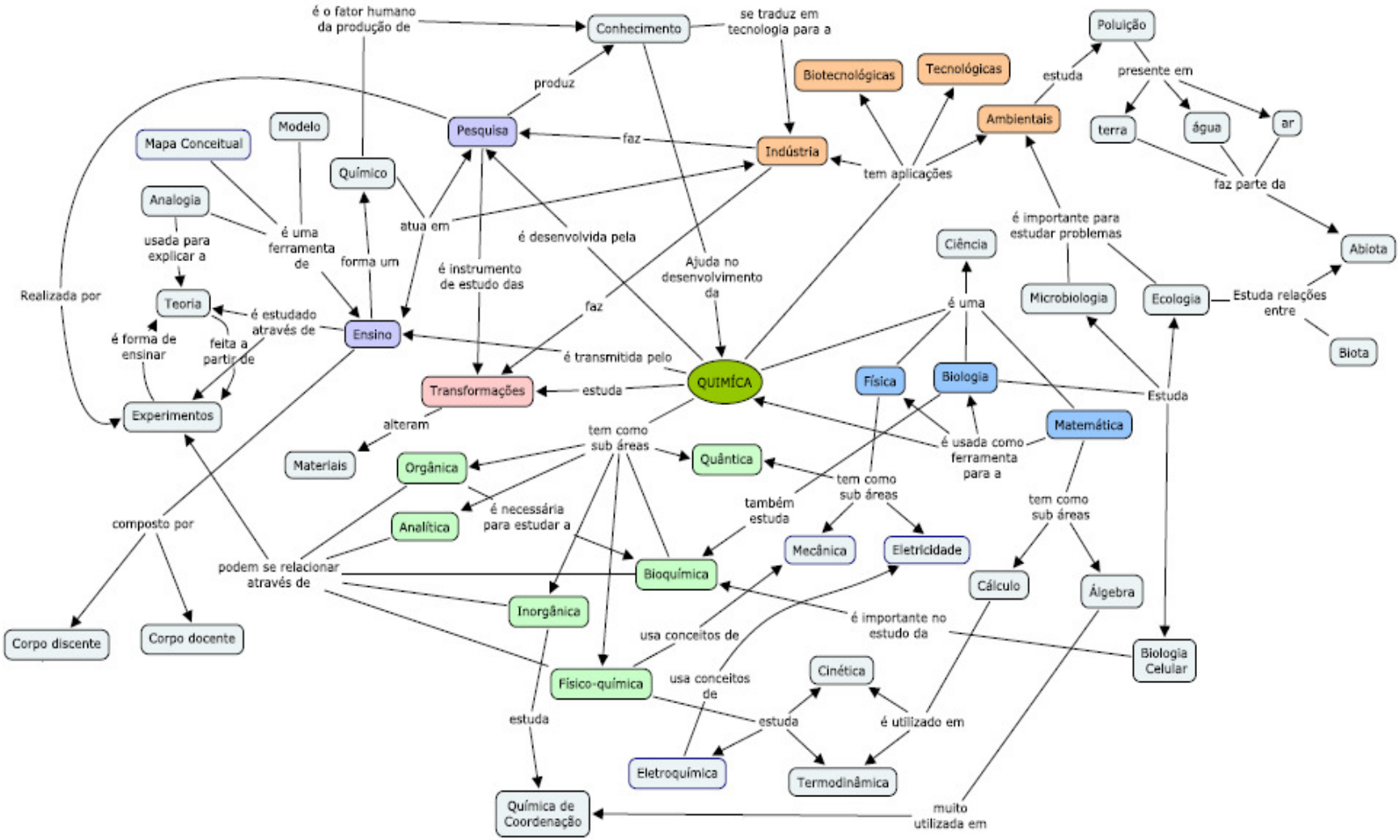
MC2 - Mapa 6


COMO VOCÊ ENTENDE A CIÊNCIA QUÌMICA
experimentação
variam de acordo com
ferramenta para
Matemática
se utiliza de
suposição
formulam
Teorias de ensino
usa preceitos da
Química
profissional da
observação
é
Física
usa preceitos da
se subdivide em
exemplo de
aparecem na
Teorias
ferramente para analisar
podem ser
Biologia
utilizada na
presente na
Ciência
Inorgânica
Analítica
Orgânica
utiliza princípios
Bioquímica
Físico - Química
Transmissão cultural
Romanticismo
Construtivismo
cria
fundamenta
fornece ferramentas para
abordado na
fornece dados para
aparecem no
Ensino
investe
Política
subsidia
Economia
relaciona-se com
investe
influenciam no
Análise
afeta
saúde
CO2
influencia na
Tecnologia
adquirida
Industria
regulamenta
atua em
CH4
investe
tem como exemplo
Energia
pode contribuir para
prejudica
gera

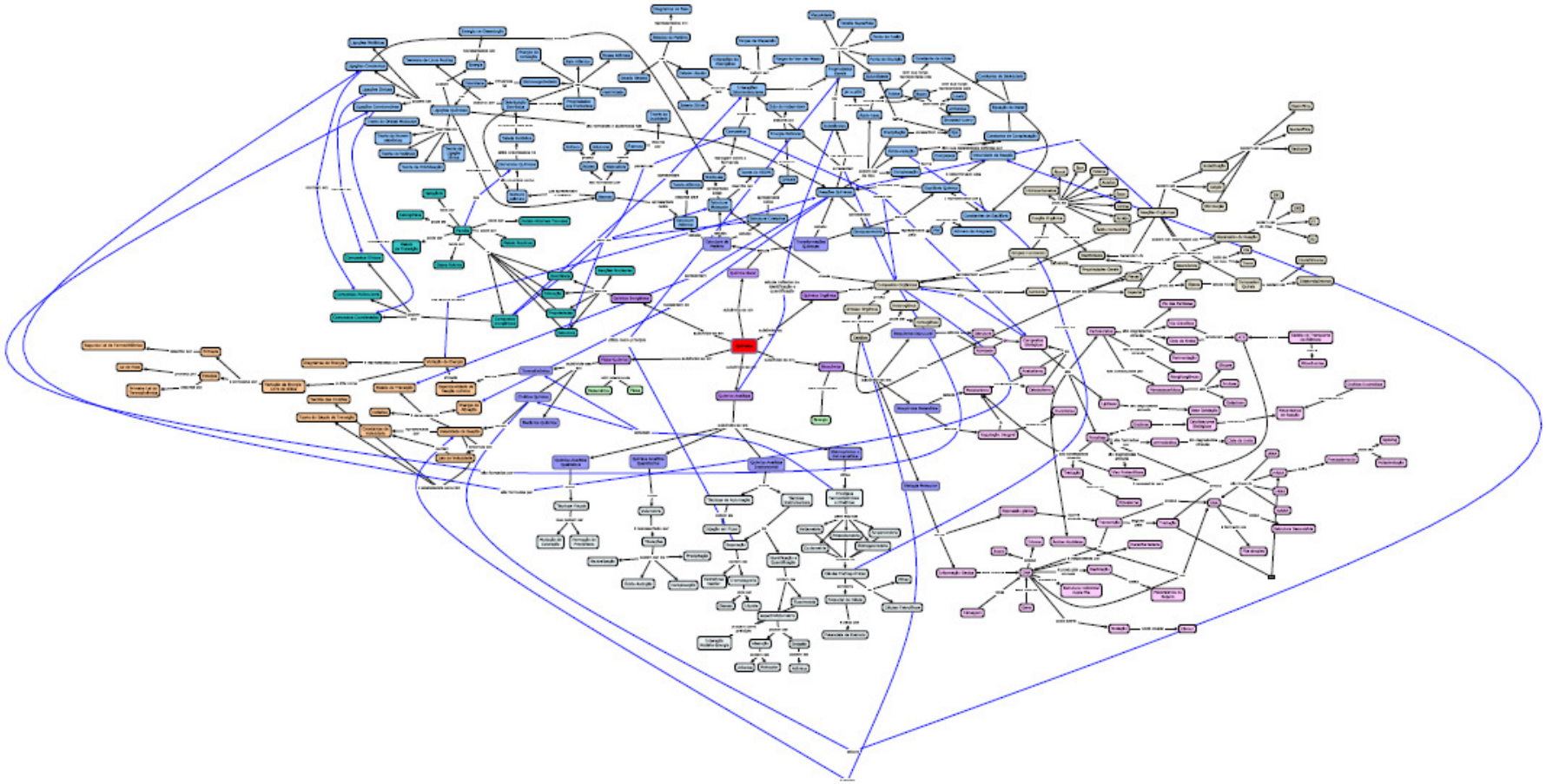
MC2 - Mapa 6 - Continuação



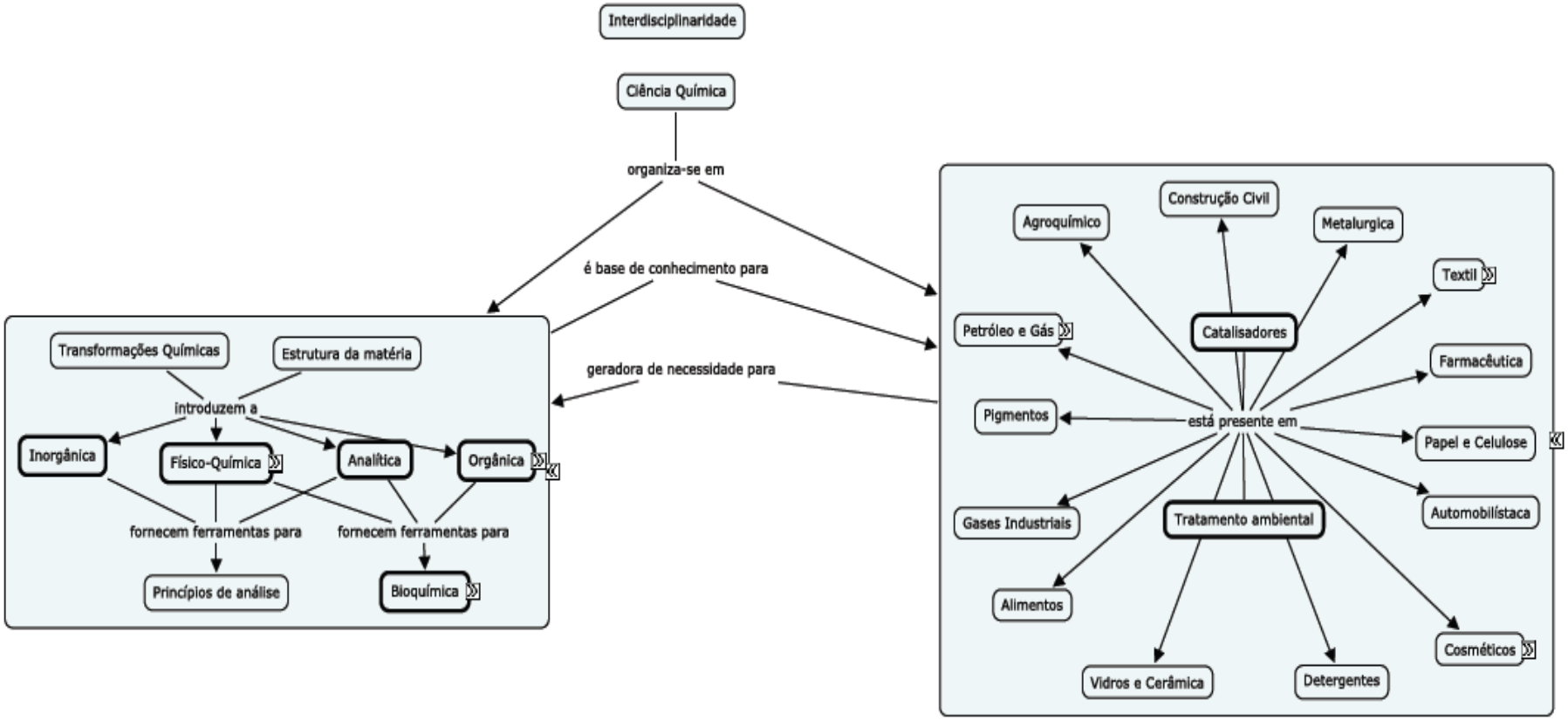
MC2 - Mapa 7


é o fator humano da produção de
Conhecimento
se traduz em tecnologia para a
Poluição
produz
Biotecnológicas
Tecnológicas
estuda
presente em
Pesquisa
faz
Indústria
Ambientais
terra
água
ar
Mapa Conceitual
Modelo
Químico
tem aplicações
faz parte da
Analogia
atua em
é desenvolvida pela
é importante para estudar problemas
Ciência
Abiota
usada para explicar a
é uma ferramenta de
forma um
é instrumento de estudo das
Ajuda no desenvolvimento da
Realizada por
Teoria
é estudado através de
faz
é uma
Microbiologia
Ecologia
Estuda relações entre
é forma de ensinar
feita a partir de
Ensino
é transmitida pelo
Biota
QUIMÍCA
Física
Biologia
Transformações
estuda
Estuda
Experimentos
alteram
tem como sub áreas
Matemática
Materiais
Orgânica
Quântica
é usada como ferramenta para a
tem como sub áreas
também estuda
tem como sub áreas
composto por
Analítica
é necessária para estudar a
Mecânica
Eletricidade
podem se relacionar através de
Bioquímica
Cálculo
Álgebra
Inorgânica
é importante no estudo da
Corpo discente
Corpo docente
usa conceitos de
Biologia Celular
Físico-química
usa conceitos de
Cinética
estuda
estuda
é utilizado em
Eletroquímica
Termodinâmica
Química de Coordenação
muito utilizada em

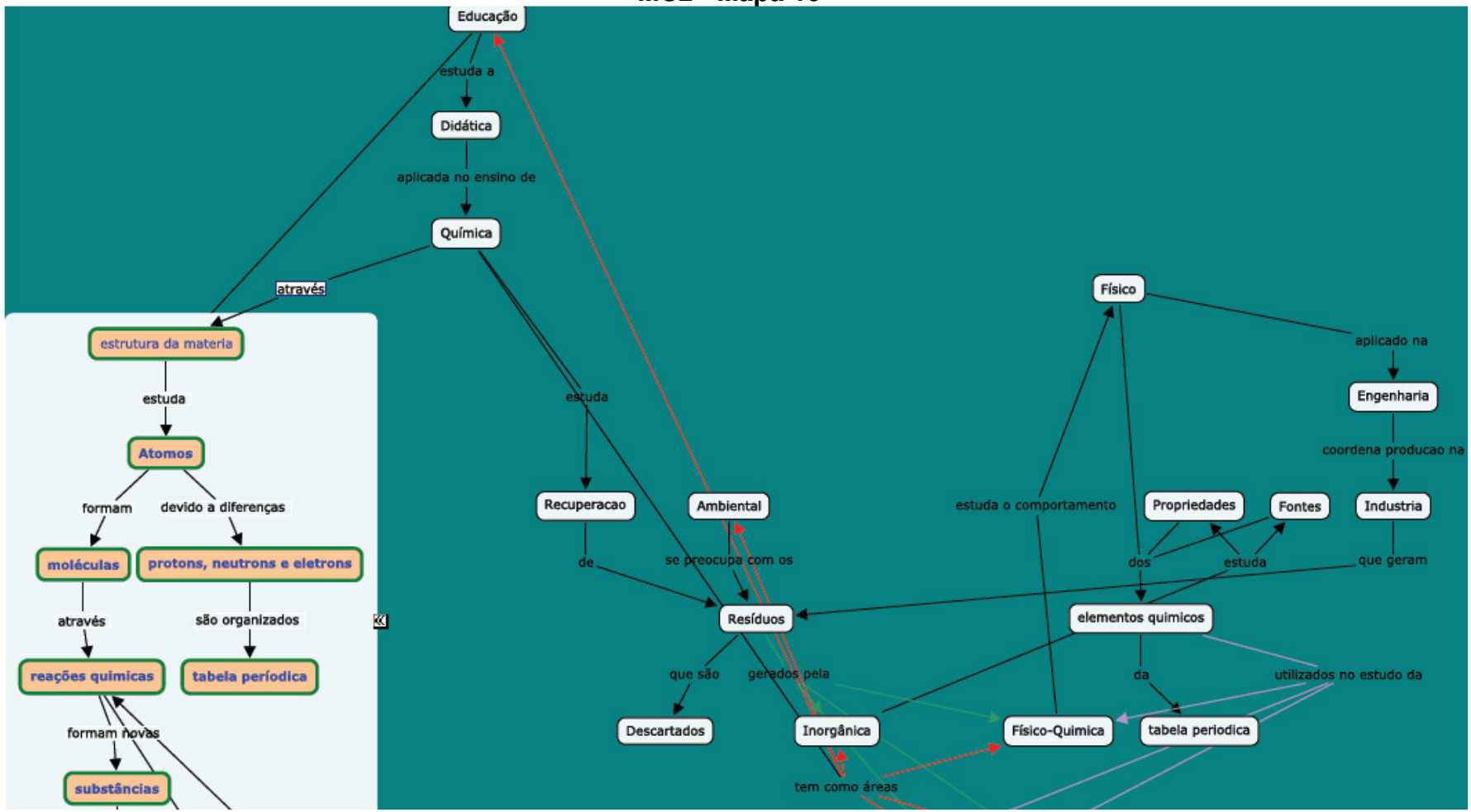
MC2 - Mapa 8



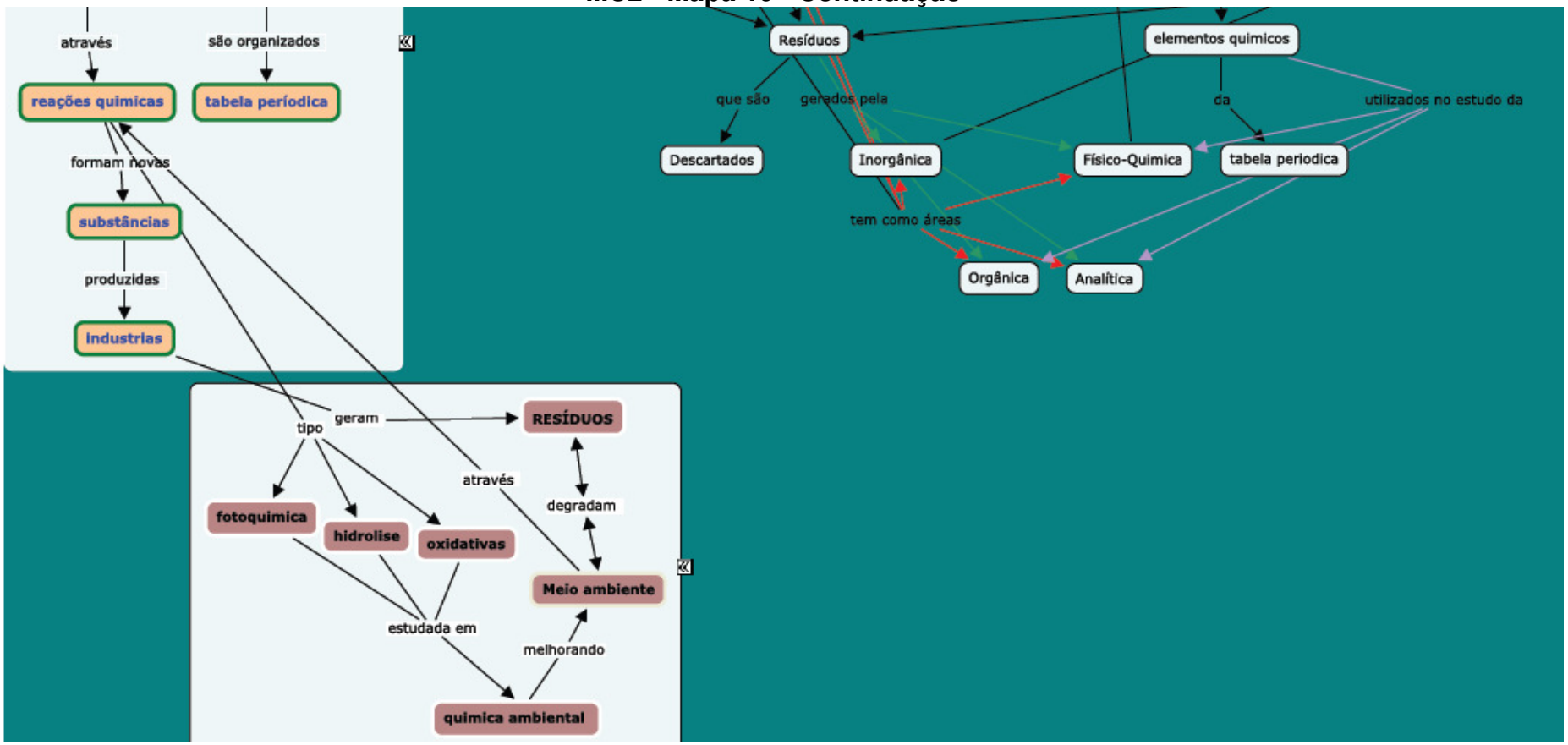
MC2 - Mapa 9


Interdisciplinaridade
Ciência Química
organiza-se em
é base de conhecimento para
geradora de necessidade para
Transformações Químicas
Estrutura da matéria
introduzem a
Inorgânica
Físico-Química
Analítica
Orgânica
fornecem ferramentas para
fornecem ferramentas para
Princípios de análise
Bioquímica
Construção Civil
Agroquímico
Metalurgica
Textil
Petróleo e Gás
Catalisadores
Farmacêutica
Pigmentos
está presente em
Papel e Celulose
Gases Industriais
Tratamento ambiental
Automobilístaca
Alimentos
Cosméticos
Vidros e Cerâmica
Detergentes

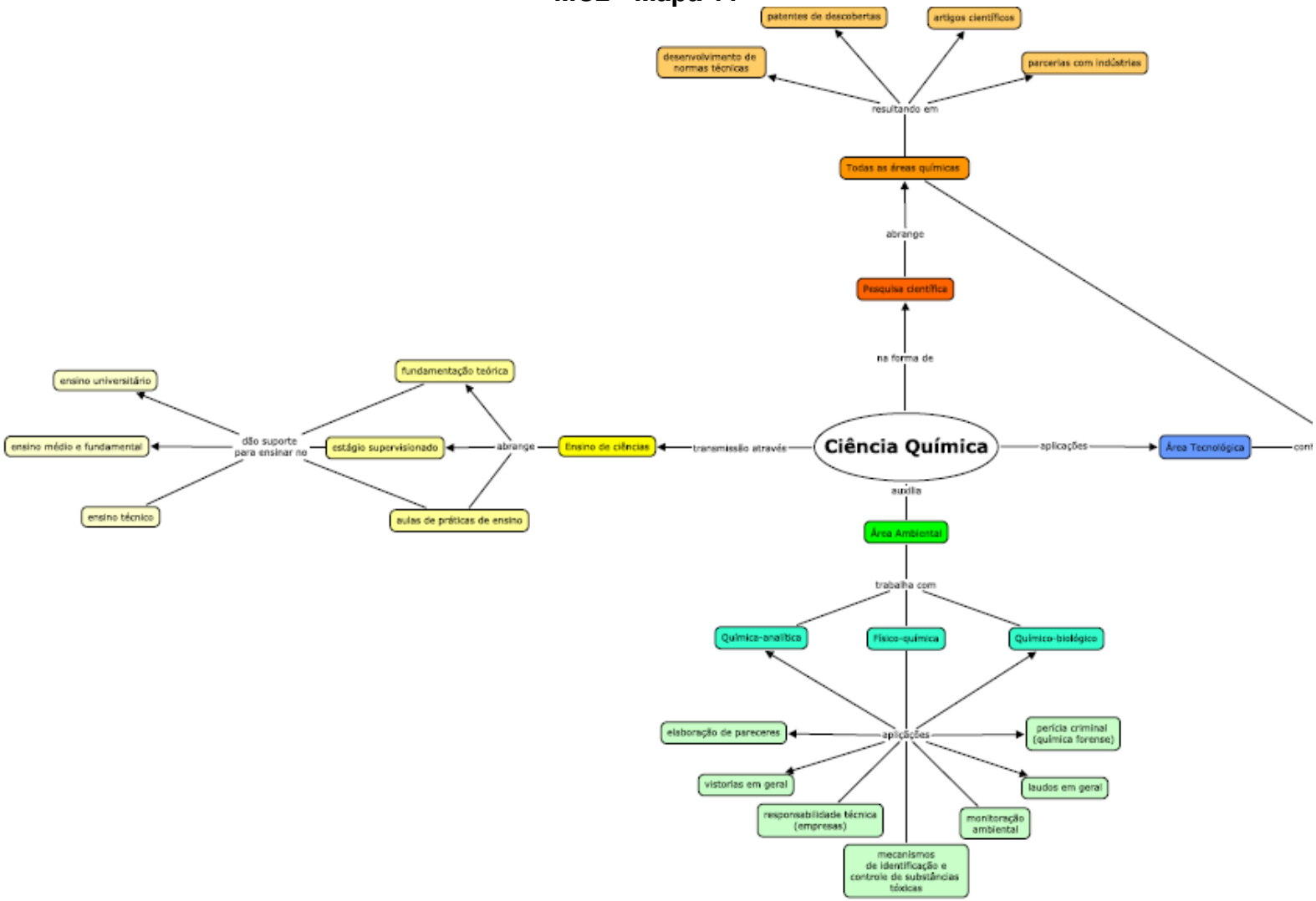
MC2 - Mapa 10


Educação
estuda a
Didática
aplicada no ensino de
Química
através
estrutura da materia
estuda
Atomos
formam
devido a diferenças
moléculas
protons, neutrons e eletrons
através
são organizados
reações quimicas
tabela periódica
formam novas
substâncias
estuda
Recuperacao
Ambiental
de
se preocupa com os
Resíduos
que são
gerados pela
Descartados
Inorgânica
tem como áreas
Físico
aplicado na
Engenharia
coordena producao na
Industria
estuda o comportamento
Propriedades
Fontes
dos
estuda
que geram
elementos quimicos
da
utilizados no estudo da
Físico-Quimica
tabela periodica

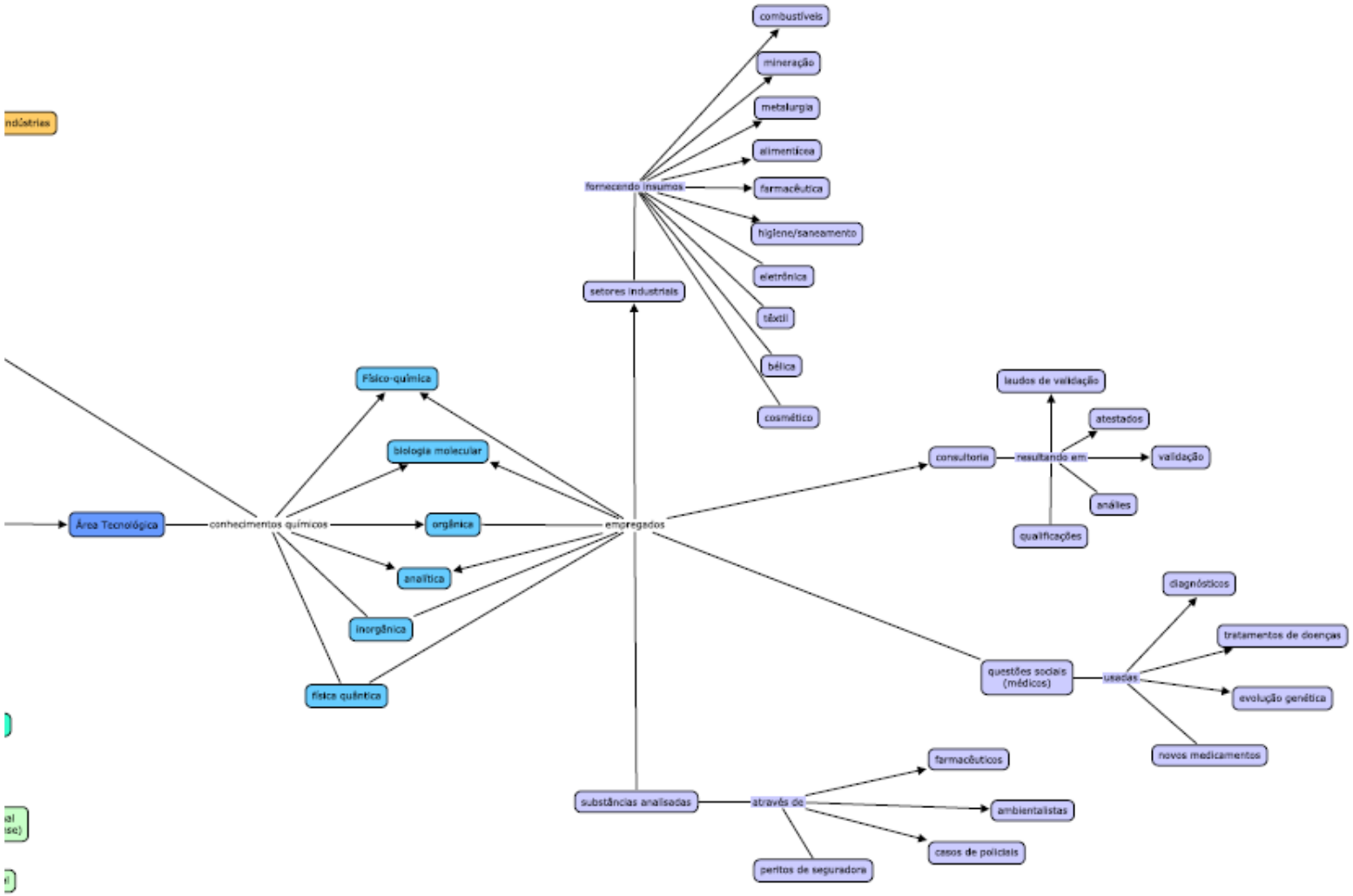
MC2 - Mapa 10 - Continuação



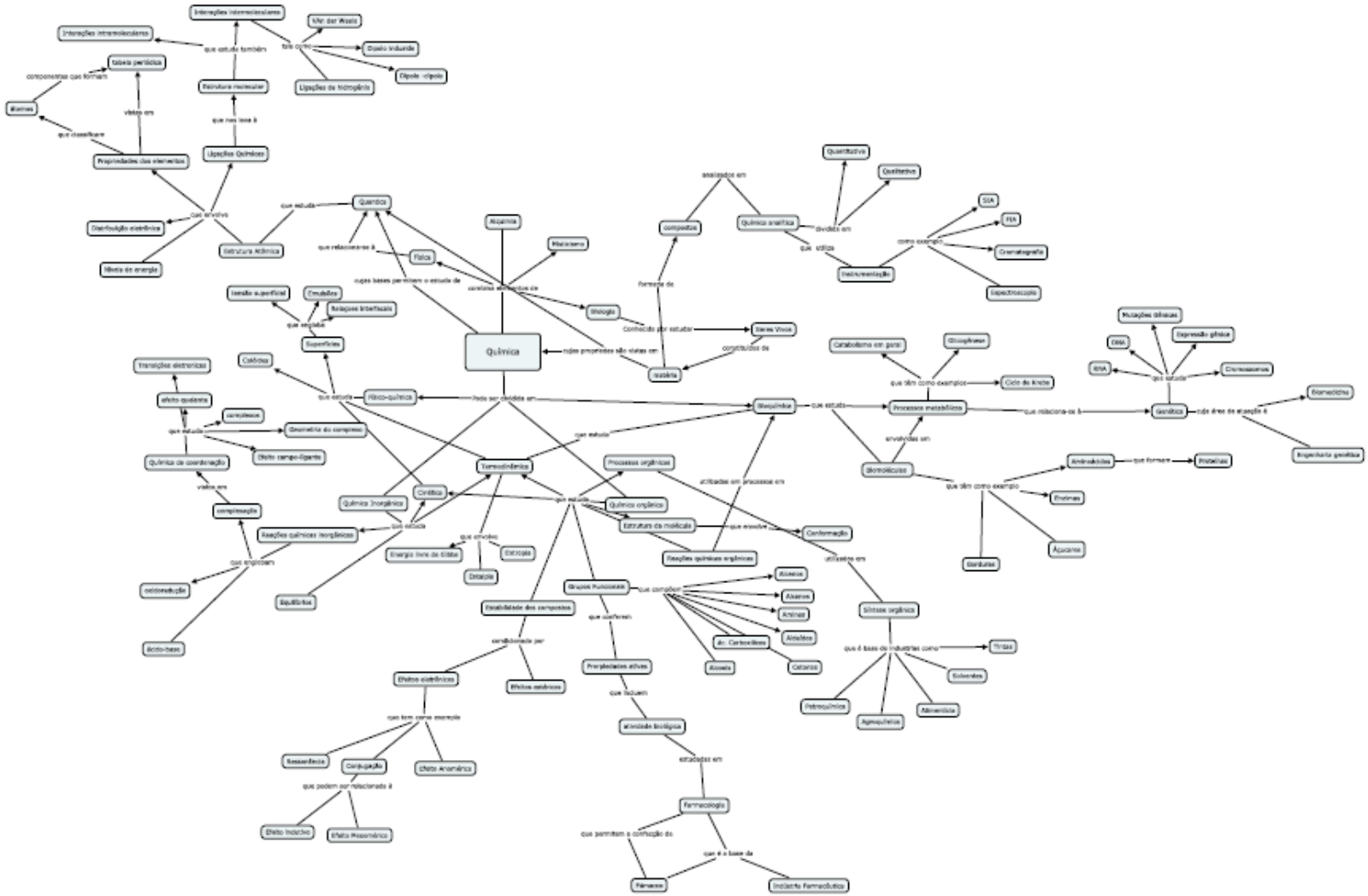
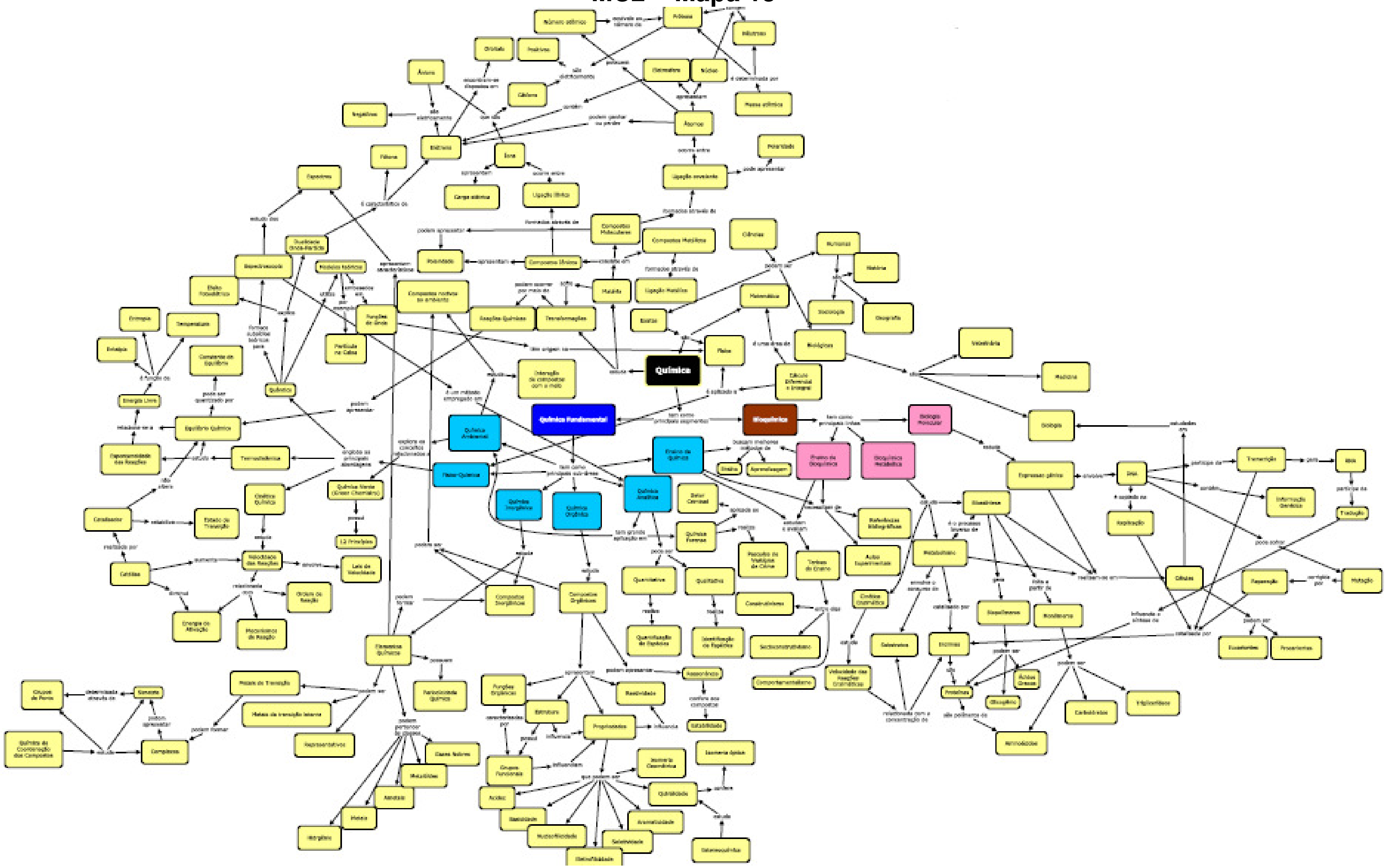
MC2 - Mapa 11


patentes de descobertas
artigos científicos
desenvolvimento de normas técnicas
parcerias com indústrias
resultando em
Todas as áreas químicas
abrange
Pesquisa científica
na forma de
ensino universitário
fundamentação teórica
ensino médio e fundamental
dão suporte para ensinar no
estágio supervisionado
abrange
Ensino de ciências
transmissão através
Ciência Química
aplicações
Área Tecnológica
ensino técnico
aulas de práticas de ensino
auxilia
Área Ambiental
trabalha com
Química-analítica
Físico-química
Químico-biológico
elaboração de pareceres
aplicações
perícia criminal (química forense)
vistorias em geral
laudos em geral
responsabilidade técnica (empresas)
monitoração ambiental
mecanismos de identificação e controle de substâncias tóxicas

MC2 - Mapa 11 - Continuação



MC2 – Mapa 12


Interações intermoleculares
Van der Waals
Dipolo induzido
Dipolo - dipolo
Ligações de hidrogênio
Interações intramoleculares
que estudo formam
tais como
tabela periódica
componentes que formam
Átomos
que classificam
Propriedades dos elementos
vistos em
Estrutura molecular
que nos leva à
Ligações Químicas
Distribuição eletrônica
Níveis de energia
Estrutura Atômica
que estudo
Quântica
Átomo
Metaloxeno
que relacionam-se à
Física
cujas bases permitem o estudo de
constituem elementos da
Biologia
Conhecido por estudar
Seres Vivos
constituídos de
Química
não propriedades são vistas em
matéria
formada de
compostos
analisados em
Química analítica
dividida em
Quantitativa
Qualitativa
que utiliza
Instrumentação
como exemplo
GLC
HPLC
Cromatografia
Espectroscopia
Tensão superficial
Emulsões
Relações interfaciais
que estudam
Superfícies
Coloides
Transições eletrônicas
efeito quântico
que estudam
complexos
Geometria do complexo
Efeito campo-ligante
Química de coordenação
vistos em
complexação
que empregam
oxirredução
ácido-base
Físico-química
pode ser dividida em
Termodinâmica
que estudo
Cinética
Energia livre de Gibbs
Entropia
Entalpia
que envolvem
Química Inorgânica
que estudo
Reações químicas inorgânicas
Equilíbrios
Processos orgânicos
Química orgânica
Estrutura da molécula
que envolve
Conformação
Reações químicas orgânicas
atividades em processos em
utilizadas em
Síntese orgânica
que é base de indústrias como
Tintas
Solventes
Alimentícia
Agroquímica
Petroquímica
Bioquímica
que estuda
Processos metabólicos
que relaciona-se à
Genética
cujas áreas de atuação é
Biotecnologia
Engenharia genética
Carboidrato em geral
Glicogênio
que têm como exemplos
Ciclo de Krebs
envolvidos em
Biomolécula
que têm como exemplo
Aminoácidos
que formam
Proteínas
Enzimas
Açúcares
Gorduras
Mutações clínicas
Expressão gênica
DNA
RNA
Cromossomos
Grupos Funcionais
que compõem
Alcenos
Alcanos
Aminas
Aldeídos
Ac. Carboxílicos
Álcoois
Cetonas
Estabilidade dos compostos
que sofrem
Propriedades ativas
que incluem
atividade biológica
estudadas em
Farmacologia
que permitem a confecção do
que é a base da
Fármacos
Indústria Farmacêutica
Efeitos estéricos
Efeitos eletrônicos
que tem como exemplo
Ressonância
Conjugação
Efeito Anomérico
que podem ser relacionados à
Efeito Indutivo
Efeito Mesomérico

MC2 – Mapa 13