Universidade de São Paulo

Instituto de Física
Instituto de Química
Instituto de Biociências
Faculdade de Educação

Marianna Meirelles Junqueira

**Transformando textos em mapas cognitivos:
desenvolvimento e um exemplo de aplicação**

São Paulo

2013

MARIANNA MEIRELLES JUNQUEIRA

**Transformando textos em mapas cognitivos:
desenvolvimento e um exemplo de aplicação**

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Área de concentração:

Ensino de Química

Orientador:

Prof. Dr. Flavio Antonio Maximiano

São Paulo

2013

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

Junqueira, Marianna Meirelles

Transformando textos em mapas cognitivos: desenvolvimento e um exemplo de aplicação. – São Paulo, 2013.

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

Orientador: Prof. Dr. Flavio Antonio Maximiano

Área de Concentração: Ensino de Química

Unitermos: 1. Química- Estudo e Ensino; 2. Mapas Conceituais; 3. Redes de Conceitos; 4. Avaliação do Aprendizado.

USP/IF/SBI-044/2013

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: JUNQUEIRA, Marianna Meirelles

Título: Transformando textos em mapas cognitivos: desenvolvimento e um exemplo de aplicação

Dissertação apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Área de concentração: Ensino de Química

Aprovada em: 14 de junho de 2013

Banca Examinadora

Prof. Dr. Flavio Antonio Maximiano

Instituição: IQ - USP

Prof. Dr. José Guilherme da Silva Lopes

Instituição: ICE- UFJF

Prof. Dr. Paulo Rogério Miranda Correia

Instituição: EACH/ USP Leste

Dedico esse trabalho à tia avó **Carmita** (*in memorian*), que esteve sempre presente na minha vida e auxiliou a minha inserção na vida acadêmica. Registro o meu muito obrigada e reconhecimento pelo carinho e amor que sempre me ofertou.

Agradecimentos

A Deus, por me presentear com pessoas especiais nesta jornada, pelas oportunidades que me deu na vida e pelos desafios que me lançam ao crescimento.

Agradeço a todos da minha família e amigos por estarem do meu lado e terem aguentado, por muitas vezes, a tal da ‘dissertação’.

A minha família por torcer e ajudar de todas as formas possíveis. Amo vocês! À minha mãe, Claudia, ao meu pai, Frau e a minha irmã Ina, agradeço o apoio, incentivo e carinho. Apesar de todas as dificuldades e distâncias impostas pela vida sempre estivemos unidos. Às minhas queridas avós, Alice e Edméa, pelos doces gestos de carinho. Às minhas tias, em especial a tia Alicinha, aos meus tios e primos, que sempre me ajudaram e incentivaram minha caminhada.

Ao Heitor, agradeço o carinho, o companheirismo e a paciência. Por mesmo depois de todos os desesperos, reclamações e aflições ouvidas ainda ser meu companheiro. E a minha família paulista todo o carinho e apoio!

Aos meus amigos do LAPAQ e do mestrado, em especial, Hellen, Juliana Maia, Rosemília e Patrícia, pessoas especiais que me apóiam, acompanham e com quem compartilhei as conquistas e as preocupações desta caminhada.

Ao Professor Doutor Flavio Antonio Maximiano, que me recebeu no LAPAQ e me orientou nesta trajetória de mestrado. Admiro a forma aberta e carinhosa com que recebe a todos e o engajamento através do qual conduz seu trabalho.

Aos examinadores da banca por terem aceitado o convite e por enriquecerem este trabalho com suas brilhantes e certeiras contribuições.

Aos alunos da *QFL4600*, turma 2010.2, que se engajaram nas atividades e propiciaram uma rica coleta de dados.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, que contribuíram nas disciplinas para meu crescimento intelectual.

Aos funcionários da secretaria da CPGI, sempre receptivos e dispostos a colaborar.

A CAPES, pela bolsa que tanto me ajudou neste período do mestrado.

Agradeço, enfim, a todos que contribuíram para a construção desta dissertação e da minha história. Muito obrigada!

RESUMO

JUNQUEIRA, M. M. **Transformando textos em mapas cognitivos: desenvolvimento e um exemplo de aplicação.** 2013. 165f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

O principal objetivo dessa pesquisa consistiu em desenvolver e analisar uma ferramenta de transformação de textos escritos por estudantes em mapas cognitivos para fornecer de forma visual, global e sintética, uma visão das principais relações conceituais citadas em um conjunto de textos. A ferramenta foi estruturada em dois momentos: primeiramente os textos foram lidos para a geração de uma matriz de associação que representa as relações encontradas entre cada par de conceitos. Em seguida, as matrizes foram somadas e, a partir da matriz final, foram construídos diferentes tipos de mapas cognitivos. Para o desenvolvimento de tal ferramenta, foram coletados dados na disciplina Introdução ao Ensino de Química do curso de licenciatura em química do IQ-USP. Essa disciplina foi organizada em três módulos denominados: natureza da ciência, concepções de ensino e aprendizagem, e natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da química. No final de cada módulo, foi aplicada uma questão dissertativa com uma lista de conceitos pré-selecionados que objetivava conhecer as relações conceituais expressas pelos estudantes sobre o tema em questão. A partir das respostas dos alunos foram realizados alguns testes: (i) com o software ALA-Reader[®] e os seus modos de leitura L e S para a quantificação das relações entre conceitos presentes nos textos e geração da matriz de associação; (ii) para verificação da influência da natureza dos textos na contabilização das relações entre conceitos e na elaboração dos mapas e (iii) para a obtenção das representações gráficas do tipo vizinho(s) mais próximo(s) e corte percentual representativo. A partir dos testes realizados, foi possível concluir que o modo de leitura S do programa ALA-Reader[®] é mais coerente e deve ser utilizado para a leitura dos textos. Além disso, a matriz de associação gerada depende essencialmente da estrutura do texto em questão – texto original ou texto modificado para proposições, tendo em vista a diferença na contabilização das relações par a par encontradas nos textos. Os dois tipos de redes de conceitos apresentam diferentes focos, porém, podem ser considerados complementares. As

redes vizinho(s) mais próximo(s) se mostraram interessantes para análises que requerem todos os conceitos fornecidos ou almejam buscar as relações feitas por determinados conceitos. As redes com corte percentual representativo apresentaram-se auxiliares para investigações que requeiram fazer um recorte nos pontos considerados principais pelos sujeitos. No decorrer do texto, também são apresentados alguns recursos que podem ser acrescentados nas redes de conceitos para auxiliar as análises, como a inserção das frases de ligação gerando um mapa conceitual ou o destaque dos conceitos centrais nas estruturas. Com o objetivo de ilustrar o uso das representações gráficas construídas, foi feita uma breve interpretação dessas no contexto da disciplina na qual os dados foram coletados. A partir dessa análise, foi possível, por exemplo, elencar as principais ideias explicitadas pelos alunos e relacioná-las ao que foi discutido em sala de aula.

Palavras-chave: Mapas cognitivos. Rede de conceitos. Mapas conceituais. Avaliação do aprendizado.

ABSTRACT

JUNQUEIRA, M. M. **Transforming texts in cognitive maps: development and an application example**. 2013. 165f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

The main objective of this research was to develop and analyze a tool to turn texts written by students into cognitive maps to provide a visual, global and synthetic representation of the key conceptual relationships mentioned in a set of texts. The tool was structured in two phases: first the texts were read to generate a proximity file representing the relationships found between each pair of concepts. Then, the proximity files were added and from the final file different types of cognitive maps were built. For the development of this tool, data were collected in the academic discipline entitled Introduction to Teaching Chemistry, for the degree in Chemistry at IQ-USP. This academic discipline was organized in three modules called: nature of science, conceptions of teaching and learning, and the nature of chemical knowledge and Chemistry learning. At the end of each module, an essay question was applied with a list of pre-selected concepts that aimed to investigate the conceptual relations established by the students on the topic in question. From students' responses some tests were performed: (i) with the ALA-Reader[®] software and its reading modes L and S to quantify the relationships between concepts present in texts and generate the proximity file, (ii) to verify the influence of the nature of the texts in the accounting of the relationships between concepts and in the elaboration of maps, and (iii) to obtain graphical representations of close neighbors type and representative percentage cut. Based on the tests, it was concluded that the mode S of reading of the ALA Reader[®] program is more consistent and should be used for the reading of the texts. Furthermore, the proximity file generated depends essentially on the structure of the text in question - the original text or the modified one for propositions, in view of the difference in the accounting of conceptual relations found in the texts. The two types of networks of concepts have different focuses, however, they can be considered complementary. The close neighbors networks were interesting for analysis which require all concepts provided or aim to seek relations established by certain concepts. Networks with representative percentage cut proved to be auxiliary for those investigations which require a cut in the main points considered by the

subjects. Throughout the text, some features that can be added to the networks to support the analysis are also presented, such as: the insertion of linking phrases generating a concept map or the highlight of the central concepts in the structures. In order to illustrate the use of graphical representations built, a brief interpretation of them was made based on the context of the academic discipline in which the data were collected. This study enabled, for example, the development of a list the main ideas conveyed by students and the possibility to relate them to what was discussed in class.

Keywords: Cognitive maps. Network of concepts. Conceptual maps. Assessment of learning.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	13
Capítulo 1. MAPEAMENTO DE REDES DO CONHECIMENTO: ALGUNS FUNDAMENTOS	15
1.1. Redes de conceitos	24
1.2. Mapas Conceituais	32
Capítulo 2. SENTIDOS DE UM PERCURSO DE INVESTIGAÇÃO	37
2.1. Antecedentes históricos do presente trabalho	38
2.2. Explicitando os objetivos	46
Capítulo 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: BUSCANDO RELAÇÕES ENTRE OS TEXTOS E OS MAPAS COGNITIVOS	47
Capítulo 4. DESENVOLVENDO A FERRAMENTA	64
4.1. Coleta de dados	65
4.2. Obtendo a matriz de associação	71
4.2.1. O funcionamento do ALA-Reader®	74
4.2.1.1. A leitura dos textos pelo ALA-Reader®	78
4.3. Gerando as redes de conceitos	84
4.3.1. Rede de conceitos levando em conta o(s) vizinho(s) mais próximo(s) (V+P).....	84
4.3.2. Rede de conceitos com corte percentual representativo (CPR)	86
4.3.3. Algumas considerações sobre os tipos de redes de conceitos	90
4.4. Análise das matrizes e redes: uma comparação interna	93
4.4.1. Descrição da comparação interna	94
4.4.2. Refletindo sobre a comparação interna	108
4.5. Sistematização do processo de transformação de textos em mapas cognitivos	112
4.5.1. Leitura dos textos e obtenção das matrizes	113
4.5.2. Obtenção das redes de conceitos	114

Capítulo 5. ILUSTRANDO O USO DAS REDES E MAPAS CONCEITUAIS NO CONTEXTO DA DISCIPLINA INTRODUÇÃO AO ENSINO DE QUÍMICA	123
5.1. Módulo <i>Natureza da Ciência</i>	125
5.2. Módulo <i>Concepções de Ensino e Aprendizagem</i>	133
5.3. Módulo <i>Natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da química</i>.....	138
 CONSIDERAÇÕES FINAIS	 146
 REFERÊNCIAS	 150
 ANEXOS	 158
ANEXO A – Redes do módulo <i>Natureza da Ciência</i>	158
I) Rede de conceitos do tipo corte percentual representativo – Textos originais – Modo S	158
II) Rede de conceitos do tipo corte percentual representativo – Proposições – Modo S	159
III) Rede de conceitos do tipo vizinho(s) mais próximo(s) – Textos originais – Modo S	159
IV) Rede de conceitos do tipo vizinho(s) mais próximo(s) – Proposições – Modo S	160
 ANEXO B – Redes do módulo <i>Concepções de Ensino e Aprendizagem</i>	 161
I) Rede de conceitos do tipo corte percentual representativo – Textos originais – Modo S	161
II) Rede de conceitos do tipo corte percentual representativo – Proposições – Modo S	161
III) Rede de conceitos do tipo vizinho(s) mais próximo(s) – Textos originais – Modo S	162
IV) Rede de conceitos do tipo vizinho(s) mais próximo(s) – Proposições – Modo S	162
 ANEXO C – Redes do módulo <i>Natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da química</i>	 163
V) Rede de conceitos do tipo corte percentual representativo – Textos originais – Modo S	163
I) Rede de conceitos do tipo corte percentual representativo – Proposições – Modo S	164
II) Rede de conceitos do tipo vizinho(s) mais próximo(s) – Textos originais – Modo S.....	165
III) Rede de conceitos do tipo vizinho(s) mais próximo(s) – Proposições – Modo S	165

APRESENTAÇÃO

Neste trabalho relatamos o caminho percorrido para o desenvolvimento e análise de uma ferramenta metodológica de transformação de textos escritos por estudantes em mapas cognitivos. O desenvolvimento desta ferramenta é importante para fornecer de maneira gráfica uma visão global das relações entre conceitos mais citadas.

Os mapas cognitivos assim obtidos permitem uma rápida e fácil visualização da estrutura conceitual para um dado conjunto de conceitos; possibilitando ao docente avaliar a aprendizagem dos alunos, fazer julgamentos das suas aulas e planejamento, além de utilizar a própria estrutura como um recurso em sala de aula. Na pesquisa, tal ferramenta pode se tornar um organizador das principais ideias expressas nos textos permitindo uma série de inferências sobre o aprendizado de um determinado tema.

Permito-me ainda nesta apresentação expressar, em primeira pessoa, o meu empenho em trabalhar com as formas gráficas de representação do conhecimento. Fui apresentada a uma dessas estruturas pelo professor Dr. José Guilherme da Silva Lopes em disciplinas de ensino de química. Usávamos os mapas conceituais para sintetizar leituras sugeridas ao longo das disciplinas e como meio de avaliação da compreensão e aprendizagem dos temas abordados. Com o uso dos mapas conceituais percebi o quão importante era esse recurso para me auxiliar na organização conceitual de um tema, facilitando a visualização das principais relações conceituais. Além, de me instigar a buscar pelos principais conceitos, suas relações e possíveis modificações da estrutura ao longo das disciplinas.

Assim, a experiência com o uso dos mapas, embora curta, me deu algum subsídio, um pouco de confiança e muita vontade para inserir na minha investigação de mestrado tal temática. Fiquei encantada com os mapas conceituais e comecei a refletir sobre o uso e aplicabilidade desses no contexto da educação, e a idealizar um trabalho de mestrado, o qual foi pensado e reformulado algumas vezes com a orientação do professor Dr. Flavio Antonio Maximiano.

Diante do exposto organizamos o trabalho realizado na dissertação intitulada *Transformando textos em mapas cognitivos: desenvolvimento e um exemplo de aplicação*. O texto da dissertação está estruturado em cinco capítulos, compreendendo: referencial teórico-metodológico, trajetória do trabalho no âmbito do grupo de pesquisa LAPAQ, desenvolvimento da ferramenta metodológica de transformação de textos escritos por estudantes em mapas cognitivos e, ilustrando o uso dos mapas cognitivos no contexto da disciplina Introdução ao Ensino de Química.

No primeiro capítulo *Mapeamento de redes do conhecimento: alguns fundamentos* é apresentado a compreensão considerada neste estudo para os mapas cognitivos e os referenciais que dão aporte a sua utilização. Em seguida são descritas as estruturas gráficas: *redes de conceitos e mapas conceituais*.

No capítulo seguinte é exposta uma *trajetória dos trabalhos* do grupo de pesquisa LAPAQ – Laboratório de pesquisa do aprendizado em química, que estão relacionados a presente pesquisa. Também foram delineados os *objetivos* que subsidiaram a realização deste trabalho.

No capítulo 3 é apresentada uma *revisão de literatura* que procurou buscar nos encontros internacionais da comunidade de mapas conceituais, os artigos que tinham algum tipo de relação entre textos escritos e mapas cognitivos.

No capítulo *desenvolvendo a ferramenta* buscou-se revelar a trajetória para a sua definição, bem como os critérios utilizados para sua análise. Além de apresentar os resultados das análises feitas e definição da ferramenta, foram indicadas algumas particularidades que devem ser incorporadas no momento de sistematização da ferramenta através de um recurso computacional.

No capítulo, *ilustrando o uso dos mapas cognitivos no contexto da disciplina Introdução ao Ensino de Química*, foram indicadas algumas possibilidades de interpretação das estruturas gráficas em uma situação real.

Também é apresentado o item *conclusões* no qual são explicitadas as principais conclusões decorrentes da pesquisa. Por fim tem-se o conjunto de *referências* citadas no corpo do texto e alguns *anexos*.

Capítulo 1

MAPEAMENTO DE REDES DO CONHECIMENTO: ALGUNS FUNDAMENTOS

Mapa é uma das maneiras mais antigas de que o homem dispõe para representar e comunicar graficamente o ambiente no qual está inserido, o que facilita sua compreensão espacial do meio. Essa forma de representação estática antecede o surgimento da escrita e do sistema numérico sendo utilizada há séculos para retratar os territórios geográficos. Acredita-se que o mapa mais antigo do mundo seja o encontrado em Mezhirich, na remota União Soviética, datado em cerca de 10000 a.C.; este mapa representava o território geográfico que circundava a região na qual foi descoberto (WANDERSEE, 1990).

No decorrer dos anos a humanidade vem utilizando esta ferramenta para conceber suas experiências e retratá-las a fim de que não se tornem incógnitas. Neste âmbito uma grande aplicação dos mapas é utilizá-los para compreender as mudanças de pensamento ocorridas no mundo ao longo do tempo. Exemplificando: uma visualização cronológica de uma sequência de mapas do mundo pode revelar como o conhecimento acerca do mundo natural tem se modificado com o passar dos anos (WANDERSEE, 1990).

Pautado no desenvolvimento de imagens, os mapas se apresentam como ferramentas eficazes na reprodução de uma realidade registrada por processos cognitivos. Como expõe Moreira (1996, p.204), “as imagens (...) correspondem a vistas de modelos: resultantes de percepção ou imaginação, elas representam aspectos perceptíveis dos objetos ou eventos correspondentes do mundo real.” A partir desta concepção, nos dias atuais, os mapas adquirem uma definição mais ampla, sendo caracterizados como instrumentos gráficos que propiciam classificar, representar e comunicar as relações entre elementos de qualquer área do conhecimento (OKADA, 2008). Segundo a autora, “eles trazem um significado de como o mundo pode ser explicado e compreendido” (p.38). Assim, os mapas deixam de ter o papel extensivamente conhecido de representar o espaço físico e começam a ser úteis também para demonstrar o espaço mental. Para esta última função os mapas possuem uma denominação específica: mapa cognitivo.

Os mapas cognitivos estão vinculados ao processo de ensino e aprendizagem, pois segundo algumas correntes “a construção e simulação de modelos mentais constituem um dos principais processos cognitivos subjacente ao raciocínio, à aprendizagem, à compreensão e à comunicação” (OKADA, 2008, p. 42).

De acordo com Okada (2006), os mapas cognitivos referem-se à representação gráfica das estruturas do conhecimento da mente humana delineadas pela proximidade semântica de conceitos e ideias. Bougon (1983) conceitua o mapa cognitivo como um termo genérico utilizado para representar possíveis padrões de relações entre conceitos. Seus elementos significadores são as palavras e frases expressadas por ideias ou definições. Na figura 1 é exposta uma variedade de mapas cognitivos, sua denominação e os autores aos quais estão associados.

Figura 1. Exemplos de mapas cognitivos, baseada em Okada (2008).

Os mapas mentais foram desenvolvidos por Tony Buzan no início dos anos 70 com a finalidade de registrar o pensamento de maneira mais criativa, flexível e não linear (BUZAN, 2005). Essas estruturas são construídas a partir da emergência de palavras chave associadas à imagem e cores possibilitando a memorização, reorganização, reconfiguração fácil e mais rápida de ideias (OKADA, 2008). Os mapas mentais começam a ser elaborados com uma imagem que deve refletir a ideia central. A partir desta imagem são conectadas palavras e utilizadas muitas cores e ilustrações como pode ser observado na figura 2.

Figura 2. Mapa mental de uma situação de aprendizagem escolar no âmbito da geografia. Extraído de Hermann e Bovo (2005, p. 22).

O mapa mental (Figura 2) faz parte de uma série de mapas apresentados como exemplo no terceiro capítulo do livro “Mapas Mentais – Enriquecendo Inteligências” (HERMANN; BOVO, 2005) disponibilizado gratuitamente na Internet, sobre o uso de mapas mentais como ferramenta de gerenciamento de informações e desenvolvimento de habilidades cognitivas. Este capítulo apresenta os mapas mentais e aplicações desses em diferentes contextos valorizando e justificando o seu uso.

Numa outra perspectiva, os mapas argumentativos surgiram na área de direito com o objetivo de mapear a estrutura da argumentação. Logo, nesses mapas são identificados os pressupostos, razões e objeções que constituem os argumentos de determinado assunto (VAN GELDER, 2002). A análise das conexões apresentadas no mapa contribui para compreender a estrutura lógica do argumento, avaliar a coerência e reestruturar o pensamento visando o aprimoramento (OKADA, 2008).

Para a construção dos mapas argumentativos pode ser utilizado o software Reason!Able[®], descrito no artigo de Van Gelder (2002). Com o intuito de explicar o funcionamento e maneiras de explorar o software foi trazido um exemplo de mapa argumentativo, o qual está ilustrado na figura 3. Este mapa reflete o raciocínio utilizado por Aristóteles sobre a ideia de que as cobras não possuem membros. No trabalho foi destacada a importância de identificar a estrutura da argumentação através de cores distintas na representação gráfica. Observando a figura 3 nota-se a presença de três cores (branco, verde e vermelho) que designam respectivamente, o problema, as razões e as objeções.

Figura 3. Exemplo de mapa argumentativo retirado de Van Gelder (2002, p.86). Este mapa apresenta o raciocínio argumentativo de Aristóteles com relação à alegação de que as cobras não devem ter pernas, baseada na Marcha dos Animais. *Tradução nossa.*

Por sua vez, os mapas dialógicos são estruturas construídas ao longo de uma discussão ou conversa orientada por perguntas, posicionamentos e argumentos para solucionar um problema (CONKLIN, 2006). Nesse sentido, a conversa é guiada pela visualização do mapa que representa o diálogo, ou seja, simultaneamente a discussão há elaboração do mapa que fornece informações a serem refletidas no próprio diálogo. “Esses mapas são úteis para compreensão de assuntos complexos e também para tomadas de decisão” (OKADA, 2008, p.46).

Para uma situação hipotética, ambientada em uma reunião empresarial, onde há necessidade de tomada de decisão, o uso dos mapas dialógicos pode ser importante e útil para nortear as discussões. No livro intitulado *Dialogue Mapping* é descrita uma experiência nesse contexto (CONKLIN, 2006). Inicialmente a pauta da reunião é projetada na forma de um mapa dialógico (Figura 4) que vai orientar as discussões, e este vai sendo reorganizado ao longo das conversas. Ou seja, durante a reunião o mapa vai sendo modificado com a inclusão de pontos considerados importantes.

Figura 4. Pauta de uma reunião representada por um mapa dialógico. (CONKLIN, 2006, p. 69. Tradução nossa)

Através da observação da figura 4, projetada no início da reunião, um dos participantes questionou o fato de não estar incluído na pauta a ideia de um produto novo. Dessa maneira foi adicionado um novo item na pauta denominado “*Quais novos produtos poderiam ser considerados?*”, como um quarto tópico a ser discutido. Dessa maneira, durante a reunião uma série de mapas foram sendo construídos ao longo das discussões, especificamente um para cada tópico apresentado na figura 4. Para o tópico sobre produtos novos, no fim de suas discussões obteve-se o mapa da figura 5.

Figura 5. Mapa dialógico sendo reorganizado por intermédio das discussões ao longo da reunião. Esse segundo começa a ser construído devido a uma angústia de um dos participantes com relação a falta de um tópico na pauta sobre lançamento de novos produtos. (CONKLIN, 2006, p. 81. *Tradução nossa*)

Em outro contexto foram desenvolvidos os mapas web, que representam redes de informações e documentos da internet podendo assim organizar informações de um site, facilitar o mapeamento de páginas da web e representar a trajetória de navegação, ou seja, o caminho de pesquisa na web utilizado pelo sujeito (KITCHIN; DODGE, 2001). Esses mapas fornecem uma informação visual que permite saber “onde estamos” e de “onde surgimos” durante um período de navegação no ciberespaço (OKADA, 2008). A visualização e flexibilidade destes mapas podem ser úteis para “representar trajetórias de pesquisa, planejar estudos, identificar facilmente conceitos-chave e as relações entre eles e permitir visualização gráfica facilitando a produção do conhecimento” (OKADA, 2008, p. 47).

Considerando o site de uma biblioteca poderia ser desenhado o mapa web ilustrado na figura 6. Nesta estrutura são apresentados os principais links presentes no site de maneira a organizá-lo, além de permitir aos usuários visualizar as informações facilitando sua busca. A partir do mapa web é possível ter acesso aos diferentes links.

Figura 6. Mapa web ou mapa do site de uma biblioteca.

Por outro lado, os mapas conceituais foram desenvolvidos por Novak e colaboradores em um contexto educacional fundamentados na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (NOVAK; CAÑAS, 2007). Essas estruturas representam conceitos e suas relações através de frases de ligação. O conjunto, conceito – frase de ligação – conceito, denominado proposição é a parte fundamental que caracteriza este tipo de mapa.

As redes de conceitos (SCHVANEVELDT; DURSO; DEARHOLT, 1989) foram desenvolvidas primeiramente para os estudos ligados a inteligência artificial, no entanto foram (SCHVANEVELDT; DURSO; DEARHOLT, 1989) e ainda hoje são (CASAS-GARCÍA; LUENGO-GONZÁLEZ, 2012; CLARIANA; TARICANI, 2010) utilizadas em algumas pesquisas educacionais com o objetivo de destacar as principais relações expressas por estudantes. Nesse tipo de mapa cognitivo são apresentados alguns conceitos e suas conexões através de uma estrutura gráfica representada por uma rede¹.

¹ As redes de conceitos e os mapas conceituais são objetos de estudo do presente trabalho, portanto uma explicação mais detalhada destes tipos de mapas cognitivos será feita nos subitens 1.1 e 1.2, respectivamente.

Observa-se das figuras (2 a 6 - as que ilustram os mapas) que os elementos que compõe os diferentes tipos de mapas cognitivos são variados e podem ressaltar distintos aspectos da compreensão. Para cada tipo de mapa cognitivo apresentado na figura 1 existe uma correspondente técnica de mapeamento ou de construção desta estrutura gráfica.

As técnicas de mapeamento cognitivo têm sua importância explicitada nos dizeres dos psicólogos cognitivos que consideram a estrutura como a essência do conhecimento (ANDERSON, 1984). A estrutura do conhecimento refere à organização das informações na mente humana, sendo estas as relações significativas entre conceitos, ou seja, relações entre conceitos importantes usadas pelo sujeito para exprimir significados (CLARIANA, 2010a; SHAVELSON; RUIZ-PRIMO; WILEY, 2005). As estruturas do conhecimento representam relações conceituais, as quais são à base da construção e compreensão de um campo de conhecimento (MOREIRA, 2010).

Tendo como ideia geral que o aprendizado esta relacionado com uma reorganização de conexões significativas entre conceitos na mente do sujeito, onde novos conceitos se relacionam com os já existentes, constituindo assim uma estrutura conceitual mais coerente e ampla, no presente trabalho, serão destacados os mapas cognitivos denominados redes de conceitos e mapas conceituais, pois ambos valorizam os conceitos em si e as relações existentes entre os mesmos.

1.1. Redes de conceitos

Realça-se, dentre as técnicas de mapeamento cognitivo, a técnica de organização do conhecimento que gera as estruturas denominadas rede de conceitos, termo composto cujo significado pode ser inferido a partir de seus termos simples. As redes e alguns recursos computacionais, que automatizam sua elaboração, foram desenvolvidos primeiramente para os estudos ligados a inteligência artificial, porém algumas versões tem sido aplicadas em outras áreas como na educação (CASAS-GARCÍA; LUENGO-GONZÁLEZ, 2012; CLARIANA; WALLACE; GODSHALK, 2009; DUNLAP; GRABINGER, 1994; SCHVANEVELDT; DURSO; DEARHOLT, 1989).

As redes de conceitos são construídas baseadas na teoria dos grafos²; portanto revelam entidades, como nós nas redes, e relações entre entidades, como conexões entre nós (SCHVANEVELDT; DURSO; DEARHOLT, 1989).

Figura 7. Exemplo de uma rede de conceitos produzida pelo Pathfinder^{®3}, com o algoritmo também chamado Pathfinder, a partir de um texto escrito por um estudante sobre ‘Como se faz ciência’.

Pode-se observar (Figura 7) que uma rede de conceitos é uma representação, bidimensional, que retrata uma série de conceitos relacionados entre si. Cada conceito é simbolizado como um nó na rede, e as ligações entre os nós refletem alguma característica dos dados que a originaram e evidenciam as possíveis relações entre os conceitos (SCHVANEVELDT; DURSO; DEARHOLT, 1989). Para a construção das redes de conceitos o procedimento essencialmente consiste em reduzir um grafo completo, onde todos os nós (conceitos) estão relacionados entre si, a fim de se obter um grafo que represente apenas as relações mais importantes, de acordo com os dados.

No cenário educacional, interesse deste trabalho, as redes são assumidas

² Grafo é um objeto matemático (ou uma estrutura matemática) formada por dois conjuntos. O primeiro deles é chamado de V (conjunto dos vértices) e o outro é um conjunto de relações entre vértices chamado de E (conjunto de arestas) (BOAVENTURA NETTO; JURKIEWICZ, 2009).

³ Recurso computacional com algoritmos próprios para construção de redes de conceitos (SCHVANEVELDT; DEARHOLT; DURSO, 1989).

como uma notação gráfica de representação do conhecimento que reflete numa interpretação para cada conjunto de conexões, ou seja, o significado do conceito é determinado pelas conexões feitas com os outros termos (SCHVANEVELDT; DURSO; DEARHOLT, 1989). Salienta-se também a importância atribuída por alguns autores às distâncias entre os conceitos relacionados, pois estas têm um potencial de revelar informações pertinentes para inferência e compreensão (CLARIANA; TARICANI, 2010).

Dentre os algoritmos disponíveis para elaboração de redes conceituais, ou seja, maneiras de limitar as conexões expostas no grafo, o tipo Pathfinder apresenta-se em destaque, pois tem sido utilizado amplamente em diferentes campos (CAÑAS et al., 2001; CASAS-GARCÍA; LUENGO-GONZÁLEZ, 2005; CARVALHO et al., 2010). Este algoritmo compõe o recurso computacional também chamado de Pathfinder® (SCHVANEVELDT; DEARHOLT; DURSO, 1989), no qual a rede de conceitos é gerada a partir de uma matriz de associação entre conceitos, que apresenta, para cada par de conceitos, um valor numérico que simboliza o grau de similaridade (proximidade) ou dissimilaridade (distância) entre os mesmos. Na figura 8 é exposto um exemplo de matriz de associação, composta por quatro conceitos e alguns números que refletem nas proximidades consideradas. Nessa matriz, os valores mais altos referem-se às relações entre conceitos que possuem maior proximidade.

	Árvore	Flor	Jardim	Água
Árvore	--			
Flor	7	--		
Jardim	5	5	--	
Água	4	4	0	--

Figura 8. Exemplo de uma matriz de associação.

Uma matriz desta natureza normalmente é obtida através de julgamentos

de similaridade entre conceitos distintos. Esses julgamentos são realizados através de comparações e classificações de relações entre conceitos. Os testes mais comuns são (CLARIANA, 2010b):

(a) associação de conceitos. Nesse teste os indivíduos são requisitados a indicar o quão relacionado estão dois conceitos por meio de uma escala de pontuação de proximidade conceitual. Portanto, considerando os quatro conceitos apresentados na figura 8, o sujeito vai ser requisitado a indicar a proximidade entre estes através de uma escala numérica. A figura 9 apresenta o teste para os conceitos árvore e flor, sendo o numeral zero indicativo de nenhuma proximidade. Nota-se que foi atribuída uma proximidade igual a sete para a relação entre os conceitos.

Figura 9. Teste de associação de conceitos.

(b) *list-wise*, nesse teste o participante enxerga um termo destacado no lado esquerdo e uma lista com outros termos no lado direito. Em seguida, é solicitado que o participante escolha o termo presente na lista que mais se relaciona com o termo destacado. Na figura 10 pode ser observada uma simulação deste teste para o conceito em destaque árvore.

Figura 10. Teste *list – wise*.

Primeiramente o sujeito enxerga o termo árvore em destaque e uma lista com outros termos. Em seguida, é solicitada a escolha do termo da lista que está mais próximo de árvore, nesse caso foi considerado o conceito flor.

(c) *sorting task ou clustering*, teste onde os sujeitos enxergam todos os termos dispostos de forma aleatória e são requisitados a arrastar os conceitos relacionados de modo a ficarem mais próximos, e o inverso para os termos com pouca ou nenhuma relação (CLARIANA, 2010b; CLARIANA; WALLACE, 2006). A figura 11 ilustra uma simulação desse teste para os conceitos: árvore, água, jardim e flor. Observa-se que os conceitos flor e árvore foram considerados os de maior proximidade, em contra partida jardim e água os de menor proximidade.

Figura 11. Teste sorting task ou clustering

Os dados para a construção de redes de conceitos, de modo geral, são gerados por meio dos testes de julgamento de similaridade descritos anteriormente.

As redes conceituais têm sido utilizadas em distintas investigações. Nesta linha, Casas-García e Luengo-González (2005) realizaram um estudo descritivo da evolução do conceito 'ângulo' fundamentado na teoria dos conceitos nucleares⁴ (CASAS GARCÍA; LUENGO GONZÁLEZ, 2004). Os dados foram obtidos aplicando testes de associação de conceitos com escala de proximidade conceitual e posterior

⁴ A teoria dos conceitos nucleares foi desenvolvida por Casas (2002) a partir de sua tese de doutoramento fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Os principais elementos que caracterizam a teoria dos conceitos nucleares são:

- a) *Organização geográfica do conhecimento.* A aquisição geral do conhecimento e o seu armazenamento na estrutura cognitiva seguem um processo análogo ao do conhecimento do meio físico. Como exemplo, ao conhecer uma cidade primeiramente há conhecimento de marcos, tais como edifícios ou paisagens características; posteriormente conhecimento de caminhos que ligam os marcos; por fim, integra-se os marcos aos caminhos, possibilitando a escolha do caminho que melhor convém. Em uma situação nova de aprendizagem, semelhantemente, o aluno vai recorrer aos aspectos que lhe chamaram a atenção, que não são necessariamente os conceitos fundamentais de determinando conteúdo. Em seguida, vai estabelecer caminhos, ou seja, relações entre os conceitos. E finalmente, há aquisição do conjunto, momento em que o aluno reconhece a relação existente entre os caminhos.
- b) *Noção de conceitos nucleares.* São conceitos que servem de ligação na estrutura cognitiva do aluno, e nem sempre correspondem aos conceitos mais importantes. São os conceitos (marcos) que chamam a atenção do aluno. Nessa perspectiva os autores defendem que os conhecimentos não vão se organizando a partir dos conceitos mais gerais até os mais específicos. Recorrendo a uma analogia: primeiro são reconhecidas marcas da paisagem, depois caminhos e por fim uma visão geral do mapa.
- c) *Noção de atalhos de menor custo.* Os autores defendem que em uma determinada situação que requer o uso de aprendizagens adquiridas, ao invés de utilizar todas as ligações entre os conceitos, o aluno recorre as ligações mais simples, tornando-se as mais significativas. Esse processo foi denominado como atalhos de menor custo.

elaboração de redes conceituais Pathfinder; para o teste aplicado foram eleitos 11 conceitos associados à temática.

Nesta investigação foram construídas redes individuais de 458 alunos espanhóis, dos quais 440 eram estudantes que estavam entre o 3º ano da educação primária até o 4º ano da educação secundária; e 18 estudantes que cursavam a graduação em Matemática. A análise das redes centrou-se em identificar os principais nós (conceitos) explicitados nas redes. Na discussão foi destacado que na estrutura cognitiva dos alunos existem três conceitos que parecem ser mais significativos: sentido horário, ângulo e lados do ângulo, sendo o primeiro apenas um exemplo utilizado durante o ensino, porém é o mais largamente utilizado.

As redes de conceitos, nesse caso, permitiram listar os principais conceitos citados pelos alunos em função do ano de escolaridade. Além de possibilitar uma comparação de como a estrutura cognitiva envolvendo o conceito 'ângulo' evoluiu nos indivíduos das distintas idades pesquisadas. No trabalho foi assinalada a existência de poucas investigações na área de ciências e matemática que utilizam técnicas de representação do conhecimento.

Por sua vez, o estudo de Carvalho et al. (2010) buscou compreender o conhecimento das operações multiplicação e divisão de 23 alunos do 4º ano de escolaridade de Portugal. Foi aplicado um teste de associação de conceitos aos alunos no início e no final do ano letivo que originaram as redes conceituais tipo Pathfinder. Essas redes foram comparadas com a do professor indicando que os alunos que tem uma rede mais próxima desse profissional possuem um nível maior de conhecimento no referido domínio. Qualitativamente, os conceitos em maior evidência no pré-teste foram: dividir, multiplicar e múltiplo. E no pós-teste distribuir e duplicar / triplicar. A modificação das redes e o aparecimento de conceitos fundamentais ao tema no pós-teste evidenciaram que a turma apresentou uma estrutura conceitual mais consistente.

Perante os resultados as redes de conceitos constituíram um método simples, rápido e eficaz para identificar os conceitos estruturadores do conhecimento dos alunos, permitindo ainda conhecer a evolução das redes de conhecimento dos alunos em distintas situações.

Também são encontradas algumas investigações que vêm agregando em suas análises diferentes formas de representação do conhecimento, elaboradas a partir de uma matriz de associação. Em conjunto as redes de conceitos são

integradas análises estatísticas como: análise multidimensional e análise de clusters⁵ que permitem agrupar os conceitos mais próximos, respectivamente, em espaços bi ou multidimensionais. Como tais técnicas não são objeto deste trabalho, não serão apresentados aqui seus princípios.

Antunes (2010) desenvolveu um trabalho que objetivava estudar a estrutura e evolução dos conceitos relacionados à 'trigonometria' utilizando técnicas de representação; além de analisar a combinação de diferentes métodos de extração e representação da estrutura cognitiva. Para tal, participaram 395 alunos, que cursavam entre o 10º e 12º anos do ensino escolar secundário de Portugal. Os dados foram recolhidos em três etapas: 1) realização de um teste de associação de conceitos no Pathfinder®; 2) aplicação da técnica *cardsorting*⁶; e 3) novamente um teste de associação de conceitos no Pathfinder®. Em todas as etapas foram utilizados 11 conceitos selecionados previamente e geradas matrizes de associação.

De posse das matrizes, foram aplicadas as técnicas de representação: análise multidimensional, análise de clusters e redes de conceitos Pathfinder. A análise foi feita considerando os anos escolares e o gênero, e utilizou tratamentos estatísticos para comparar as diferentes técnicas no que diz respeito às disposições dos conceitos. Os resultados revelaram que as estruturas conceituais associadas ao conceito de trigonometria para os estudantes de diferentes anos escolares e gênero, de modo geral, refletiram que os conceitos que se destacaram na estrutura cognitiva dos alunos, pela sua maior ou menor importância foram os mesmos.

A integração de duas formas de extração do conhecimento – *cardsorting* e teste de associação de conceitos – e três técnicas de representação – análise multidimensional, análise de clusters e redes Pathfinder – foi caracterizada como complementar e propiciou uma ampla análise sobre o conhecimento específico.

Utilizando uma metodologia semelhante, ainda que aplicado a um campo de investigação diferente, Cañas et al. (2001) realizaram um trabalho para julgar o conhecimento de usuários sobre termos da linguagem bancária, para futura construção de um site. Foi aplicado um teste de associação de conceitos

⁵ Como exemplo do uso dessas técnicas tem-se os trabalhos dos pesquisadores Greca e Moreira (2001), e Santos e Moreira (1980).

⁶ *Cardsorting* é uma técnica de associação de palavras, onde o sujeito é solicitado a agrupar livremente os conceitos, selecionados previamente, em grupos que refletem suas proximidades.

contemplando 27 conceitos a 13 funcionários bancários. A partir das matrizes individuais foi obtida uma matriz média que foi submetida às análises: multidimensional, de clusters e Pathfinder. Os autores concluíram que é possível aplicar as três técnicas de análise para obter uma estimativa da estrutura mental que um grupo de experientes tem sobre determinado conteúdo, e que cada técnica contribui com algumas informações diferentes que se complementam. A análise pelas diferentes técnicas foi importante para fornecer uma visão mais ampla e dispor de um número maior de informações para o programador, auxiliando na construção do site.

1.2. Mapas Conceituais

Retomando a figura 1, destaca-se, dentre as técnicas de mapeamento, que permitem a construção de redes de conhecimento, o procedimento de mapeamento conceitual elaborado por Joseph Novak e sua equipe na Universidade de Cornell. Esta técnica, amplamente difundida, originou as estruturas denominadas por mapas conceituais.

Historicamente os mapas conceituais foram criados pela busca de uma melhor forma de representar as mudanças conceituais dos alunos ocorridas ao longo de um estudo longitudinal de doze anos (NOVAK; CAÑAS, 2006). Ao transcrever as entrevistas, o grupo de pesquisa observou que as proposições explicitadas pelos estudantes eram usualmente modificadas, aprimoradas ao longo do tempo, entretanto era complicado visualizar especificamente como estas estruturas mudavam devido à enorme quantidade de transcrições (NOVAK, CAÑAS, 2007). Assim, foram exploradas várias alternativas e também revistas as ideias de desenvolvimento cognitivo de David Ausubel.

Em meio às discussões, foi pensado na ideia de traduzir as transcrições das entrevistas em estruturas gráficas que demonstrariam os principais conceitos citados pelos entrevistados e as relações entre os mesmos. Logo, a ferramenta denominada mapa conceitual foi edificada em meio a esta problemática no ano de 1972 (NOVAK; CAÑAS, 2006).

Os mapas conceituais apresentam de forma explícita conceitos e suas relações, através de proposições, de modo a propiciar a visualização de uma

estrutura organizacional para um determinado assunto. Para Novak e Gowin (1984), proposições são dois ou mais rótulos conceituais ligados por uma ou mais palavras, formando uma unidade semântica. Esquemáticamente a proposição é constituída pelos elementos indicados na equação do quadro 1.

Conceito inicial + termo de ligação + Conceito final = proposição

Quadro 1. Estrutura de uma proposição.

As proposições são as unidades fundamentais dos mapas conceituais. São úteis para explicitar o significado das relações e possibilitam uma rápida e fácil visualização de inconsistências conceituais. Na figura 12 é aduzido um exemplo de mapa conceitual composto por um conjunto de proposições. Ainda é válido destacar que o mapa é um instrumento versátil que pode incluir em sua estrutura, além de palavras: cores, figuras e outros elementos para dar alguma ênfase desejada.

Figura 12. Mapa conceitual produzido por um aluno do ensino superior durante estudo piloto realizado por CAVALCANTI (2011, p.31) a partir de uma lista de conceitos previamente fornecida cuja tarefa era representar tudo o que o mesmo sabia a respeito do tema equilíbrio químico.

No mapa da figura 12, as setas indicam a direção de leitura das proposições. Os conceitos estão dispostos dentro de caixas e as frases de ligação no meio das setas. Estruturalmente o mapa conceitual pode ser compreendido como um grafo composto por nós (vértices) e arcos (arestas). Os nós representam os conceitos e os arcos representam as relações entre os nós, ou seja, as frases de ligação.

Como não buscam classificar conceitos, mas sim relacioná-los, os mapas conceituais não devem ser confundidos com organogramas ou diagramas de fluxo que implicam sequência, temporalidade ou direcionalidade; nem hierarquias organizacionais ou de poder (MOREIRA, 2003). Embora seja um instrumento flexível, existem algumas regras para a elaboração de um mapa conceitual. Em geral, são:

- procure responder uma pergunta focal; a pergunta deve deixar claro o objetivo do mapa.
- faça uma lista de palavras (conceitos).

- c) distribua os conceitos de forma hierárquica; na concepção proposta por Novak o mapa deve ser hierárquico, porém atualmente alguns autores não consideram fundamental dispor os conceitos hierarquicamente.
- d) una os conceitos com setas e escreva sobre as mesmas as frases de ligação que devem conter ao menos um verbo; cada proposição deve carregar consigo uma relação de significado. Porém, no mapa da figura 12 podem-se observar algumas proposições que são insuficientes para o entendimento, ou requerem a leitura de outras proposições para proporcionar a correta compreensão.
- e) procure ligações cruzadas.
- f) refaça o mapa.

Nos trabalhos encontrados na literatura, além das sugestões explicitadas acima, encontram-se diferentes maneiras de construir os mapas conceituais como: (a) solicitação para elaborar o mapa a partir de uma lista de conceitos definida, (b) requisição para completar os conceitos faltantes na estrutura e, (c) solicitação para preencher as frases de ligação (RUIZ-PRIMO; SCHULTZ; SHAVELSON, 2001). Todas estas técnicas são diretas, mas também podem ser utilizadas técnicas indiretas como construção dos mapas a partir de entrevistas (NICOLL, 2001). O supramencionado demonstra a existência de algumas diversidades na obtenção dos mapas conceituais que podem levar a elaboração de estruturas que fornecem informações diferentes (RUIZ-PRIMO, 2004).

Os mapas conceituais têm uma vasta aplicação, e podem ser utilizados, por exemplo, para organizar o saber e auxiliar: os pesquisadores no desenvolvimento de suas investigações, os estudantes no aprofundamento de suas aprendizagens e, docentes na avaliação e reconstrução de suas práticas pedagógicas (OKADA, 2006). Podem propiciar esclarecimento do pensamento (BRNA et al., 2001), desenvolver a aprendizagem significativa por meio de associações de conhecimentos prévios e novos conhecimentos (NOVAK, 1998) e, a reflexão crítica através da indagação, argumentação e ligações com fatos (OKADA; BUCKINGHAM SHUM; SHERBORNE, 2008).

Os mapas conceituais evoluíram como uma técnica de representação do conhecimento e suas utilidades foram se diversificando nas diferentes áreas do conhecimento, como pode ser visto nos mais de 700 trabalhos apresentados nas

cinco reuniões internacionais sobre mapas conceituais⁷. A expansão do uso dos mapas conceituais está relacionada, principalmente com o desenvolvimento do programa computacional *Cmap Tools*, recurso reconhecido mundialmente como facilitador na construção das estruturas, pois possibilita alterações em momentos e locais distintos (CAÑAS et al., 2004; NOVAK; CAÑAS, 2010).

Dentre as funcionalidades é válido ressaltar o uso dos mapas conceituais como ferramenta de avaliação do processo de ensino e aprendizagem. Vários trabalhos publicados (TOIGO; MOREIRA, 2008; ARAÚJO; MENEZES; CURY, 2002; LOMASK et al., 1992; RUIZ-PRIMO; SHAVELSON, 1996) constataram que estes mapas favorecem a avaliação, pois, permitem ao docente a captação dos significados explicitados pelos alunos, por meio da identificação e análise das relações, juntamente com um diagnóstico mais completo dos erros conceituais. Em decorrência, os mapas podem prover indicadores mais concisos para a reelaboração do trabalho pedagógico, para a regulação do ensino e para uma ampliação da participação dos alunos no processo de aprendizagem (SOUZA; BORUCHOVITCH, 2010).

Diante do discorrido até o momento pode-se perceber que os mapas conceituais e redes de conceitos são técnicas muito versáteis que podem ser aplicadas em um contexto amplo de situações. Do mesmo modo, são técnicas práticas por possibilitarem sua construção de inúmeras maneiras, em consequência das várias abordagens que podem explicitar relações entre conceitos. Neste trabalho enfatizar-se-á a elaboração de textos como forma de explicitar as relações conceituais.

⁷ As reuniões dessa comunidade são denominadas *Concept Mapping Conference* – CMC e aconteceram em:

(2004) Pamplona, Espanha;

(2006) São José, Costa Rica;

(2008) Tallin, Estônia e Helsinque, Finlândia;

(2010) Viña Del Mar, Chile;

(2012) Valleta, Malta.

O próximo CMC será no ano de 2014 em São Paulo, Brasil.

As informações sobre todas as edições do CMC podem ser acessadas no site: <http://cmc.ihmc.us/>

Capítulo 2

SENTIDOS DE UM PERCURSO DE INVESTIGAÇÃO

2.1. Antecedentes históricos do presente trabalho

O grupo *LAPAQ* – Laboratório de Pesquisa do Aprendizado em Química, sob coordenação do professor Dr. Flavio Antonio Maximiano tem como interesse de pesquisa: mapeamento conceitual e, processos de ensino e aprendizagem de conceitos químicos no ensino médio e ensino superior. Inserido neste grupo, o presente trabalho vem abordando algumas definições e características gerais do mapeamento conceitual. E possui como objetivo principal apresentar o desenvolvimento e a análise de uma ferramenta metodológica de mapeamento conceitual envolvendo a transformação de textos escritos por estudantes em mapas cognitivos.

Acredita-se que o desenvolvimento de uma ferramenta metodológica, que tem como material de partida textos escritos e finalize com a obtenção de uma representação gráfica, seja importante para fornecer de forma visual, global e sintética, uma visão dos padrões de pensamento relacionados ao domínio investigado assinalando as principais relações conceituais. Destaca-se que estabelecer relações entre conceitos é fundamental para apontar a compreensão de determinado domínio (MOREIRA, 2008).

A transformação dos textos em mapas se justifica, pois embora ambos possam transmitir adequadamente às informações, as representações gráficas são mais eficientes por possibilitar aos sujeitos a construção de significados mais complexos e a integração do conhecimento, explicitamente, através de um recurso visual (VERIKI, 2002). Dessa maneira, a ferramenta possibilita a releitura ou ressignificação dos conteúdos textuais através de uma representação gráfica (KOWATA; CURY; BOERES, 2012).

A aplicabilidade da ferramenta é ampla, podendo ser usada na pesquisa em ensino e na própria prática docente, pois a representação obtida permite estabelecer inferências relativas à estrutura de conhecimento de um sujeito ou grupos de estudantes. De antemão identifica-se a possibilidade de um pesquisador estabelecer diferentes comparações no decorrer de sua pesquisa, como por exemplo, realizar estudos longitudinais sobre uma temática. As representações também tem o potencial de ampliar o acesso aos materiais durante uma pesquisa, na medida em que apresentam marcas visuais que permitem guiar uma seleção ou categorização. Já no âmbito do ensino, o professor pode através da representação

conhecer as relações entre conceitos mais importantes para um grupo de alunos podendo, desta maneira, organizar os conceitos de uma aula e estruturar o conteúdo de uma disciplina, além de utilizar a ferramenta como um meio para avaliar a aprendizagem.

Neste contexto, as investigações do grupo, nesta linha de pesquisa começaram a ser realizadas a partir do trabalho de Martins e Maximiano (2008). O trabalho mencionado objetivava obter um mapa conceitual que representasse as ideias dos estudantes a partir de textos escritos pelos mesmos. Assim, os estudantes foram requisitados a escrever um parágrafo para explicar o questionamento: *Como se faz ciência?* utilizando uma lista prévia de 13 conceitos selecionados de acordo com sua importância na temática. Sendo eles: ciência, conclusão, observação, verdade, modelo, experimentação, comprovação, dados, hipóteses, fatos, teorias, resultados e previsões. Os conceitos poderiam ser utilizados em sua totalidade ou parcialmente, ficando a critério do estudante.

A aplicação de um questionário constituído por uma pergunta ampla e alguns conceitos pré-selecionados atende o objetivo de conhecer as relações entre os conceitos considerados mais importantes na temática, e vem de uma necessidade para a construção do mapa conceitual, que requer alguns conceitos chaves para serem destacados na composição da estrutura gráfica.

Após os 51 estudantes de um curso de graduação em química elaborar suas respostas, estas foram tratadas pelos pesquisadores de modo a extrair as proposições com as relações explicitadas de cada texto. Ou seja, de cada texto foram extraídas manualmente as proposições (orações) que continham as relações explícitas entre dois conceitos fornecidos. Em seguida, as proposições de cada texto foram organizadas, também manualmente, em matrizes que representam os conceitos utilizados e as relações entre os mesmos. Cada relação entre dois conceitos presente em um texto era marcada na matriz com o numeral um, por outro lado quando a relação entre os conceitos não era citada marcava-se na matriz o numeral zero. A figura 13 traz um exemplo de um texto já no formato propositivo e a sua respectiva matriz de associação.

Figura 13. (A) Exemplo do procedimento adotado para explicitar as relações entre os conceitos fornecidos aos alunos. O texto é organizado de forma sintética com os conceitos em caixas e com a frase de ligação indicando a conexão estabelecida. (B) Matriz de associação para o fragmento de texto.

As matrizes de todos os textos foram somadas indicando o número total de relações encontradas. Para tanto, foram somados os valores de cada coluna contabilizados nas matrizes de associação individuais. Dessa maneira, os textos foram transformados em uma matriz de associação do grupo (Figura 14).

TOTAL	ciência	conclusão	observação	verdade	modelo	experimentação	comprovação	dados	hipóteses	fatos	teorias	resultados	previsões
ciência													
conclusão	0												
observação	21	1											
verdade	4	1	1										
modelo	3	6	10	11									
experimentação	6	3	10	1	14								
comprovação	0	6	5	4	8	12							
dados	2	2	9	1	8	20	3						
hipóteses	6	5	16	2	9	9	14	10					
fatos	9	2	26	1	7	6	5	2	10				
teorias	7	8	13	8	17	12	13	9	11	5			
resultados	0	8	4	2	4	24	8	7	2	2	2		
previsões	2	0	4	0	11	4	4	4	4	4	6	6	

Figura 14. Matriz de associação do grupo representando a somatória das 51 matrizes criadas para contagem do número de relações entre os conceitos fornecidos. Em destaque as relações presentes em pelo menos 20% da amostra. (MARTINS; MAXIMIANO, 2008)

A partir da matriz de associação do grupo foram selecionadas as relações mencionadas por pelo menos 20% do grupo (10 estudantes) para a elaboração do mapa conceitual. O mapa conceitual aduzido na figura 15 representa em termos de proposições, as relações entre os conceitos que mais apareceram em todos os textos dos alunos.

Figura 15. Mapa conceitual obtido utilizando relações que aparecem em mais de 20% dos questionários. Extraído de Martins e Maximiano (2008).

Cavalcanti e Maximiano (2009) também desenvolveram um trabalho onde houve a elaboração de um mapa conceitual da turma, porém, nesse caso o mapa da turma foi construído a partir de mapas conceituais individuais. A investigação tinha o objetivo de comparar a estrutura conceitual dos sujeitos investigados, sendo dois grupos distintos de estudantes de química em nível superior. Portanto, foram obtidos dois mapas conceituais, um para cada grupo ou turma.

Os alunos participaram de uma aula de apresentação dos mapas conceituais, e em aula posterior, foi entregue aos mesmos uma folha com informações sobre a construção dessas estruturas e uma lista de 36 conceitos sobre equilíbrio químico. Assim, foi solicitado que os alunos fizessem um mapa conceitual que representasse tudo que conheciam sobre o equilíbrio químico utilizando os

conceitos fornecidos.

Cada mapa conceitual individual construído foi transformado em uma matriz de associação, na qual, para cada par de conceitos que formam uma proposição foi atribuído o valor numérico 1. Por exemplo, se no mapa individual há formação de uma proposição entre os conceitos cinética e catalisador marca-se na matriz a intersecção da linha correspondente ao conceito cinética com a coluna correspondente ao conceito catalisador.

Após todos os mapas serem transformados manualmente em matrizes, essas foram somadas resultando em uma matriz de associação do grupo que indica o número total de relações para cada par de conceitos. Nesse trabalho foram obtidas duas matrizes de associação do grupo, afinal os sujeitos investigados foram divididos em dois grupos de estudantes.

Observando as matrizes de associação dos grupos, os mapas conceituais foram construídos levando em consideração as relações entre conceitos que apareceram em 25% ou mais dos mapas individuais em cada uma das amostras. Em seguida, para a incorporação das frases de ligação no mapa da turma, com o auxílio das matrizes de associação individuais, cada mapa que contém uma determinada relação foi revisto e a frase de ligação foi listada. Na figura 16 é exposto um dos mapas conceituais obtidos.

Figura 16. Mapa conceitual representativo para o grupo de alunos do curso de química integral. Os valores percentuais representam a proporção de alunos que ligou os dois conceitos. Entre parênteses está o número de ocorrências da frase de ligação. (CAVALCANTI; MAXIMIANO, 2009, p.9)

A partir destes trabalhos foi traçado, em linhas gerais, um esquema (ilustrado na figura 17) que compõe a obtenção dos mapas conceituais através da análise de uma matriz de associação.

Figura 17. Esquema geral de obtenção de mapas conceituais de um grupo de sujeitos através da análise da matriz de associação.

De modo geral, as respostas dos estudantes, seja na forma de texto ou em formato gráfico, são transformadas em matrizes de associação individuais, que são somadas para a obtenção de uma matriz de associação do grupo. Por fim, a matriz do grupo é analisada para a construção de um mapa conceitual coletivo.

Sinteticamente, os mapas conceituais são obtidos manualmente seguindo as etapas descritas abaixo:

1. Marcação dos conceitos nos textos, para respostas discursivas. No caso dos dados estarem em formato de mapa, os conceitos já estão destacados.
2. Extração das proposições entre os conceitos, para respostas discursivas.
3. Construção de matrizes de associação individuais considerando os conceitos pré-selecionados.
4. Soma das matrizes de associação individuais gerando uma matriz de associação do grupo.
5. Construção de um mapa conceitual a partir da matriz de associação do grupo levando em conta um corte percentual.

No presente trabalho, há um enfoque em desenvolver uma ferramenta para se obter estruturas gráficas a partir de textos elaborados por estudantes. Não há uma desvalorização em obter os dados diretamente no formato de um mapa conceitual, entretanto, para a construção de bons mapas conceituais é necessário o desprendimento de um período para ensinar os sujeitos a construírem essas estruturas. Por outro lado, a escrita de textos está presente na vida escolar dos sujeitos desde os primeiros anos da educação básica. Neste sentido, optou-se por usar os textos escritos como dado inicial.

O desenvolvimento de uma ferramenta de transformação de textos em mapas cognitivos, ampliando o universo frente aos mapas conceituais, explora uma possibilidade de quantificar as relações entre conceitos explicitadas por um sujeito ou por um grupo de estudantes, permitindo a construção de uma estrutura gráfica que representa de maneira objetiva e clara as relações conceituais presentes no texto.

Em termos práticos há necessidade de buscar a mínima dependência do auxílio humano no processo de construção de mapas cognitivos, com o intuito de reduzir o tempo e esforços empregados. Afinal, a leitura e análise de textos são tarefas exaustivas que exigem um tempo apreciável por parte do professor ou pesquisador. E devido a sua natureza, os textos podem dificultar a seleção e organização das ideias principais dos estudantes.

Neste cenário, refletindo sobre a importância de uma ferramenta que possibilite transformar textos em mapas cognitivos, e a influência que o mundo

informatizado exerce atualmente, foram elencados alguns questionamentos que deram forma a esta pesquisa:

Como sistematizar o processo de transformação de textos em estrutura gráfica?

Como facilitar a transformação dos textos em matrizes de associação?

A natureza dos textos influencia a transformação?

É possível gerar diferentes representações a partir das matrizes obtidas considerando o universo dos mapas cognitivos?

Quais as informações reveladas nestas representações?

O desenvolvimento da ferramenta e seus testes foram planejados pela pesquisadora, por consequência dos trabalhos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa o qual interage (MARTINS; MAXIMIANO, 2008; MAXIMIANO, 2009; DINIZO; MAXIMIANO, 2010; SILVA; JUNQUEIRA; MAXIMIANO, 2010; JUNQUEIRA; SILVA; MAXIMIANO, 2010; JUNQUEIRA; MAXIMIANO, 2011a, 2011b), e recorrendo a literatura da área.

Para auxiliar no momento de construção das matrizes recorreu-se ao programa ALA-Reader⁸, que sintetiza o texto em uma matriz de associação, e em seguida, esta matriz pode ser lida por outros programas computacionais para fornecer um mapa ou rede conceitual (CLARIANA; WALLACE, 2007). Este programa foi desenvolvido pelo grupo de pesquisa liderado por Roy Clariana e vem sendo aplicado pelo mesmo. Portanto, a partir da descoberta deste recurso computacional nossos trabalhos começaram a usá-lo e testá-lo como ferramenta auxiliar na síntese dos textos escritos dos estudantes em matrizes de associação (SILVA; JUNQUEIRA; MAXIMIANO, 2010; JUNQUEIRA; SILVA; MAXIMIANO, 2010; JUNQUEIRA; MAXIMIANO, 2011a, 2011b).

⁸ ALA – Analysis of Lexical Aggregates traduzido por nós como Análise de Agregados Lexicais.

2.2. Explicitando os objetivos

Objetivo geral

A proposta deste trabalho é desenvolver e analisar uma metodologia de transformação de textos elaborados por estudantes em mapas cognitivos utilizando alguns recursos computacionais.

Objetivos específicos

Este trabalho visa:

1. Identificar nas Conferências Internacionais de Mapeamento Conceitual os trabalhos que relacionam textos e mapas.
2. Averiguar a possibilidade de uso do recurso computacional ALA-Reader® no processo de obtenção das matrizes de associação através de testes e estudos do seu funcionamento.
3. Obter diferentes tipos de mapas cognitivos a partir da matriz de associação e verificar quais as informações que cada tipo de mapa ressalta ou oferece. Especificamente o trabalho focou nas redes de conceitos denominadas: *Vizinho mais próximo* e *Corte percentual representativo*.
4. Verificar a possibilidade de se obter mapas cognitivos a partir dos textos originais, tais como foram escritos pelos alunos, podendo assim eliminar a etapa de modificação dos textos, ou seja, extração das proposições entre os conceitos de interesse.
5. Sistematizar o processo de transformação dos textos em mapas cognitivos explicitando algumas particularidades que devem ser consideradas ao desenhar um recurso computacional com esta funcionalidade.
6. Ilustrar o uso dos mapas cognitivos elaborados no contexto da disciplina Introdução ao Ensino de Química.

Capítulo 3

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: BUSCANDO RELAÇÕES ENTRE OS TEXTOS E OS MAPAS COGNITIVOS

No presente capítulo apresenta-se um panorama do que tem sido feito relacionando textos escritos e mapas cognitivos no cenário internacional. Portanto, trata-se de uma revisão de literatura que tem como objetivo geral fazer um balanço dos trabalhos nesse âmbito. Focalizando, principalmente, nas pesquisas que abrangem a mesma temática do presente trabalho, com a intenção de observar as direções e contribuições sinalizadas. Destaca-se que realizar um estado da arte é de suma importância para se perceber a evolução dos trabalhos quantitativamente e qualitativamente.

Para a concretização da revisão foi feito um recorte e analisadas as publicações de quatro reuniões internacionais organizadas pela comunidade de mapas conceituais, pois se trata de um encontro consolidado e tido como o principal da área. Os dados das quatro edições do CMC – *Concept Mapping Conference*, estão organizados na tabela 1. Esse recorte foi necessário, pois a utilização dos mapas cognitivos é ampla e aplica-se a diferentes áreas do conhecimento não existindo periódicos específicos.

Tabela 1. Edições do CMC analisadas.

ANO	EDIÇÃO	LOCAL
2004	Primeira Conferência Internacional de Mapeamento Conceitual	Pamplona, Espanha.
2006	Segunda Conferência Internacional de Mapeamento Conceitual	São José, Costa Rica.
2008	Terceira Conferência Internacional de Mapeamento Conceitual	Tallin, Estônia, Finlândia.
2010	Quarta Conferência Internacional de Mapeamento Conceitual	Viña Del Mar, Chile.

Com o intuito de selecionar os trabalhos que relacionam os textos e os mapas, buscou-se nos títulos e resumos dos trabalhos o vocábulo texto. Foram localizados 11 trabalhos que explicitaram uma conciliação entre as estruturas gráficas e os textos escritos; número considerado pequeno frente a um total de

aproximadamente 600 trabalhos apresentados. Dentre estes trabalhos quatro foram apresentados na reunião realizada no ano de 2004, um no encontro de 2006 e também o mesmo número em 2008 e, finalmente, em 2010 foram relatadas cinco pesquisas compreendendo esta temática. Ressalta-se o maior número de trabalhos apresentados no ano de 2010 denotando interesse crescente pelo tema.

A partir deste levantamento, constata-se que a relação textos – estruturas gráficas vêm sendo estudada por instituições localizadas em diferentes territórios geográficos, e abarcando também os diferentes níveis de ensino: Ensino Fundamental, Médio e Superior. Em alguns casos encontram-se trabalhos de caráter mais abrangente que podem ser aplicados em vários anos escolares.

No processo de interação com os dados, os 11 trabalhos foram lidos integralmente e categorizados de acordo com a relação, textos e mapas cognitivos, explicitada. A seguir são descritas as categorias criadas e as pesquisas inseridas em cada temática.

- 1) Trabalhos que objetivavam apresentar uma metodologia para *auxiliar no processo de compreensão de texto* mediado pela construção de um mapa conceitual (NATHAN; KOZMINSKY, 2004; CONLON, 2008; KOZMINSKY; NATHAN; KOZMINSKY, 2010). Estes trabalhos desenvolveram técnicas, compreendidas por uma sequência de perguntas ou ações para serem realizadas durante a leitura do texto, e consequente elaboração do mapa pelo sujeito. O processo pode ser manual ou auxiliado por algum recurso computacional.

Na tabela 2 pode-se observar uma síntese dos trabalhos mencionados nessa categoria através das seguintes informações: ano do congresso, autores, título e objetivos. Salienta-se que há uma carência nesses trabalhos no sentido de planejar aplicações dessas estratégias nos diferentes níveis de ensino e analisá-las.

Tabela 2. Trabalhos inseridos na categoria 1: metodologia para auxiliar no processo de compreensão de texto mediado pela construção de um mapa conceitual.

Ano do congresso	Autor (es)	Título	Objetivo(s)
2004	Nathan e Kozminsk	Text concept mapping: the contribution of mapping characteristics to learning from texts.	Apresentar uma técnica de mapeamento conceitual de texto (TCM), processo no qual textos são traduzidos em organizadores gráficos através de alguns estágios pré-definidos.
2008	Conlon	Practical text concept mapping: new pedagogy, new technology.	Apresentar a técnica de mapeamento conceitual de texto (TCM4), juntamente com uma nova tecnologia computacional que auxilia na aplicação da técnica. Descrever a aplicação da TCM4 em dois estudos de caso: um no ensino superior com alunos da computação e outro com alunos de 12 e 13 anos da educação básica.
2010	Kozminsky, Nathan e Kozminsky	Mapping some design considerations for learning from texts.	Propor um procedimento para a construção de representações externas de um texto, a fim de auxiliar no processo de compreensão.

Nos trabalhos de Nathan e Kozminsky (2004) e, Kozminsky, Nathan e Kozminsky (2010) o objetivo principal era apresentar estratégias de mapeamento conceitual de texto através da descrição dos estágios ou etapas que ocorrem ao longo do processo. De modo geral, as estratégias envolvem uma reflexão prévia sobre o assunto, seguida de um estudo intensivo do texto e elaboração de mapas. Nesse sentido, Nathan e Kozminsky (2004) sugeriram as fases a seguir para serem realizadas ao longo da leitura do texto:

Fase 1 - antes da leitura do texto:

- I) Reflexão sobre o conhecimento preexistente; nesse momento os alunos constroem um mapa de associações desencadeado pela ideia principal do

texto, sugerida pelo professor ou pela leitura do título do texto. Não há exigências para organizar os conceitos em ordem hierárquica.

- II) Construção de um mapa semântico; ocorre a transformação do mapa associativo em um mapa semântico, no qual os alunos agrupam os conceitos com base na sua similaridade semântica.
- III) Construção de um mapa conceitual (MC); por fim os alunos após a familiarização com a estrutura de um mapa são solicitados a organizar um mapa conceitual como proposto por Novak e colaboradores. Colocando os conceitos destacados, de maneira hierárquica e inserindo as frases de ligação.

Fase 2: Leitura e estudo intensivo do texto recorrendo ao mapa semântico construído previamente.

Fase 3 - nesse momento os estudantes realizam a técnica de mapeamento conceitual seguindo os estágios:

- I) Identificar e listar as ideias principais do texto.
- II) Organizar os conceitos em grupos de acordo com seu contexto.
- III) Expor a estrutura retórica do texto⁹, e encontrar o conceito adequado de organização para cada grupo.
- IV) Organizar hierarquicamente os conceitos, de acordo com sua importância e do desenvolvimento do conteúdo no texto. E organizar os conceitos no mapa.
- V) Adicionar linhas e setas entre os conceitos, e linhas cruzadas entre grupos.
- VI) Identificar os conectivos (frases de ligação), e escrevê-los nas linhas.

⁹ “Os pressupostos teóricos nos quais a Teoria da Estrutura Retórica se baseia são os seguintes:
(i) os textos são formados por grupos organizados de orações que se relacionam hierarquicamente entre si de várias formas;
(ii) as relações que se estabelecem entre as orações podem ser descritas com base na intenção comunicativa do enunciador e na avaliação que o enunciador faz do enunciatário, e refletem as escolhas do enunciador para organizar e apresentar os conceitos;
(iii) a maioria das relações que se estabelecem são do tipo núcleo-satélite, em que uma parte do texto serve de subsídio para outra.
Uma grande contribuição dessa teoria é a possibilidade de descrever as relações existentes entre as partes do texto, ou seja, por meio dessa teoria, pode-se descrever que ligações conferem unidade ao texto. Essas relações são estabelecidas por meio de quatro tipos de elementos: relações, esquemas, aplicações de esquemas e estruturas.” (ANTONIO, 2003, p.225)

- VII) Refletir sobre o processo de mapeamento, comparando o mapa conceitual construído no final da primeira fase e o mapa construído a partir da técnica de mapeamento conceitual, omitindo ou acrescentando conceitos e redefinindo frases de ligação.

Similarmente, Kozminsky, Nathan e Kozminsky (2010) propõem um procedimento para a construção de representações externas de um texto, a fim de auxiliar no processo de compreensão. Para ilustrar o procedimento foi trazido um exemplo a partir de um texto sobre aquecimento global. Assim, a representação externa do texto foi elaborada seguindo os passos apresentados abaixo:

- i) O primeiro passo foi a construção de um mapa de associação geral sobre a temática, podendo ser feito no *Cmap Tools*[®]. Esse mapa reflete os conhecimentos prévios sobre o assunto.
- ii) O segundo passo foi estudar o texto e destacar as frases e títulos importantes, utilizando algum processador de texto. Em seguida, as frases e títulos marcados foram organizados em uma tabela e revistos. A tabela foi utilizada para o desenvolvimento de uma lista de perguntas, no exemplo citado uma pergunta interessante foi “Por que o aquecimento global é uma questão tão complicada?”. Em seguida, as frases e perguntas foram usadas para a elaboração de um mapa conceitual descritivo.
- iii) Após uma leitura do texto e consulta ao mapa conceitual descritivo, esse foi transformado em um organizador gráfico; mapa onde os conceitos estão destacados e organizados hierarquicamente, porém nem todos os conceitos ligados apresentam frases de ligação.
- iv) O passo seguinte foi produzir um resumo sintético, a partir do organizador gráfico, onde todas as relações expostas na estrutura são coerentemente consideradas.
- v) Finalmente, faz-se um mapa sintético (com menor número de conceitos) que reflete na compreensão do texto e responde as perguntas principais elaboradas.

No encontro realizado em 2008 o pesquisador Conlon referiu-se a algumas ideias de Nathan e Kozminsky (2004) ao assumir que os sujeitos têm uma

melhora na compreensão de texto recorrendo a técnicas baseadas em mapeamento conceitual de texto (TCM). Porém faz uma crítica no sentido dos estudos anteriores não elucidarem abordagens adotáveis no contexto de salas de aula da educação básica. Com este enfoque, o artigo explica o desenvolvimento de uma abordagem fundamentada no mapeamento conceitual de texto designada TCM/4. Esta técnica se diferencia das demais por inserção de novos estágios na elaboração dos organizadores gráficos e por utilizar tecnologias que a deixa mais prática e possibilita sua ampla utilização nas salas de aula.

Para validar a abordagem elaborada, foram realizados estudos de casos que aplicavam a estratégia desenvolvida. O primeiro estudo de caso ocorreu com estudantes de graduação em computação. O professor da disciplina apresentou a técnica aos alunos e solicitou que eles a utilizassem individualmente para estudar um texto sobre o desempenho do sistema computacional, texto caracterizado como técnico e descritivo. Essa primeira fase aconteceu num período de 70 minutos e os estudantes utilizaram o recurso computacional proposto para construir o mapa. Num segundo momento, como parte das etapas da estratégia, o professor juntamente com os estudantes retomaram os mapas conceituais construídos para revisão e aprimoramento num período de 60 minutos.

A segunda aplicação aconteceu com alunos do primeiro ano de inglês do currículo escocês. O professor da turma após apresentar e explicar a técnica de mapeamento conceitual solicitou que os alunos em duplas estudassem um texto factual, ou seja, baseado em fatos e não em opiniões. A primeira fase aconteceu num período de 110 minutos, e em seguida os mapas foram retomados para discussão e aprimoramento durante 100 minutos.

Através de entrevistas com os professores e documentos escritos pelos estudantes percebeu-se que a estratégia de mapeamento conceitual de texto desenvolvida auxiliou no processo de compreensão, porém houve críticas com relação ao tempo necessário para apresentar a estratégia e aprender a utilizá-la. No segundo estudo de caso os estudantes também apresentaram dificuldades em manusear o software, sugerindo algumas modificações necessárias.

- 2) Estudos que utilizam *mapas conceituais fill-in* no processo de interpretação de textos (VAKILIFARD; ARMAND; BARON, 2006; HENNO; REISKA, 2010). Mapas *fill-in* são aqueles que já possuem

uma estrutura pronta e os estudantes precisam adicionar os conceitos ou frases de ligação faltantes, ou seja, os mapas já são pré estruturados e parcialmente preenchidos. A tabela 3 apresenta uma síntese dos dois trabalhos dessa categoria.

Tabela 3. Trabalhos inseridos na categoria 2: utilização dos mapas conceituais *fill-in* no processo de interpretação de textos.

Ano do congresso	Autor (es)	Título	Objetivo(s)
2006	Vakilifard, Armand e Baro.	The effects of 'concept mapping' on second language learners' comprehension of informative text.	Observar os efeitos de uma sequência de instrução, utilizando mapas conceituais <i>fill-in</i> , para o ensino de uma segunda língua, no caso o francês. Especialmente, os efeitos refletidos na compreensão de um texto.
2010	Henno e Reiska.	Difficulty of texts in upper-secondary school biology textbook– using concept maps for analyzing students new knowledge.	Investigar a dificuldade de compreensão dos alunos com relação a um texto inserido no livro didático utilizando um mapa conceitual <i>fill-in</i> .

Vakilifard, Armand e Baron (2006) realizaram um estudo piloto que recorria ao uso de mapas conceituais e textos para a aprendizagem de uma segunda língua. Os autores ambicionavam observar os efeitos do uso de mapas conceituais integrando uma sequência de instrução para o ensino de uma segunda língua, no caso o francês. No âmbito desta pesquisa, 18 estudantes foram divididos em dois grupos, um experimental e outro de controle, e participaram de um piloto de duração de quatro semanas. O grupo experimental obteve uma instrução diferenciada ao longo das aulas de francês utilizando os mapas conceituais. Inicialmente, tiveram um momento de familiarização com os mapas conceituais. Em seguida, em cada encontro (num total de quatro) os estudantes eram convidados, antes da leitura, a preencher os espaços em branco do mapa *fill-in* preparado

previamente pelo professor. Após a leitura, os alunos eram convidados a analisar o mapa e corrigi-lo individualmente.

Por outro lado, o grupo de controle seguiu uma abordagem tradicional e recebia atividades (questionários), em cada encontro, que abrangiam os principais conceitos e as novas expressões do texto antes da leitura do mesmo. Após a leitura os alunos corrigiam-no individualmente. Os textos trabalhados de caráter informativo foram os mesmos para os dois grupos e, em período e número de encontros similar. No final do estudo piloto, todos os estudantes responderam um questionário de compreensão sobre os textos e escreveram uma auto-avaliação. Os resultados indicaram que o grupo que utilizou os mapas conceituais obteve um desempenho melhor do que o grupo que não utilizou.

Por sua vez Henno e Reiska (2010) investigaram a dificuldade de compreensão do texto “Tecnologia de hibridoma e produção de anticorpos monoclonais” retirado de um livro didático. Participaram da investigação 118 estudantes do ensino secundário da Estônia, os quais foram solicitados a identificar os conceitos desconhecidos e os esquecidos a partir da leitura do texto mencionado anteriormente. Em seguida esses estudantes tiveram uma aula expositiva com o auxílio de *slides (power point)* sobre o assunto. No fim da instrução os alunos completaram individualmente um mapa conceitual previamente estruturado por um especialista.

De modo geral, o estudo revelou que uma série de conceitos eram difíceis e desconhecidos pelos alunos, em média os estudantes não sabiam o significado de 15 conceitos. Especificamente os mapas conceituais preenchidos pelos estudantes foram comparados com o do especialista permitindo a identificação dos conceitos mais conhecidos e dos menos conhecidos. Os pesquisadores destacaram que a aprendizagem de conceitos e sua compreensão são facilitadas quando utilizado visualizações das estruturas básicas do fenômeno.

- 3) Pesquisa que envolve *modos de comparar os textos e mapas* (DINIZO; MAXIMIANO, 2010). A tabela 4 descreve sinteticamente o artigo dessa categoria.

Tabela 4. Trabalho inserido na categoria 3: *modos de comparar os textos e mapas.*

Ano do congresso	Autor (es)	Título	Objetivos
2010	Di Nizzo e Maximiano.	Comparison of conceptual maps produced from a text.	As intenções do trabalho foram comparar mapas conceituais produzidos a partir de um trecho de texto por estudantes universitários, e estudar diferentes tipos de padrões para comparar mapas conceituais.

O estudo realizado por Di Nizo e Maximiano (2010) desenhou um comparativo entre mapas conceituais produzidos por estudantes universitários a partir de um fragmento de texto. 38 estudantes do curso de química foram solicitados a construir um mapa conceitual, em duplas, a partir da leitura de um texto introdutório retirado do livro Química Geral (PAULING, 1988¹⁰) que definia a ciência em questão. Os estudantes deveriam responder o questionamento “O que é química” para elaborar seus mapas conceituais.

Cada mapa conceitual construído foi analisado pela ferramenta ALA-Reader®, possibilitando a contabilização da co-ocorrência entre os 20 conceitos mais utilizados. Assim, cada mapa foi transformado em uma matriz que representa as relações entre os pares de conceitos encontrados. Por exemplo, se no mapa havia a relação química – substância, essa era marcada na matriz. Essa contabilização foi feita para subsidiar a elaboração de um mapa representativo do grupo levando em conta as relações marcadas em todas as matrizes. Para a construção desse último mapa foram consideradas as relações contabilizadas em pelo menos 25% dos mapas dos estudantes.

Também foram construídos mapas analisando as matrizes obtidas pelo ALA-Reader® após a leitura do texto original, e de um texto modificado pelos pesquisadores, no qual foram extraídas as proposições explícitas entre os conceitos de interesse. Os pesquisadores também construíram um mapa padrão.

De posse dos mapas dos estudantes, do mapa representativo da turma, da estrutura elaborada pelos pesquisadores, e dos mapas obtidos do texto original e

¹⁰ PAULING, L. **General Chemistry**, Dover, 1988.

do texto modificado foram realizadas várias comparações entre esses utilizando o parâmetro denominado PMC – percentual médio de concordância. Este parâmetro simboliza o grau de similaridade entre os mapas por meio de um cálculo que envolve o número de ligações presentes em cada mapa e o número de ligações semelhantes entre os mapas.

Concluíram que as proposições elaboradas pelos estudantes diferiram em relação às ligações entre os conceitos, ressaltando diferenças na maneira de representar o mesmo texto. Corroborando com os valores de PMC encontrados, uma variação entre 15 e 88% de similaridade comparando todos os mapas.

4) Trabalho teórico defendendo que o *mapa conceitual pode ser compreendido como o próprio texto* (TAMAYO, 2004).

Numa abordagem distinta das demais encontradas, Tamayo (2004) advoga teoricamente que os mapas conceituais além de possuírem funções de imagem externa ou lateral ao texto pode também cumprir a função explícita de texto. Ou seja, defende que o mapa possui uma estrutura dotada de sentido que o configura como o próprio texto. No artigo são apresentadas algumas considerações gerais para a estruturação e pesquisa na perspectiva de compreender o mapa como o texto propriamente. Nesse sentido, a elaboração do mapa considerando-o como o próprio texto tem que ser intencional, ou seja, a estruturação tem que apresentar um sentido lógico, as relações têm que ser escritas de maneira clara e coerente permitindo uma leitura sem a necessidade de explicações por parte do autor. Na tabela 5 são descritas, resumidamente, algumas informações desse trabalho.

Tabela 5. Trabalho inserido na categoria 4: mapa conceitual pode ser compreendido como o próprio texto.

Ano do congresso	Autor (es)	Título	Objetivos
2004	Tamayo.	El mapa conceptual: un texto a interpretar.	Discutir teoricamente a função de um mapa conceitual, ressaltando a ideia de que o mapa conceitual pode ser considerado o próprio texto. Ou seja, o mapa conceitual não precisa estar integrado com outra forma de representação como um texto dissertativo.

5) Investigações que desenvolveram técnicas ou algoritmos, ou apontaram direções para o *processo de transformação de textos em estruturas gráficas* com finalidades diversas (CLARIANA; KOUL, 2004; NUUTILA; TORMA, 2004; KOWATA; CURY; BOERES, 2010; VILLALON; CALVO; MONTENEGRO, 2010). Na tabela 6 tem-se uma sistematização de algumas informações dos trabalhos. Destaca-se que os trabalhos ainda estão em fase inicial sendo necessário aprimoramento dos algoritmos e programas computacionais, bem como sua aplicação em situações reais.

Tabela 6. Trabalhos inseridos na categoria 5: desenvolvimento de técnicas ou algoritmos ou direções para o processo de transformação de textos em estruturas gráficas.

Ano do congresso	Autor (es)	Título	Objetivos
2004	Clariana e koul.	A computer-based approach for translating text into concept map-like representations.	Apresentar o software ALA- Reader®, recurso que sintetiza os textos em matrizes através de uma aplicação.
2004	Nuutila e Törmä,	Text Graphs: accurate concept mapping with well-defined meaning.	Descrever os gráficos de texto, uma variação dos mapas conceituais. Apresentar o editor gráfico de texto desenvolvido pelo grupo.
2010	Kowata, Cury e Boeres	Concept maps core elements candidates recognition from text.	Propor uma abordagem de reconhecimento dos elementos centrais dos mapas conceituais em textos.
2010	Villalon, Calvo, e Montenegro.	Analysis of a gold standard for concept map mining – how humans summarize text using concept maps.	Apresentar a análise de um padrão construído para avaliar algoritmos de extração de mapas conceituais de textos, buscando responder a pergunta “Como os seres humanos resumem o conhecimento de um texto utilizando mapas conceituais?”.

No estudo de Clariana e Koul (2004) foi exposta uma investigação para apresentação e breve aplicação do software ALA-Reader[®], o qual sintetiza textos em matrizes de associação para posterior construção de mapas ou redes de conceitos. No estudo piloto, 24 estudantes do ensino superior criaram mapas conceituais, com o auxílio do software *Inspiration*[®], sobre a estrutura e funcionamento do coração humano fazendo pesquisas na internet. Posteriormente, os mapas conceituais foram utilizados para a escrita de um resumo do tema pelos próprios estudantes. Na sala de aula, trabalhando em pares, os grupos avaliaram todos os resumos atribuindo uma nota variando entre zero e cinco pontos.

De posse dos resumos, estes foram traduzidos pelos pesquisadores em matrizes de associação utilizando o software ALA-Reader[®] e em seguida, as matrizes foram analisadas pelo software Pathfinder[®] para a elaboração de redes de conceitos considerando o algoritmo Pathfinder. As redes de conceitos dos estudantes foram comparadas com uma rede padrão, elaborada a partir de um texto escrito por um especialista sobre o assunto de interesse. Nessa comparação também foi atribuída uma nota variando de zero a cinco pontos.

Para verificar a extensão em que as redes representam os textos originais, foram comparadas as notas atribuídas pelos pares de estudantes e pela análise feita com base na rede padrão. Os resultados sugeriram que esta abordagem capta alguns aspectos do conteúdo científico contidos nos resumos dos alunos. E ainda fornecem aos estudantes e professor uma nova maneira de olhar os textos escritos e o conhecimento do conteúdo científico.

Em outro contexto Nuutila e Törmä (2004) expõe o editor gráfico de texto, TGE, que possibilita a construção de uma variação dos mapas conceituais chamado: gráfico de texto. Na figura 18 é apresentado um exemplo de gráfico de texto que explica sinteticamente sua própria estrutura. Segundo os autores essa organização fornece uma maneira simples de dividir o texto em fragmentos e relacionar esses fragmentos uns aos outros com as relações de inclusão. A vantagem ressaltada em comparação a outras formas de representação é obter uma estrutura que expõe precisamente e claramente o significado proposicional. De modo geral, um gráfico de texto é apenas um conjunto de fragmentos do texto estendido com relações de inclusão simples.

Figura 18. Explicação de um gráfico de texto através de sua própria estrutura base. Baseado em Nuutila e Törmä (2004). *Tradução nossa.*

Por sua vez, Kowata, Cury e Boeres (2010) apresentaram um artigo, com o objetivo de definir uma abordagem para trabalhar com textos em língua portuguesa para a produção de mapas conceituais; procurando um processo que permita uma perda semântica mínima de modo a preservar a ideia principal do texto. Especificamente nesse trabalho, propuseram uma abordagem para trabalhar com os textos a fim de reconhecer candidatos a elementos centrais para os mapas. Ou seja, uma busca na estruturação do texto perante as classes de palavras da língua portuguesa (verbo, substantivo, proposição etc.) usadas que poderiam ser consideradas centrais no momento de elaboração dos mapas.

Nesse sentido para orientar a busca pelos conceitos e relações a serem expressos nos mapas, os autores, utilizaram a metáfora “desmontar para montar”. Assim, numa primeira fase o texto foi gradualmente sendo dividido em frases. Em seguida, cada palavra do texto foi identificada com a sua classe (verbo, substantivo, adjetivo, adverbio, etc.). Posteriormente, foi iniciado o processo da “remontagem” buscando o reconhecimento dos candidatos a elementos centrais; nesse momento foi usado um conjunto de padrões baseados nas classes das palavras, e na estruturação das frases. Salienta-se que essa fase é realizada com o auxílio de um software que possui o banco de dados necessário. Nas próximas etapas, os elementos considerados centrais foram mapeados e reorganizados em grafos, originando o mapa conceitual ao acrescentar as frases de ligação.

Para testar essa sequência foi utilizada a ferramenta computacional MAC-MORPHO® e alguns textos que compõe o próprio recurso computacional. Os resultados dessa aplicação indicaram que a abordagem é satisfatória para lidar com a maior parte do corpo do texto, entretanto, ainda é necessário aprimorar o desempenho do programa para lidar com alguns tipos de sentenças como as imperativas. Segundo, Kowata, Cury e Boeres (2010) os pontos mais importantes da abordagem como um todo, sinalizados frente a outros estudos, foram: produção de um mapa conceitual para cada texto, utilização de textos brutos no processo, consideração da pontuação apresentada no texto, produção de mapas conceituais compreensíveis e, número de conexões entre os conceitos irrestritos.

Villalon, Calvo e Montenegro (2010) procuraram responder o questionamento ‘Como os seres humanos resumem os conhecimentos explicitados em um texto utilizando mapas conceituais?’. O principal objetivo do trabalho era encontrar as características recorrentes nos mapas conceituais, elaborados por humanos ao sintetizar textos, para informar o design necessário dos algoritmos para automatização do processo de construção de mapas conceituais a partir de textos.

Para a construção dos padrões e posterior análise foram consideradas 42 respostas dissertativas elaboradas por estudantes universitários do primeiro ano. Essas respostas foram transformadas em mapas conceituais por cinco especialistas através de interações sucessivas entre os mapas e os especialistas. A análise considerou três aspectos das respostas escritas e dos mapas conceituais: características gerais de ambos, características dos conceitos e, características das ligações.

Os resultados apontaram vários padrões referentes à forma como os humanos resumem textos por meio de mapas conceituais, a exemplo, o tamanho dos mapas conceituais, medido pelo número de conceitos, está correlacionado com o tamanho dos textos, medido pelo número de palavras e sentenças. Outro ponto destacado refere-se às proposições mais relevantes de um mapa, que normalmente são encontradas dentro de uma única frase do texto. Os autores concluíram que os padrões encontrados precisam ser explorados na forma de algoritmos automáticos para possibilitar uma prática extração de mapas conceituais dos textos.

A presente pesquisa pode ser inserida na última categoria mencionada, que abrange os processos de transformação de textos em estruturas gráficas. Nesse sentido, destacam-se os estudos relatados em Clariana e Koul (2004), Kowata, Cury

e Boeres (2010) e, Villalon, Calvo e Montenegro (2010) por buscarem a construção de redes ou mapas a partir de textos. O estudo de Nuutila e Törmä (2004) vai à outra direção, afinal, desenvolveram um algoritmo para construir o organizador gráfico de texto que apresenta uma estrutura representacional diferenciada.

No trabalho de Clariana e Koul (2004), é apresentado o recurso ALA-Reader[®], o qual sintetiza textos em matrizes de associação. Dessa maneira, esse trabalho pode ser considerado fundamental para a atual pesquisa, afinal, um dos objetivos aqui apresentados abarca o teste e estudo do software mencionado. Esse recurso computacional foi considerado uma ferramenta possível para automatizar o processo de transformação dos textos em matrizes de associação (Etapa 1 – Figura 17, p.43). Ressalta-se que a abordagem apresentada em Clariana e Koul (2004) é similar a que ocorre no grupo LAPAQ; portanto envolve a transformação do texto em uma matriz de associação que ao ser observada pode ser transformada em uma rede de conceitos. Porém, nesse caso as redes conceituais obtidas são individuais diferentemente do LAPAQ que vem priorizando a construção de redes de conceitos do grupo.

Com outra perspectiva, as investigações de Kowata, Cury e Boeres (2010) e, Villalon, Calvo e Montenegro (2010), se preocupam em encontrar padrões ou elementos centrais, dentro do contexto gramatical da língua portuguesa, que devem ser levados em conta no algoritmo para transformar os textos em mapas. Portanto, almejam representar os textos com uma grande fidedignidade, buscando estudar relações mais intrínsecas entre os dois tipos de representação (texto e mapa). Na presente investigação, estima-se por uma abordagem que represente as ideias de maneira fiel, porém não há tanta rigorosidade como é buscado nos trabalhos citados por acreditar que as perdas são inerentes ao processo, iniciando desde o momento em que o próprio estudante elabora o seu texto explicitando suas ideias e opiniões. Anseia-se desenvolver uma abordagem que possa ser aplicada de maneira fácil e prática no contexto escolar ou na pesquisa, e que possa fornecer uma estrutura conceitual de um grupo de sujeitos permitindo uma série de inferências sobre o conhecimento. É válido comentar que essa investigação tem um elo com a educação priorizando fomentar uma abordagem, principalmente a construção de mapas cognitivos, que tenha significado para este contexto.

Acredita-se que as investigações inseridas na categoria cinco podem ser complementares a essa no sentido de apontar características que precisam ser

consideradas no momento de leitura dos textos para obtenção das matrizes. Por outro lado, a atual pesquisa pode contribuir fornecendo novos olhares com relação aos tipos de redes ou mapas que podem ser construídos, as informações ressaltadas e algumas maneiras de analisar as estruturas gráficas.

Capítulo 4

DESENVOLVENDO A FERRAMENTA

4.1. Coleta de dados

Os textos para o desenvolvimento da ferramenta foram coletados no segundo semestre letivo do ano de 2010, ao longo do oferecimento da disciplina Introdução ao Ensino de Química (QFL4600) ofertada ao curso de licenciatura em química do período noturno do Instituto de Química da Universidade de São Paulo. Esta é a primeira disciplina da grade curricular voltada para questões relacionadas ao ensino de química.

Os sujeitos da pesquisa foram os estudantes matriculados na QFL4600. Neste período, originalmente a turma era composta por 31 alunos, entretanto a pesquisa teve a colaboração de 26 estudantes. Essa diferença no número de participantes decorreu de uma evasão de estudantes da disciplina. Estes alunos, em sua maioria, trabalhavam durante o período diurno, estavam no segundo semestre do curso e, no momento em que participaram da pesquisa não havia frequentado qualquer disciplina que promovesse um debate epistemológico sobre a ciência em geral ou sobre a química em particular.

Para cumprir o programa previsto para a disciplina o docente responsável, também orientador desta pesquisa, optou por dividi-lo em três módulos: 1) natureza da ciência, cujo objetivo era apresentar aos estudantes uma introdução à filosofia da ciência e a metodologia científica; 2) concepções de ensino e aprendizagem, com o objetivo de discutir as principais abordagens do processo de ensino e aprendizagem, e; 3) natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da química que tinha como meta estudar a natureza da química e de seu conhecimento para possibilitar discussões sobre o seu aprendizado.

No final de cada módulo foi aplicada uma questão sobre o tema abordado para a coleta de dados. Esse método de coleta de dados foi escolhido por ser aplicável durante o oferecimento das aulas, além de fornecer o material necessário para o desenvolvimento da ferramenta de transformação de textos em mapas cognitivos. De modo geral, as questões são constituídas por uma pergunta aberta ampla e por uma lista de conceitos indutores, selecionados previamente. Estes conceitos são pré-estabelecidos com base em sua importância na temática de interesse e visam promover uma reflexão sobre as possíveis relações existentes entre os pares de conceitos. Afinal, almeja-se construir representações gráficas que deixem visualmente explícitas as relações entre os conceitos.

Por constituírem problemas qualitativos as solicitações das questões podem possibilitar aos alunos momentos de pensamento e recorrência as suas próprias ideias e significados. E o fornecimento dos conceitos indutores também pode deixar mais claro para os estudantes quais os conceitos fundamentais para a construção daquele conhecimento. As questões foram respondidas individualmente pelos estudantes, e a seguir as mesmas são apresentadas no formato em que foram empregadas.

Pense no significado das seguintes palavras:

Ciência	Modelo	Dado	Fatos	Fenômeno
Observação	Experimento	Hipótese	Teoria	Previsão
Lei	Teste	Método	Problema	
Verdade	Realidade	Conclusão	Abstração	

Utilizando estas palavras (todas, ou apenas algumas delas, ou palavras derivadas dessas, ou outras que julgue necessário) escreva frases simples (proposições) que relacionem estes conceitos.

Como exemplo, podemos citar:

- a) Para os conceitos **atrações elétricas** e **ligações intramoleculares**:

*As **atrações elétricas** entre átomos de uma mesma molécula são chamadas **ligações intramoleculares**.*

- b) Para os conceitos **átomo** e **molécula**:

Átomos se unem para formar moléculas.

Observe que a frase que relaciona os dois conceitos necessita de ao menos um verbo que expresse corretamente a natureza desta relação.

Escreva o maior número possível de relações e que sejam as mais representativas sobre o que você aprendeu nesta aula. Estas relações serão a base para as nossas aulas futuras, assim, execute esta atividade com dedicação.

Quadro 2. Questão 1 sobre o módulo *Natureza da Ciência*.

Pense no significado das seguintes palavras:

Aprendizado ativo	Behaviorismo	Conhecimento	Comportamentos observáveis
Cognitivo	Entendimento	Memorização	Conhecimento preexistente
Professor	Construtivismo	Metacognição	Ensino expositivo
Exemplificação	Sólido conhecimento	Avaliação profunda	Avaliação objetiva
Aprendiz	Contexto	Estímulo	

Utilizando estas palavras (todas, ou apenas algumas delas, ou palavras derivadas dessas, ou outras que julgue necessário) escreva frases simples (proposições) que relacionem estes conceitos.

Como exemplo, podemos citar:

c) Para os conceitos **atrações elétricas** e **ligações intramoleculares**:

*As **atrações elétricas** entre átomos de uma mesma molécula são chamadas **ligações intramoleculares**.*

d) Para os conceitos **átomo** e **molécula**:

Átomos se unem para formar moléculas.

Observe que a frase que relaciona os dois conceitos necessita de ao menos um verbo que expresse corretamente a natureza desta relação.

Escreva o maior número possível de relações e que sejam as mais representativas sobre o que você aprendeu. Execute esta atividade com dedicação, pois a mesma será base para as nossas aulas futuras.

Quadro 3. Questão 2 sobre o módulo *Concepções de ensino e aprendizagem*.

Vamos tentar resumir o que foi apresentado e discutido na aula de hoje. Para isso, pense no significado das palavras listadas abaixo:

Abstração	Macroscópico	Representacional
Concreto	Microscópico	Simbólico
Constituição da matéria	Multimodelos	Substâncias e materiais
Demanda cognitiva	Propriedades	Teoria
Experimental	Química	Transformação
Fenomenológico	Raciocínio proporcional	

Utilizando estas palavras (todas, ou apenas algumas delas, ou palavras derivadas dessas, ou outras que julgue necessário) escreva um pequeno texto, ou simplesmente frases simples (proposições) que relacionem esses conceitos e responda a seguinte questão: O QUE É QUÍMICA E QUAIS OS PRINCIPAIS ASPECTOS DESSA CIÊNCIA QUE DEVEM SER LEVADOS EM CONTA NO PLANEJAMENTO DO ENSINO DE QUÍMICA?

Como exemplo, podemos citar:

- e) Para os conceitos **atrações elétricas** e **ligações intramoleculares**:

*As **atrações elétricas** entre átomos de uma mesma molécula são chamadas **ligações intramoleculares**.*

- f) Para os conceitos **átomo** e **molécula**:

Átomos se unem para formar moléculas.

Observe que a frase que relaciona os dois conceitos necessita de ao menos um verbo que expresse corretamente a natureza desta relação.

Escreva o maior número possível de relações e que sejam as mais representativas sobre o que você aprendeu. Execute esta atividade com dedicação, pois a mesma será base para as nossas aulas futuras.

Quadro 4. Questão 3 sobre o módulo *Natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da química*.

Estes instrumentos foram desenhados de modo a contemplar uma solicitação geral reforçada por alguns conceitos chamados indutores, para uso livre. Os conceitos fornecidos nos questionários 1 e 2 foram selecionados mediante a análise de alguns dos textos trabalhados no próprio curso. Para o questionário 1 foram analisadas as leituras sugeridas do livro de Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (1999) e para o questionário 2 o artigo 'Como as pessoas aprendem' do Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos (2007). Os critérios utilizados para selecionar os conceitos foram: conceitos em destaque e conceitos repetidos com maior frequência ao longo dos textos. Para a elaboração do questionário 3 foi tomado como referência os conceitos amplamente utilizados na prática docente e os conceitos em destaque nos vários textos abordados na disciplina.

Após a aplicação das questões, todas as respostas foram digitalizadas na íntegra. Essas respostas poderiam estar tanto na forma de um texto dissertativo ou proposições acerca do tema, de acordo com a solicitação das questões que deram origem aos dados. Diante desta abertura e a partir de uma leitura prévia das respostas observou-se que a forma escrita era bastante variável, ou seja, algumas frases apresentavam apenas dois conceitos e outras um número superior de conceitos por sentença. Dessa maneira, foi feita uma contabilização do número de respostas para cada formato (proposicional ou dissertativo). Na tabela sete pode-se observar o número de respostas coletadas em cada módulo, e a distribuição destas com relação ao formato.

Tabela 7. Distribuição das respostas por módulo e formato (proposicional ou dissertativa).

Módulo	Número total de respostas	Respostas no formato proposicional	Respostas no formato de texto dissertativo
<i>Natureza da Ciência</i>	12	--	12
<i>Concepções de ensino e aprendizagem</i>	18	06	12
<i>Natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da química.</i>	17	--	17

Observa-se na tabela sete, que embora a turma tenha 26 alunos matriculados, foram coletados um número menor de respostas variando entre os três módulos devido a ausência dos estudantes no dia da aplicação das questões. Especificamente com relação aos formatos das respostas, nota-se que poucas foram elaboradas no formato proposicional, provavelmente pelo pouco uso desse tipo de pensamento pelos sujeitos investigados. Entretanto, estabelecer relações entre os conceitos pode auxiliar na compreensão do conhecimento conceitual (MOREIRA, 2010; SHAVELSON; RUIZ-PRIMO; WILEY, 2005). Apenas no módulo *concepções de ensino e aprendizagem* foram observadas respostas no formato proposicional, em contrapartida, nos demais módulos nenhuma resposta abrangeu esse formato.

As respostas no formato proposicional apresentaram dois conceitos em cada frase, como no texto de uma aluna ao explicitar suas ideias sobre o módulo *concepções de ensino e aprendizagem*:

O papel do professor é ser uma fonte de conhecimento.
O bom aprendiz deve, por iniciativa própria, buscar conhecimento.
Estímulos geram todo tipo de comportamentos observáveis.
O comportamento deve ser avaliado a partir de um contexto.
Memorização não é sinônimo de aprendizado.
Conhecimentos preexistentes devem ser usados durante o aprendizado.

Para a construção de exemplos deve-se levar em conta o contexto onde se encaixa o aluno.

Ensino expositivo se utiliza de avaliação objetiva. Resposta da aluna Bruna. Os conceitos indutores estão destacados.

Por outro lado, as respostas no formato dissertativo apresentaram vários conceitos em uma mesma frase. A exemplo, outra aluna chegou a utilizar cinco conceitos em uma mesma frase:

A estruturação do que se entende por ciência não depende de forma exclusiva de dados obtidos por meio de experimentos, testes e fenômenos. No cerne da definição daquela existe o método científico, que norteia o pensamento.

Muitas vezes, o método pode ser entendido como maneira objetiva para se chegar a uma conclusão verdadeira. Isto nem sempre é fato, uma vez que a abstração também faz parte do raciocínio e pode apontar para uma nova maneira de interpretação, bem como dar início a um novo paradigma ou modelo.

Galileu propôs a indução e a experiência, valendo-se da intuição com embasamento lógico a fim de mostrar que, o método empírico nem sempre é necessário para a elaboração de uma hipótese (aqui entendido como ideia). Esta sendo capaz de realizar a previsão de fenômenos pode ser amadurecida e entendida como teoria ou até mesmo lei, se neste último caso puder valer sempre como norma geral e ser atemporal. Resposta da aluna Maria ao responder a questão do módulo natureza da ciência. Os conceitos indutores estão destacados.

Ainda observando a resposta desta segunda aluna percebe-se a utilização do conceito indutor ‘fato’ em outro sentido, fugindo à temática sobre a natureza da ciência. Também nota-se a utilização da preposição ‘daquela’ para se referir ao conceito indutor ‘ciência’. Dessa maneira, diante das primeiras leituras das respostas foram constatadas algumas variações com relação ao formato das respostas e a forma de utilização dos conceitos indutores que implicaram em consequências para o desenvolvimento da ferramenta.

4.2. Obtendo a matriz de associação

A partir da verificação de que os textos podem ter naturezas diferentes, ou seja, podem ser no formato dissertativo (com três ou mais conceitos em cada

sentença) ou no formato proposicional (com dois conceitos em cada sentença) encontrou-se a primeira variável que poderia interferir na obtenção das matrizes. A leitura dos textos para geração das matrizes está intimamente relacionada com o número de conceitos presentes em cada frase de acordo com o funcionamento do ALA-Reader^{®11}, recurso computacional utilizado para essa função.

Desse modo, as respostas foram tratadas de duas formas. Primeiramente, consideraram-se os textos originais, ou seja, os textos na forma como foram escritos pelos estudantes. Em momento posterior foram extraídas, de cada texto, as proposições que continham relações explícitas entre os conceitos fornecidos nas questões. Ressalta-se que o processo de extração de proposições é manual e possui um caráter subjetivo, pois está atrelado à interpretação de quem o faz, porém tenta-se reduzir esta subjetividade seguindo algumas etapas, descritas em seguida:

- 1- Digitalização de todos os textos conservando sua estrutura original;
- 2- Destaque dos conceitos pré-definidos presentes nos textos;
- 3- Estabelecimento das efetivas relações entre conceitos que estão presentes nas sentenças; para tal é construída uma lista com os pares de conceitos relacionados por texto;
- 4- Por fim, estruturou-se a proposição com a frase de ligação ou termo de ligação mantendo o sentido original.

Para uma melhor compreensão do processo de transformação de texto dissertativo em proposição serão apresentados alguns exemplos, retirados da questão (1) aplicada ao final do módulo designado *Natureza da Ciência*. Para a resposta apresentada a seguir, foram seguidas as quatro etapas do processo de extração:

Exemplo 1: “*Algumas leis preveem fenômenos considerados abstratos, de difícil observação e experimentação.*”

- Os conceitos pré-definidos foram sublinhados.
- Pares de conceitos relacionados: lei – fenômeno / fenômeno – abstrato / abstrato – observação / abstrato – experimentação.
- Proposições extraídas: Lei → algumas preveem → fenômeno.

¹¹O funcionamento do ALA-Reader[®] e as opções de leitura desse recurso estão explicados no subitem 4.2.1.

Fenômeno → pode ser → abstrato.

Abstrato → é de difícil → observação.

Abstrato → é de difícil → experimentação.

No caso de respostas que utilizaram algum conceito indutor em outro sentido, ou seja, fugindo a temática proposta, esse conceito é desconsiderado ao longo do processo de extração das proposições. Como pode ser observado no exemplo dois, abaixo:

Exemplo 2: *“Existem diversos modelos de método científico, cada com um ponto de partida para direcionar a visão de ciência.”*

- Os conceitos pré-definidos foram sublinhados.
- Pares de conceitos relacionados: método – ciência.
- Proposição extraída:

Métodos → podem ser distintos e direcionam a visão de → ciência.

Neste exemplo, o termo *modelos* presente na lista de conceitos pré-definidos não foi considerado, pois o mesmo foi empregado num sentido distinto ao proposto (modelo científico). Nesta sentença, o termo é usado como sinônimo de tipos ou maneiras para o termo método científico.

Outro exemplo do trabalho de extração de proposição pode ser visto a partir da frase apresentada no exemplo três. Neste caso, houve a utilização de uma variação semântica do conceito indutor ‘teste’.

Exemplo 3: *“Uma hipótese é testada muitas vezes com diversos experimentos para que se constate que ela pode ser uma lei.”*

- Os conceitos pré-definidos foram sublinhados.
- Pares de conceitos relacionados: hipótese – teste / teste – experimento / hipótese - lei
- Proposições extraídas: Hipótese → é submetida a → teste.

Teste → é feito por muitos → experimentos.

Hipótese → se testada muitas vezes e mantida é considerada uma → lei.

No exemplo 3 ocorre uma variação semântica da palavra teste. Portanto, o vocábulo 'testada' deve ser considerado como o conceito 'teste', afinal está relacionado com um dos conceitos pré-definidos.

Optou-se por trabalhar com os textos nos dois formatos mencionados para analisar em que extensão a natureza dos textos influencia a obtenção das matrizes de associação e, posterior elaboração dos mapas cognitivos, neste trabalho referindo-se as redes de conceitos e mapas conceituais.

Definida a estrutura das respostas elaboradas pelos estudantes consideraram-se algumas possibilidades de leitura das mesmas para a obtenção das matrizes. Uma possibilidade exaustiva seria obter a matriz a partir de um trabalho manual realizado pela pesquisadora. Entretanto, tinha-se o conhecimento da existência de alguns recursos computacionais que auxiliam neste processo. Dessa maneira, optou-se por utilizar e testar o programa denominado ALA-Reader[®] com o intuito de automatizar o processo.

4.2.1. O funcionamento do ALA-Reader[®]

Esse programa foi desenvolvido por Clariana e Koul (2004) para transformar textos em arquivos passíveis de conversão em mapas ou redes de conceito. Especificamente, esse recurso computacional é uma ferramenta de representação de texto que converte o texto em arquivos de dados de proximidade¹². Para tanto, os textos podem ter no máximo 30 sentenças e, é necessária uma lista de conceitos (máximo de 30 termos) pré-definida a fim de observar a co-ocorrência destes conceitos em um texto. Dessa maneira, os conceitos selecionados previamente devem estar organizados em um arquivo de termos com o formato apresentado no quadro 5.

¹² Dados de proximidade é um termo sinônimo a matriz de associação.

(Conceito em sua forma original) – (radical do conceito) – (variação semântica do conceito ou sinônimo) – (variação semântica do conceito ou sinônimo).

Exemplo para o conceito abstração: abstração abstr abstrata abstrato

Exemplo para o conceito experimento: experimento experiment experimentais
experimentação

Quadro 5. Formato para a construção do arquivo de termos.

Este formato é fundamental para que o programa leia variações na escrita ou sinônimos dos conceitos estabelecidos.

No caso específico da presente pesquisa, foram construídos três arquivos de termos, um para cada questão aplicada. Para tanto foram considerados os conceitos indutores fornecidos, e também realizada uma contabilização das palavras presentes nos textos para visualizar os sinônimos e variações das palavras empregadas. A contabilização foi feita usando um recurso disponível no software Hamlet® (BRIER; HOPP, 2010).

Diante dos conceitos e suas variações foram construídos os arquivos de termos apresentados nos quadros 6, 7 e 8. A construção do arquivo de termos requer muita atenção, pois a escrita equivocada de algum conceito ou o esquecimento da inserção de um vocábulo ou variação acarreta em leitura inadequada das relações expressas nos textos.

abstração abstração abstrato abstratos
 ciência ciência
 conclusão conclusão conclusões
 dado dado dados
 experimento experimento experiência experimentação
 fato fato
 fenômeno fenômeno
 hipótese hipótese
 lei lei
 método método
 modelo modelo
 observação observação observações
 previsão previsão previsões
 problemas problema
 realidade realidade
 teoria teoria
 teste test
 verdade verdade

Quadro 6. Arquivo de termos para leitura das respostas elaboradas para o módulo *Natureza da Ciência*.

aprendizc aprendizc
 aprendizb aprendizb
 avaliação_objetiva avaliação_objetiva avaliações_objetivas
 avaliação_profunda avaliação_profunda avaliações_profundas
 behaviorismo behavioris behaviorista comportamentalista
 cognitivo cognitivo cognitivista cognitiva
 comportamentos_observáveis comportamentos_observáveis comportamento
 conhecimentoa conhecimentoa
 conhecimentob conhecimentob
 construtivismo construtiv
 contexto context contextualização
 ensino_expositivo ensino_expositivo aulas_expositivas
 entendimento entendimento
 estímulo estímulo estimula estímulos
 exemplificação exemplifica exemplificações exemplo
 memorização memor
 metacognição metacognição
 professor professor professores
 conhecimentoc conhecimentoc

Quadro 7. Arquivo de termos para leitura das respostas elaboradas para o módulo *Concepções de Ensino e Aprendizagem*.

abstração abstra
 concreto concret
 constituição constituição
 demanda_cognitiva demanda_cognitiva capacidade_cognitiva
 experimental experiment
 fenomenológico fenomenológico
 macroscópico macroscópico macroscopicamente
 microscópico microscópico microscopicamente
 multimodelo multimodelo modelo modelos
 propriedade propriedade
 química químico
 raciocínio_proporcional raciocínio_proporcional raciocínios_proporcionais
 representacional representacional representação representações
 simbólico simbólico símbolo simbologia
 substâncias_e_materiais substâncias_e_materiais materiais_e_substâncias
 teoria teoria teórico teórica
 transformação transformação transformações

Quadro 8. Arquivo de termos para leitura das respostas elaboradas para o módulo *Natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da química*.

A construção do arquivo referente à atividade do módulo *Concepções de ensino e aprendizagem* apresentou algumas peculiaridades devido a alguns conceitos pré-definidos possuírem radicais semelhantes (conhecimento, conhecimento preexistente, sólido conhecimento, e aprendiz, aprendizado). Para os conceitos aprendiz e aprendizado, era esperado que ambos fossem lidos concomitantemente por possuírem o mesmo radical. Mas, segundo o manual do programa, na ocorrência de palavras compostas, como conhecimento preexistente e sólido conhecimento, estas ao serem separadas por meio do recurso *underline*, seriam lidas como um único conceito. Porém, isto não aconteceu com estes conceitos, sendo lidos simultaneamente ao conceito conhecimento. Assim, quando aparecia no texto o conceito conhecimento preexistente, este era quantificado duas vezes, tanto para o próprio conceito quanto para o conceito conhecimento.

A leitura simultânea dos conceitos foi observada ao conferir manualmente as relações marcadas nas matrizes e as existentes nos textos. Esta conferência foi realizada para verificar se o programa estava quantificando as relações conforme o algoritmo explicado no manual, e porque neste módulo *concepções de ensino e aprendizagem*, o programa ficava bloqueado ao tentar realizar a leitura dos textos no

modo L¹³. Acredita-se que este bloqueio tenha ocorrido devido à existência dos conceitos com radicais semelhantes no arquivo de termos.

Deste modo, foi necessário criar um arquivo alterando os radicais (Quadro 7). No arquivo de termos construído foi criado um código para os conceitos com radicais semelhantes, portanto para o conceito aprendiz foi considerado o termo aprendizc; para aprendizado ativo, aprendizb; para conhecimento, conhecimentoa; para conhecimento preexistente, conhecimentob; e para sólido conhecimento, conhecimentooc. Estas mudanças também foram feitas na escrita dos textos originais e proposições, para que o programa fizesse a leitura de maneira adequada.

Ainda na construção deste arquivo de termos pode-se notar nos testes que a inserção do vocábulo ‘cognição’ como sinônimo do conceito cognitivo acarretaria na não leitura do conceito pré-estabelecido metacognição. Não foi encontrada nenhuma justificativa plausível para este fato, embora se saiba que o programa ALA-Reader[®] não foi desenvolvido para a língua portuguesa.

4.2.1.1. A leitura dos textos pelo ALA-Reader[®]

Com a estrutura do arquivo de termos definida, os textos de cada estudante são inseridos no programa na extensão *.txt* respeitando a seguinte ordem:

Primeira linha do arquivo: Título ou assunto do texto;

Segunda linha do arquivo: Nome do autor do texto;

Terceira linha do arquivo: Em branco;

Quarta linha do arquivo: Inicia o texto escrito.

De acordo com o manual do programa, este não faz a leitura das três primeiras linhas e para as demais não é considerado o ponto final, porém, cada linha no arquivo com o texto é lida como uma sentença. Estando o arquivo de termos e os textos dos estudantes em formato apropriado, o programa pode iniciar a análise dos dados de duas maneiras:

1. Modo S denominado *abordagem de agregação por sentença* (CLARIANA; KOUL, 2004); neste o programa relaciona todos os termos presentes numa sentença, considerando as frases como importantes unidades de organização de um texto.

¹³ Os modos de leitura estão explicados no subitem 4.2.1.1.

Inicialmente são marcadas as co-ocorrências em cada sentença. Na figura 19 tem-se um exemplo que mostra algumas sentenças e a co-ocorrência dos conceitos¹⁴.

	Ciência	Observação	Fenômenos	Hipótese	Teoria	Experimento
	1	1	1	0	0	0
	0	0	0	1	1	0
	1	1	0	0	0	1
	0	0	1	0	0	1

Figura 19. (A) Sentenças e (B) Tabela de co-ocorrência.

Em seguida, as co-ocorrências são transformadas em matrizes de similaridade, de modo a contemplar as relações presentes numa mesma sentença. Considerando a primeira sentença da figura 19 (Ciência parte da observação dos fenômenos) observam-se três conceitos, portanto todos estão relacionados entre si havendo três relações (ciência - observação, ciência - fenômeno e observação - fenômeno). A matriz obtida para a primeira sentença está representada na figura 20.

	Ciência	Observação	Fenômenos	Hipótese	Teoria	Experimento
Ciência	-					
Observação	1	-				
Fenômenos	1	1	-			
Hipótese	0	0	0	-		
Teoria	0	0	0	0	-	
Experimento	0	0	0	0	0	-

Figura 20. Matriz de similaridade obtida para a 1ª sentença presente na figura 19 ao ser analisada pela ferramenta ALA-Reader® – Modo S.

¹⁴ Os conceitos pré-estabelecidos para esta atividade estão sublinhados no fragmento (A) da figura 19.

Para cada relação entre conceitos presente numa sentença é atribuído o valor numérico 1, em contrapartida o numeral zero significa que não existe a ocorrência da relação na mesma sentença. Finalmente, são obtidas matrizes de similaridade para cada sentença e estas são agregadas e não somadas para se obter uma matriz de similaridade que represente o texto como um todo. Para as sentenças presentes na figura 19, considerando que todas constituem um único texto, a matriz similaridade obtida esta representada na figura 21. Como mencionado, as matrizes são agregadas por isto não se tem o valor total das relações encontradas (para a relação ciência-observação teríamos o valor dois caso fossem somadas).

	Ciência	Observação	Fenômenos	Hipótese	Teoria	Experimento
Ciência	-					
Observação	1	-				
Fenômenos	1	1	-			
Hipótese	0	0	0	-		
Teoria	0	0	0	1	-	
Experimento	1	1	1	0	0	-

Figura 21. Matriz de Similaridade – Modo S - considerando as sentenças presentes na figura 19.

2. Modo L denominado *abordagem de agregação linear* (CLARIANA; WALLACE, 2007); neste ocorre uma varredura linear dos termos pré-estabelecidos, ou seja, os termos são relacionados de acordo com a sequência que aparecem nas sentenças. Portanto, não há uma análise por sentença, na qual se considera todas as relações entre conceitos possíveis em um mesmo fragmento.

Levando em conta as sentenças da figura 19, a matriz obtida após leitura no modo L esta representada na figura 22.

	Ciência	Observação	Fenômenos	Hipótese	Teoria	Experimento
Ciência	-					
Observação	1	-				
Fenômenos	0	1	-			
Hipótese	0	0	1	-		
Teoria	1	0	0	1	-	
Experimento	0	1	1	0	0	-

Figura 22. Matriz de Similaridade – Modo L - considerando as sentenças presentes na figura 19.

O número de relações expresso na matriz – Modo L – é o mesmo encontrado na matriz – Modo S, correspondendo a sete relações. Porém, as relações encontradas diferem devido ao distinto modo de varredura. Para facilitar a visualização destas diferenças foi construído o quadro 9, que apresenta as relações lidas para cada modo considerando a unidade textual formada pelas sentenças presentes na figura 19. Na primeira coluna estão transcritas as sentenças, na segunda e na terceira estão listados os pares de conceitos lidos, respectivamente, pelo modo S e L. Os pares de conceitos repetidos em uma coluna foram destacados no quadro, utilizando o recurso negrito, pois estas relações são contabilizadas uma única vez pelo programa independentemente do número de vezes que foram escritas no texto. Para a coluna referente ao modo L também foram destacados, com recurso itálico, os pares de conceitos lidos entre duas sentenças sequenciais de acordo com o algoritmo deste modo.

Sentenças	Modo S	Modo L
1. <u>Ciência</u> parte da <u>observação</u> dos <u>fenômenos</u> .	Ciência – Observação Ciência – Fenômenos Observação - Fenômenos	Ciência – Observação Observação - Fenômenos
		<i>Fenômenos - Hipótese</i>
2. <u>Hipótese</u> gera <u>teoria</u> .	Hipótese - Teoria	Hipótese - Teoria
		<i>Teoria - Ciência</i>
3. <u>Ciência</u> utiliza <u>observação</u> durante a realização de <u>experimentos</u> .	Ciência – Observação Ciência – Experimentos Observação - Experimentos	Ciência – Observação Observação - Experimentos
		Experimentos - Fenômenos
4. <u>Fenômenos</u> podem ser percebidos nos <u>experimentos</u> .	Fenômenos - Experimentos	Fenômenos - Experimentos

Quadro 9. Relações entre conceitos lidas pelos distintos modos oferecidos pelo programa ALA-Reader®.

Ao observar o quadro 9 percebe-se, por exemplo, que a relação ciência-fenômeno foi contemplada apenas no modo S e a relação fenômeno-hipótese somente no modo L. Deste modo, as duas leituras fornecem contabilizações distintas para o mesmo texto influenciando na obtenção da matriz de associação. Porém, acredita-se que a leitura no modo S é mais coerente por ponderar as frases como importantes fragmentos do texto, ou seja, o estudante ao elaborar e refletir sobre sua resposta acaba explicitando as relações que deseja de modo a constituírem uma mesma frase. Corroborando com as indicações dos trabalhos de Kowata, Cury e Boeres (2010) e, Villalon, Calvo e Montenegro (2010). Estes estudos assinalaram que a pontuação utilizada tem que ser considerada, pois as relações mais importantes de um mapa são geralmente encontradas dentro de uma única frase do texto.

Outro ponto acatado para a exclusão do modo L refere-se há algumas particularidades desse modo, observadas ao longo de uma série de testes para verificar se o programa estava realizando as devidas leituras. Percebeu-se que a leitura realizada no modo L leva em conta as três primeiras linhas dos arquivos com os textos, contrariando as indicações do manual. E, em alguns casos, neste modo não foram marcadas as devidas relações entre conceitos que apareceram. Fato observado ao conferir todas as relações entre conceitos contabilizadas nas matrizes e presentes nos textos.

Logo, o presente trabalho, após testar o programa ALA-Reader® e acreditar que as frases são fragmentos dos textos com sentido próprio, optou por usar apenas o modo de leitura S para quantificar as relações entre conceitos. No quadro 10 pode-se consultar uma síntese das etapas envolvidas até a obtenção da matriz de associação.

Quadro 10. Etapas que envolvem a transformação dos textos em matrizes.

O procedimento sintetizado no quadro 10 foi realizado a cada resposta elaborada por um estudante. Para o contexto da disciplina *QFL4600* o interesse está centrado em integrar todos os textos em uma matriz representativa da turma para que as decisões, relativas ao processo de ensino e aprendizagem, possam ser tomadas baseadas em uma única representação. Assim, após todas as respostas serem lidas pelo ALA-Reader® as matrizes adquiridas para cada tipo de material de partida são somadas para gerar uma matriz de associação do grupo referente à turma. Portanto, de acordo com a síntese apresentada no quadro 10 são obtidas matrizes de associação do grupo do tipo 1 e 2. A matriz de associação do grupo é

alcançada a partir da adição dos valores referentes a cada coluna e linha de cada matriz de associação individual.

4.3. Gerando as redes de conceitos

A matriz de associação obtida a partir das leituras dos textos é um material muito rico que propicia uma série de tratamentos. Neste trabalho esta matriz é fonte de dados para a construção e análise de alguns tipos de mapas cognitivos, compreendidos aqui no universo das redes de conceitos e mapas conceituais. Como já mencionado as redes de conceitos são representações gráficas que demonstram visualmente os conceitos relacionados e os mapas conceituais, além de mostrarem as conexões, apresentam a natureza destas. Portanto, considerou-se a possibilidade de inicialmente gerar redes de conceitos e a partir da estrutura gráfica elaborar mapas conceituais. Assim, para a construção das representações foram apreciados dois tipos de redes de conceitos:

4.3.1 Rede de conceitos levando em conta o(s) vizinho(s) mais próximo(s) (V+P).

Neste tipo a matriz de associação é analisada pelo programa computacional Pathfinder[®] (SCHVANEVELDT; DEARHOLT; DURSO, 1988, 1989), cujo algoritmo se baseia na teoria de grafos para produzir uma rede de conceitos. Inicialmente é necessário um arquivo constituído dos termos pré-estabelecidos em sua forma original; o arquivo de termos para um exemplo hipotético está ilustrado no quadro 11 e possui seis conceitos estabelecidos previamente.

Ciência
Observação
Fenômeno
Hipótese
Teoria
Experimento

Quadro 11. Arquivo de termos para leitura no programa Pathfinder[®].

Após a construção do arquivo com os termos, este e a matriz obtida são rodadas no Pathfinder[®]. E o recurso computacional faz a leitura dos maiores valores encontrados na matriz de associação do grupo para cada conceito. Assim, percorrem-se as linhas e colunas referentes a cada conceito e destacam-se os maiores valores como no exemplo que segue.

	Ciência	Observação	Fenômenos	Hipótese	Teoria	Experimento
Ciência	-					
Observação	5	-				
Fenômenos	0	1	-			
Hipótese	2	0	1	-		
Teoria	5	0	4	1	-	
Experimento	0	6	1	0	0	-

Figura 23. Exemplo de uma matriz com o(s) vizinho(s) mais próximo(s) de cada conceito destacado(s).

Na matriz apresentada na figura 23 foram destacados os maiores valores encontrados para cada conceito observando a linha e coluna destinada ao mesmo. Por exemplo, o maior valor encontrado para o conceito ‘teoria’ foi (5) e refere-se à ligação com o conceito ‘ciência’. Portanto, o conceito ‘teoria’ tem como vizinho mais próximo o conceito ‘ciência’.

Com base nos valores marcados, que se referem aos vizinhos mais próximos de cada conceito, foi construída a rede de conceitos representada na figura 24.

Figura 24. Rede de conceitos do tipo (V+P) com referência na matriz apresentada na figura 23.

Especificamente, neste tipo de rede é utilizado o sentido da seta para indicar o(s) vizinho(s) mais próximo(s) para determinado conceito. Por exemplo, para o conceito ‘hipótese’ seu vizinho mais próximo é o conceito ‘ciência’. Todavia, para o conceito ‘ciência’ seus vizinhos mais próximos são: ‘observação’ e ‘teoria’.

A rede tipo *Vizinho mais Próximo* foi considerada visando à automatização da elaboração das estruturas gráficas via um componente computacional.

4.3.2 Rede de conceitos com corte percentual representativo (CPR).

Esta proposta vem sendo desenvolvida pelo nosso grupo de pesquisa. Neste caso a matriz de associação do grupo é analisada manualmente de acordo com um corte percentual escolhido que representa as relações que foram mais citadas nos textos. Inicialmente foi feito um teste considerando como critério as relações que apareceram em mais de 25% da amostra, como no trabalho dos pesquisadores Cavalcanti e Maximiano (2009). Todavia, a rede obtida para o módulo *Concepções de Ensino e Aprendizagem*, apresentada na figura 25, é constituída por grupos de conceitos isolados dificultando a análise. Fato que não ocorre, por exemplo, no módulo *Natureza da Ciência* (Figura 26) também com o corte de 25%. Na figura 26 tem-se uma rede que demonstra claramente as ligações entre os conceitos.

Figura 25. Rede com corte percentual de 25% para o Módulo *Concepções de Ensino e Aprendizagem*.

Figura 26. Rede com corte de 25% para o Módulo *Natureza da Ciência*.

Comparando as redes que expõem as relações que apareceram em 25% da amostra, percebeu-se que este tipo de corte fornece diferentes redes dependendo do número de textos analisados e número de conceitos envolvidos. Fato que também ficou perceptível ao cotejar as redes com cortes de 15%, 30% e 50% dos distintos módulos. Essas diferenças nas redes podem estar relacionadas a articulação entre os conteúdos ou até mesmo a essência do algoritmo, entretanto, essa discussão foge dos objetivos propostos neste trabalho. Assim, optou-se por examinar outro modo de realizar o corte a fim de obter um critério único válido para todas as redes. Pois, para cada módulo da *QFL4600* são geradas duas redes deste tipo, totalizando seis estruturas.

Portanto, foi examinado o corte no 1º quartil (25%). Este corte é uma medida de posição definida como o número que se encontra na quarta parte de uma série de números, estando estes dispostos segundo uma ordem. Em outras palavras, o 1º quartil é calculado com base na ordem dos valores que formam o conjunto de dados. Neste trabalho, o conjunto de dados a serem ordenados são os valores numéricos apresentados nas matrizes e o número de vezes que estes valores são encontrados.

A exemplo, na figura 27 tem-se a matriz de associação do grupo para o módulo *natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da Química*, com os parâmetros: proposições extraídas e leitura no modo S. Nesta figura foram marcadas as relações contabilizadas, de acordo com o valor numérico.

		Abstração	Concreto	Constituição da matéria	Demanda cognitiva	experimental	fenomenológico	Macroscópico	Microscópico	Multimodelos	Propriedades	Química	raciocínio proporcional	representacional	simbólico	substâncias	Teoria	Transformação
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Abstração	1																	
Concreto	2	5																
Constituição da matéria	3	1	0															
demanda cognitiva	4	3	0	0														
experimental	5	1	1	0	0													
fenomenológico	6	0	0	0	0	0												
macroscópico	7	2	3	1	0	2	0											
Microscópico	8	3	0	0	0	1	0	12										
Multimodelos	9	3	1	2	0	0	0	0	1									
Propriedades	10	0	1	4	0	2	0	0	0	1								
Química	11	9	5	7	4	2	1	5	7	3	4							
Raciocínio proporcional	12	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2						
Representacional	13	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0					
Simbólico	14	0	0	0	0	0	2	1	3	1	1	4	0	2				
Substâncias e materiais	15	0	0	3	0	0	0	1	1	0	8	8	0	0	1			
Teoria	16	1	1	1	0	1	2	0	0	3	1	3	0	1	0	0		
Transformação	17	0	0	1	0	3	0	0	1	1	4	7	0	1	1	5	3	

Figura 27. Matriz de associação do grupo para o módulo *natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da Química*, com os parâmetros: proposições extraídas e leitura no modo S.

Para facilitar a visualização foi elaborada a tabela 8, que resumidamente, mostra a ordenação dos valores encontrados na matriz e quantas vezes este mesmo valor aparece na própria matriz.

Tabela 8. Ordenação dos valores encontrados na matriz (Fig.27) e o número de vezes que estes valores foram registrados.

Ordenação dos valores	12	9	8	7	5	4	3	2	1
Número de vezes que o valor aparece na matriz	1	1	2	3	4	5	11	8	32

Observando a tabela 8 pode-se notar que a soma dos valores encontrados na segunda linha fornecem o valor 67, o qual corresponde ao total de relações contabilizadas por valor numérico. Deste modo, o primeiro quartil corresponde a 16,75, ou seja, a quarta parte do valor total 67. Neste caso, no 1º quartil são consideradas as relações que apareceram em quatro ou mais textos, destacado na segunda linha, pois a somatória dos valores da segunda linha até este ponto perfaz o valor 16.

A rede obtida a partir deste corte está representada na figura 28.

Figura 28. Rede de conceitos com corte percentual representativo construída considerando os valores apresentados na matriz exposta na figura 27.

De modo geral, todas as redes obtidas considerando o 1º quartil foram pertinentes, pois não demonstraram grupos de conceitos desconectados, nem muitos conceitos relacionados dificultando a análise. Estas redes apresentaram-se mais homogêneas e, portanto o corte ficou estabelecido no 1º quartil.

4.3.3. Algumas considerações sobre os tipos de redes de conceitos

Para cada questão aplicada na *QFL4600* foram construídas quatro redes de conceitos, levando em conta os algoritmos *vizinho(s) mais próximo(s)* e *corte percentual representativo*, e os materiais de partida que poderiam ser os textos originais ou as proposições extraídas. Embora, tenham sido construídas redes diferentes de acordo com o material de partida, os algoritmos que a embasam ressaltam informações semelhantes. Logo, para uma análise entre os tipos de redes de conceitos foram selecionadas um único caso, especificamente as estruturas elaboradas a partir das proposições extraídas da atividade do módulo *Natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da química*.

Na figura 29 são exibidas as duas redes deste módulo com as características supramencionadas. Observando estas e as demais representações

construídas, percebe-se que as mesmas são distintas em vários aspectos sobressaindo as diferenças no número de ligações e número de conceitos centrais. Estes conceitos são aqueles que apresentam os maiores números de ligações, especificamente considerou-se um conceito central aquele que apresenta um número igual ou superior a três ligações. Diferem também na natureza dos conceitos centrais e nas ligações par a par mostradas, não havendo uma regularidade na variação destes parâmetros. Porém, os dois tipos de redes apresentam uma semelhança: a variação do número de conceitos apresentados nas estruturas.

Figura 29. Rede do tipo: **(A)** *Vizinho(s) mais próximo(s)* e **(B)** *Corte percentual representativo* para o módulo *Natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da Química*. Redes obtidas a partir das proposições – Modo S. As ligações destacadas em (B) são as que diferem de (A).

Destacando o número de conceitos exibidos nas estruturas gráficas nota-se que a rede *Vizinho(s) mais próximo(s)* contempla todos os conceitos fornecidos na instrução. Já a rede *corte percentual representativo* apresenta número de conceitos variável, mas sempre um número inferior ao que foi fornecido; no módulo *Natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da química* estão dispostos 11 dos 17 conceitos pré-estabelecidos. Esta constatação demonstra que as redes *Vizinho(s) mais próximo(s)* são úteis para análises que requeiram todos os conceitos ou análise por conceito, em contrapartida a rede com o corte percentual é favorável a análises que almejam explicitar os principais conceitos considerados pelos estudantes e suas relações.

Enquanto as redes *Vizinho(s) mais próximo(s)* priorizam a originalidade dos conceitos, pois são construídas levando em consideração a individualidade de cada termo, as redes de *corte percentual* são construídas levando em conta as principais relações citadas de modo geral. Assim, as redes *vizinho(s) mais próximo(s)* são interessantes para estudos que objetivam averiguar as relações feitas e os significados de cada conceito, e as redes com corte percentual representativo são de grande valia para a interpretação da estrutura como um conjunto de relações entre os conceitos, tidos como os mais importantes pelo grupo de investigados. Nesse sentido, pode-se considerar a existência de duas famílias que enquadram as redes: centrada nos conceitos e centrada nas relações.

As redes centradas nos conceitos (V+P) podem ser analisadas observando, por exemplo, os conceitos representados na estrutura focando nos centrais e nos terminais (aqueles que estão ligados a apenas um conceito). Assim, tanto o professor quanto o pesquisador podem ter indícios de quais os conceitos que tem uma ampla e mais rica rede de relações, integrando de maneira mais consolidada a estrutura de conhecimento do grupo, e aqueles conceitos que foram pouco conectados. Observando a rede (V+P) ilustrada na figura 29 – (A) nota-se a presença de seis conceitos terminais, um grupo de conceitos isolado da rede principal (Microscópico – Macroscópico) e seis conceitos centrais.

Com relação à rede (CPR) pode-se observar na figura 29 – (B) as conexões tidas como mais importantes pelo grupo de sujeitos. Dessa maneira, é interessante elencar a natureza dessas relações para ser feita uma discussão da compreensão dos significados do conhecimento conceitual, gerando assim um mapa conceitual. Entretanto pode ser, de antemão, realizada uma análise geral da rede

ressaltando, por exemplo, as conexões que apareceram de grande importância dentro da temática e as conexões que deveriam ser explicitadas e não o foram. Na rede da figura 28 observamos que o conceito simbólico foi ligado exclusivamente a química, mas esse conceito também tem uma relação intrínseca com os conceitos macroscópico e microscópico, por constituírem os três níveis de pensamento no âmbito da química (JOHNSTONE, 2000), no entanto tais relações não foram explicitadas pelos estudantes de modo a integrarem as mais importantes.

4.4 Análise das matrizes e redes: uma comparação interna

A fim de se analisar em que extensão a natureza dos textos influencia na obtenção das matrizes e redes foi planejada uma comparação interna utilizando dois materiais: os textos originais e as proposições extraídas.

A comparação foi orientada pelos itens enumerados abaixo:

1. Número de relações par a par possíveis e número total de relações contabilizadas nas matrizes. O último valor é adquirido somando-se todos os valores numéricos de cada matriz.
2. Natureza das relações mais representativas, ou seja, aquelas que se destacam por apresentarem os maiores valores numéricos na matriz.
3. Número e natureza dos nós encontrados nas redes. Nós correspondem aos conceitos centrais, ou seja, os conceitos que apresentam maior número de ligações. Neste trabalho considerou-se um conceito central aquele que apresenta um número igual ou superior a três ligações.
4. Número total de ligações apresentadas nas redes.
5. Número de ligações comuns entre as redes e cálculo do percentual médio de concordância (PMC) (CLARIANA; KOUL, 2008). Este índice permite uma comparação de similaridade entre as redes. O cálculo é realizado de acordo com a expressão matemática:

$$PMC = \left(\frac{NL_{R1R2}}{NL_{R1}} + \frac{NL_{R1R2}}{NL_{R2}} \right) \cdot \frac{1}{2}$$

NL_{R1R2} = número de ligações comuns entre a rede 1 e a rede 2.

NL_{R1} ou NL_{R2} = número total de ligações da rede 1 ou rede 2.

Valores do PMC próximos ao numeral um indicam alta semelhança entre as redes, em contra partida valores próximos a zero designam que existem poucas conexões similares.

A análise das matrizes e redes não foi separada, pois em vários momentos houve a necessidade de recorrer simultaneamente a ambas.

4.4.1. Descrição da comparação interna

Módulo 1 da disciplina: *Natureza da Ciência*

A atividade que deu origem as redes de conceitos do módulo *Natureza da Ciência* solicitava que os estudantes escrevessem um texto dissertativo ou proposições sobre a temática utilizando todos ou parte dos conceitos pré-estabelecidos. Sendo eles: abstração, ciência, conclusão, dado, experimento, fato, fenômeno, hipótese, lei, método, modelo, observação, previsão, problema, realidade, teoria, teste, verdade.

Após a digitalização de todas as respostas elaboradas pelos estudantes e extração das proposições explícitas realizou-se a leitura individual de cada arquivo pelo programa ALA-Reader[®]. De posse das matrizes de associação individuais efetuou-se a soma das mesmas para obtenção das matrizes de associação do grupo. Foram obtidas duas matrizes do grupo, apresentadas nas figuras 30 e 31.

		abstração	ciência	conclusão	dado	experimento	fato	fenômeno	hipótese	lei	método	modelo	observação	previsão	problema	realidade	teoria	teste	verdade
		1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
abstração	1																		
ciência	2	2																	
conclusão	3	1	2																
dado	4	1	4	4															
experimento	5	3	8	4	7														
fato	7	2	4	4	5	5													
fenômeno	8	2	6	3	5	5	4												
hipótese	9	1	6	4	5	9	3	3											
lei	10	2	3	3	2	6	2	6	4										
método	11	2	5	3	1	5	1	3	4	1									
modelo	12	3	6	2	1	2	3	1	2	2	2								
observação	13	2	6	4	4	7	5	4	5	2	4	3							
previsão	14	2	2	2	2	3	1	6	2	5	1	2	3						
problema	15	1	5	2	2	4	3	1	3	2	2	2	2	1					
realidade	16	1	4	1	1	2	3	1	1	1	2	2	1	2	3				
teoria	17	1	6	3	2	5	3	7	5	6	3	4	2	3	3	2			
teste	18	1	4	4	5	6	4	4	5	3	1	1	3	1	2	1	2		
verdade	19	2	4	5	2	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	1	3	3	

Figura 30. Matriz (1) obtida a partir dos textos originais e modo de leitura S.

		Abstração	Ciência	Conclusão	dado	Experimento	fato	fenômeno	hipótese	lei	método	modelo	observação	previsão	problema	realidade	teoria	teste	verdade
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Abstração	1																		
Ciência	2	1																	
Conclusão	3	0	0																
dado	4	0	1	3															
Experimento	5	2	1	1	4														
fato	6	0	1	1	0	1													
Fenômeno	7	1	1	0	2	0	0												
Hipótese	8	1	1	2	1	3	1	2											
Lei	9	0	0	1	0	0	1	4	3										
Método	10	0	3	0	0	1	0	0	1	0									
Modelo	11	2	4	1	0	1	0	0	0	1	0								
Observação	12	1	3	3	2	3	3	3	2	0	3	1							
Previsão	13	0	0	0	1	0	0	2	1	3	0	1	0						
Problema	14	1	2	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0					
Realidade	15	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0				
Teoria	16	0	2	1	2	1	0	3	4	1	1	2	0	2	0	0			
Teste	17	1	0	2	3	2	0	0	3	1	0	0	1	0	0	1	1		
Verdade	18	0	2	0	0	0	1	0	2	1	2	0	1	1	0	0	1	1	

Figura 31. Matriz (2) obtida a partir das proposições extraídas e modo de leitura S.

Somando todos os valores numéricos presentes nas matrizes é possível encontrar os números de relações totais contabilizadas, sendo 471 relações na matriz (1) e 142 na matriz (2). Portanto o número total de relações contabilizadas a

partir dos textos originais é maior do que as quantificadas com a análise das proposições.

Inspecionando as figuras 30 e 31 observa-se a possibilidade de relacionar os 18 conceitos fornecidos através de 153 distintas relações, par a par. Na matriz (1) não há nenhum zero, portanto, todas as relações possíveis foram contabilizadas sugerindo que foram citadas pelos estudantes, contudo na matriz (2) foram lidas 84 relações e as demais 69 não foram mencionadas pelos estudantes. Avaliando detalhadamente o número de relações contabilizadas para cada par de conceitos percebe-se também que todas as relações contabilizadas na matriz proveniente das proposições foram quantificadas na matriz dos textos originais, indicando que a matriz (2) está contida na matriz (1).

No que diz respeito às relações relevantes a matriz de associação do grupo (1) possui 15 relações nesta categoria, pois 50% ou mais dos textos apresentaram estas relações; Em contrapartida, nenhuma relação com esta percentagem foi encontrada na matriz (2). Na última, as relações contabilizadas com maior percentual, são apenas quatro com percentagem de 33%. Dentre as relações ditas relevantes destacam-se aquelas que apresentam o maior valor numérico por simbolizarem as relações mais representativas. No caso da matriz (1) têm-se os pares de conceito: hipótese - experimento e experimento - ciência estando presentes em nove e oito textos respectivamente. Na matriz (2) os pares de conceito mais representativos presentes em quatro arquivos são: modelo - ciência, experimento - dado, lei - fenômeno e teoria - hipótese. Portanto, não há pares de conceitos representativos semelhantes nas matrizes.

De posse das matrizes foram elaboradas as redes de conceitos dos tipos: *vizinho(s) mais próximo(s)* e *corte percentual representativo* para cada matriz de associação do grupo, totalizando quatro estruturas gráficas¹⁵. Na tabela 9 listou-se a natureza dos nós encontrados em cada rede e os quantificou. Também foi acrescentado o número de ligações e de conceitos presentes nas redes.

¹⁵ As redes de conceitos constam no anexo A.

Tabela 9. Comparação estrutural das redes do módulo *Natureza da Ciência*

Parâmetros	<i>Textos originais – Modo S</i>		<i>Proposições – Modo S</i>	
	Vizinho mais próximo	Corte percentual representativo - 1º quartil	Vizinho mais próximo	Corte percentual representativo - 1º quartil
Natureza dos Nós / Conceitos Centrais	Ciência Experimento Fato Fenômeno Lei	Ciência Dado Experimento Fato Fenômeno Hipótese Lei Observação Teoria Teste	Ciência Dado Experimento Hipótese Método Observação Realidade Teste Verdade	Ciência Dado Experimento Fenômenos Hipótese Lei Observação
Número de nós	5	10	9	7
Número de ligações presentes na rede	21	31	25	18
Número de conceitos presentes na rede	18	16	18	14

Percebe-se a partir dos dados da tabela 9 que todos os conceitos fornecidos estão inseridos nas redes *vizinhos mais próximos* e um número inferior nas redes com *corte percentual representativo*. Também nota-se que os nós presentes nas redes diferem em número e natureza. As quatro redes apresentam apenas dois nós em comum, ciência e experimento. Ao contrastar as duas redes provenientes dos textos originais tem-se que todos os conceitos centrais da rede *vizinho mais próximo* também o são na rede com *corte percentual representativo*, porém o mesmo não ocorre entre as redes construídas a partir da leitura das proposições.

No que tange ao número de pares de conceitos relacionados ou ligações presentes nas estruturas gráficas detecta-se que a variação destes valores é pequena comparando as duas redes do tipo *vizinho mais próximo*, todavia, este fato não ocorre ao comparar as duas redes do tipo *corte percentual representativo*. Cotejando também as redes provenientes dos textos originais e das proposições internamente nota-se que há uma variação considerável do número de conexões.

Além de confrontar o número de conexões das redes é interessante levar em conta a natureza destas ligações. Para tal foi calculado o índice PMC, que quantifica o grau de similaridade entre as redes. Foram calculados os valores de PMC para todas as comparações possíveis entre as quatro redes obtidas, e apresentados na tabela 10.

Tabela 10. Valores do PMC para as comparações entre redes do módulo *Natureza da Ciência*.

Parâmetros	Textos originais S (V+P)	Proposições S (V+P)	Textos originais S 1º quartil	Proposições S 1º quartil
Textos originais S (V+P)	--			
Proposições S (V+P)	0,39	--		
Textos originais S 1º quartil	0,72	0,43	--	
Proposições S 1º quartil	0,41	0,72	0,57	--

Na tabela 10 nota-se que os valores do PMC variam de 0,39 a 0,72, ou seja, as redes apresentam diferentes graus de semelhança. Para as redes de um mesmo tipo, porém obtidas de diferentes materiais de partida os valores do PMC são 0,39 e 0,57 respectivamente, para *vizinho mais próximo* e *corte percentual representativo*. Portanto, as redes obtidas a partir dos textos originais não apresentam elevada semelhança com as redes oriundas dos arquivos com as proposições extraídas.

As comparações entre as duas redes construídas com o mesmo material de origem, ou seja, textos originais e proposições obtiveram o mesmo valor de PMC correspondente a 0,72. Portanto estas redes têm cerca de 70% de suas conexões semelhantes apresentando semelhança intermediária alta.

Módulo 2 da disciplina: *Concepções de Ensino e Aprendizagem*

As matrizes e estruturas gráficas deste módulo foram geradas com base em uma atividade que solicitava aos alunos que escrevessem sobre sua concepção de aprendizado utilizando todos ou parte dos conceitos pré-definidos, sendo eles: aprendizado ativo, cognitivo, professor, exemplificação, aprendiz, behaviorismo, entendimento, construtivismo, sólido conhecimento, contexto, conhecimento, memorização, metacognição, avaliação profunda, estímulos, comportamentos observáveis, conhecimento preexistente, ensino expositivo e avaliação profunda. Colaboraram nesta atividade (18) estudantes que optaram por escrever (06) respostas no formato proposicional e (12) em forma de texto dissertativo.

Após a construção do arquivo de termos e leitura dos arquivos pelo ALA-Reader[®] foram obtidas as matrizes representativas apresentadas nas figuras 32 e 33.

		Aprender	Aprendizado ativo	Avaliação objetiva	Avaliação profunda	Behaviorismo	Cognitivo	Comportamentos observáveis	Conhecimento	Conhecimento preexistente	Construtivismo	Contexto	Ensino expositivo	Entendimento	Estímulo	Exemplificação	Memorização	Metacognição	Professor	Sólido conhecimento
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Aprender	1																			
Aprendizado ativo	2	2																		
Avaliação objetiva	3	1	0																	
Avaliação profunda	4	1	1	3																
Behaviorismo	5	3	0	1	0															
Cognitivo	6	4	2	2	1	0														
Comportamentos observáveis	7	2	0	1	2	6	0													
Conhecimento	8	7	1	0	1	2	2	1												
Conhecimento preexistente	9	2	4	0	1	0	4	0	4											
Construtivismo	10	3	2	0	0	0	1	0	5	5										
Contexto	11	3	0	0	0	0	0	1	3	0	1									
Ensino expositivo	12	4	0	3	0	2	1	0	1	1	0	0								
Entendimento	13	3	0	3	3	1	3	1	5	1	1	5	2							
Estímulo	14	5	2	1	2	8	0	4	4	2	1	0	3	2						
Exemplificação	15	2	2	0	1	0	0	0	2	2	0	7	1	3	1					
Memorização	16	1	0	4	4	0	2	1	5	0	0	0	1	7	1	0				
Metacognição	17	1	1	0	1	0	1	0	2	0	1	3	0	2	1	1	0			
Professor	18	7	5	1	1	1	1	0	6	7	2	1	4	1	6	2	0	0		
Sólido conhecimento	19	2	3	0	2	0	1	0	1	5	0	2	0	2	0	3	0	0	6	

Figura 32. Matriz (3) obtida a partir dos textos originais e modo de leitura S.

		Aprendiz	Aprendizado ativo	Avaliação objetiva	Avaliação profunda	Behaviorismo	Cognitivo	Comportamentos observáveis	Conhecimento	Conhecimento preexistente	Construtivismo	Contexto	Ensino expositivo	Entendimento	Estímulo	Exemplificação	Memorização	Metacognição	Professor	Sólido conhecimento
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Aprendiz	1																			
Aprendizado ativo	2	2																		
Avaliação objetiva	3	0	0																	
Avaliação profunda	4	1	1	0																
Behaviorismo	5	3	0	1	0															
Cognitivo	6	2	1	1	1	0														
Comportamentos observáveis	7	1	0	0	1	5	0													
Conhecimento	8	7	1	0	1	2	1	1												
Conhecimento preexistente	9	2	2	0	0	0	3	0	3											
Construtivismo	10	1	1	0	0	0	1	0	4	3										
Contexto	11	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1									
Ensino expositivo	12	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0								
Entendimento	13	3	0	1	1	1	2	0	1	1	0	5	2							
Estímulo	14	5	1	0	1	4	0	3	1	0	0	0	3	2						
Exemplificação	15	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	4	0	3	0					
Memorização	16	1	0	2	2	0	0	0	4	0	0	0	0	3	0	0				
Metacognição	17	0	2	0	1	0	1	0	2	0	1	1	0	2	0	0	0			
Professor	18	4	1	1	0	0	1	0	2	5	0	1	1	0	4	2	0	0		
Sólido conhecimento	19	2	2	0	1	0	0	0	1	5	0	0	0	1	1	2	0	0	3	

Figura 33. Matriz (4) obtida a partir das proposições extraídas e modo de leitura S.

A partir das relações contabilizadas nas matrizes foi calculado o número total de relações presentes; matriz (3) possui um total de 292 relações e matriz (4) possui 172 relações. Reforçando a ideia de que o número de relações lidas nos arquivos dos textos originais é sempre maior do que o lido nas proposições.

Recorrendo a estas matrizes nota-se que a partir dos 19 conceitos sugeridos aos estudantes era possível estabelecer 171 distintas relações entre conceitos. Na matriz (3) dos textos originais observa-se que dentre estas possíveis relações 56 não foram contabilizadas, já na matriz (4) das proposições tem-se 83 relações não encontradas. Observando o número de vezes que cada relação foi evocada percebe-se que a matriz (4) está contida na matriz (3) com exceção de um par de conceitos, metacognição e aprendizado ativo. Este par de conceitos foi contabilizado uma única vez nos textos originais e duas vezes nos arquivos com as proposições, pois estava sendo relacionado em duas frases sequenciais e só foi contabilizado ao extrair as proposições que contemplam as relações com significado semântico.

No que se refere às relações relevantes não foram encontradas, em nenhuma das matrizes, relações evocadas em 50% ou mais textos. Nestas matrizes (3 e 4) observam-se conexões com percentagem máxima de 39%, com exceção de uma relação citada por 8 alunos, podendo ser consideradas as relações mais representativas. Nas matrizes referem-se aos pares de conceitos: matriz (3) conhecimento – aprendiz, professor – aprendiz, estímulo – behaviorismo (relação citada por 8 alunos), professor – conhecimento preexistente, exemplificação – contexto, memorização – entendimento; matriz (6) conhecimento – aprendiz. Apenas uma relação representativa é comum as matrizes, conhecimento – aprendiz.

Com base nas matrizes foram construídas as respectivas redes de conceitos¹⁶. Observando as estruturas gráficas elaborou-se a tabela 11 que mostra alguns aspectos estruturais. Na linha (1) são explicitados os parâmetros utilizados para a obtenção da rede. Na segunda linha expõem-se os conceitos referentes aos nós encontrados e na linha seguinte tem-se o número total dos mesmos. Por fim, são apresentados o número de conexões contabilizadas e conceitos presentes em cada estrutura gráfica.

¹⁶ As redes de conceitos constam no anexo B.

Tabela 11. Comparação estrutural das redes do módulo *Concepções de Ensino e Aprendizagem*.

Parâmetros	Textos originais – Modo S		Proposições – Modo S	
	Vizinho mais próximo	Corte percentual representativo - 1º quartil	Vizinho mais próximo	Corte percentual representativo - 1º quartil
Natureza dos Nós / Conceitos Centrais	Aprendiz Conhecimento preexistente Memorização Professor	Aprendiz Conhecimento Conhecimento preexistente Entendimento Estímulo Memorização Professor	Aprendiz Aprendizado ativo Conhecimento Conhecimento preexistente Memorização Metacognição	Aprendiz Behaviorismo Conhecimento Conhecimento preexistente Entendimento Estímulo Professor
Número de nós	4	7	6	7
Número de ligações presentes na rede	18	28	19	22
Número de conceitos presentes na rede	19	18	19	15

O número de nós e sua natureza divergem nas diferentes redes, porém não foi observado nenhum padrão relativo a tipo de rede e número de nós. Percebe-se que os conceitos, ‘aprendiz’ e ‘conhecimento preexistente’, são nós comuns às quatro redes. Todos os conceitos caracterizados como centrais na rede *vizinho mais próximo* – textos originais, também tem a mesma função na rede com *corte percentual representativo* – textos originais. Entretanto, para as redes geradas com as proposições os conceitos centrais diferem. Ressalta-se ainda que as redes *vizinhos mais próximos* exibem todos os conceitos fornecidos e as com *corte percentual representativo* um número inferior.

No tocante ao número de conexões explicitadas nas redes as do tipo *vizinho mais próximo* possuem apenas uma ligação que as diferencia e, as do tipo *corte percentual representativo* apresentam uma desigualdade relativa a seis ligações. Comparando as redes provenientes do mesmo material de

partida tem-se uma disparidade de 10 ligações nas redes dos textos originais e três conexões nas estruturas originárias das proposições. Portanto, nota-se que há variação desta grandeza, todavia a natureza das ligações possui maior importância. Com o intuito de possibilitar uma comparação entre as redes, considerando a natureza das ligações, foi calculado o PMC entre as quatro redes de conceitos. Os valores obtidos para os PMC foram organizados na tabela 12.

Tabela 12. Valores do PMC para as comparações entre redes do módulo *Concepções de Ensino e Aprendizagem*.

Parâmetros	Textos originais S (V+P)	Proposições S (V+P)	Textos originais S 1º quartil	Proposições S 1º quartil
Textos originais S (V+P)	--			
Proposições S (V+P)	0,43	--		
Textos originais S 1º quartil	0,78	0,57	--	
Proposições S 1º quartil	0,51	0,54	0,73	--

Os valores do PMC obtidos na comparação das redes ficaram entre 0,43 e 0,78. Portanto, indicam que as estruturas apresentam um mínimo de 43% de semelhança. Acredita-se que este valor não tenha sido menor devido à presença de 06 textos já escritos no formato proposicional.

Realçam-se também os valores obtidos para as comparações entre redes do mesmo tipo, entretanto, geradas das proposições e dos textos originais. Estes valores de PMC são 0,43 e 0,73, respectivamente para *vizinho mais próximo* e *corte percentual representativo*. Dessa maneira, as redes construídas com as proposições apresentam semelhança muito variável com as redes geradas a partir dos textos originais.

De modo análogo podemos observar e comparar os valores de PMC para as duas redes construídas para cada material de partida. Encontramos os valores (0,78 e 0,54) respectivamente, para as redes dos textos originais e das proposições, indicando que as redes dos textos originais possuem 78% de suas ligações semelhantes, em contrapartida apenas 54% das conexões são similares entre as redes das proposições. Neste caso as redes obtidas com os textos originais e as proposições apresentam número de conexões discrepantes.

Módulo 3 da disciplina: *Natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da Química*

No último módulo da disciplina foi requerida dos alunos a resposta ao questionamento: 'O que é química e quais os principais aspectos dessa ciência que devem ser levados em conta no planejamento do ensino de química?' A resposta deveria ser escrita na forma de texto ou proposições a partir da lista de conceitos: abstração, concreto, constituição da matéria, demanda cognitiva, experimental, fenomenológico, macroscópico, microscópico, multimodelos, propriedades, química, raciocínio proporcional, representacional, simbólico, substâncias e materiais, teoria e transformação. Nenhum dos 17 estudantes que participaram desta etapa elaborou a resposta na forma de proposições.

Os arquivos com as respostas foram lidos pelo ALA-Reader[®] e foram geradas as matrizes apresentadas nas figuras (34 e 35). Observa-se que o número total de relações contabilizadas varia em cada matriz; matriz (5) contém 340 relações e a matriz (6) tem 181. Esta variação considerada grande pode ser justificada com base na natureza das respostas.

		Abstração	Concreto	Constituição da matéria	Demanda cognitiva	experimental	fenomenológico	Macroscópico	Microscópico	Multimodelos	Propriedades	Química	raciocínio proporcional	representacional	simbólico	substâncias	Teoria	Transformação
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Abstração	1																	
Concreto	2	9																
Constituição da matéria	3	2	1															
demanda cognitiva	4	5	0	0														
experimental	5	2	2	0	0													
fenomenológico	6	0	0	0	0	1												
macroscópico	7	5	6	1	0	3	0											
Microscópico	8	7	5	1	1	3	0	14										
Multimodelos	9	4	3	3	0	4	0	3	3									
Propriedades	10	1	1	9	0	3	0	1	1	4								
Química	11	10	6	10	5	2	1	10	12	6	8							
Raciocínio proporcional	12	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	4						
Representacional	13	0	0	0	0	3	3	1	1	2	1	1	0					
Simbólico	14	0	0	0	0	3	2	5	6	2	1	7	0	4				
Substâncias e materiais	15	1	1	6	0	1	0	2	3	2	7	9	0	0	1			
Teoria	16	3	2	1	0	4	3	1	1	6	3	6	0	3	1	2		
Transformação	17	0	1	5	0	4	0	0	1	4	10	9	0	1	1	4	3	

Figura 34. Matriz (5) obtida a partir dos textos originais e modo de leitura S.

		Abstração	Concreto	Constituição da matéria	Demanda cognitiva	experimental	fenomenológico	Macroscópico	Microscópico	Multimodelos	Propriedades	Química	raciocínio proporcional	representacional	simbólico	substâncias	Teoria	Transformação
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Abstração	1																	
Concreto	2	5																
Constituição da matéria	3	1	0															
demanda cognitiva	4	3	0	0														
experimental	5	1	1	0	0													
fenomenológico	6	0	0	0	0	0												
macroscópico	7	2	3	1	0	2	0											
Microscópico	8	3	0	0	0	1	0	12										
Multimodelos	9	3	1	2	0	0	0	0	1									
Propriedades	10	0	1	4	0	2	0	0	0	1								
Química	11	9	5	7	4	2	1	5	7	3	4							
Raciocínio proporcional	12	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2						
Representacional	13	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0						
Simbólico	14	0	0	0	0	0	2	1	3	1	1	4	0	2				
Substâncias e materiais	15	0	0	3	0	0	0	1	1	0	8	8	0	0	1			
Teoria	16	1	1	1	0	1	2	0	0	3	1	3	0	1	0	0		
Transformação	17	0	0	1	0	3	0	0	1	1	4	7	0	1	1	5	3	

Figura 35. Matriz (6) obtida a partir das proposições extraídas e modo de leitura S.

A partir dos 17 conceitos fornecidos e explicitados nas matrizes era possível reportá-los através de 136 distintas relações, par a par. Na matriz (5) 43 destas relações não foram contabilizadas e na matriz (6) 68 relações não foram encontradas nos arquivos, apresentando o numeral zero. Atentando-se

ao número de relações contabilizadas para cada par de conceitos nota-se que a matriz (6) está inserida na matriz (5) com exceção das relações contabilizadas para dois pares de conceitos: substâncias e materiais e propriedades, e transformação e substâncias e materiais. Em ambos os casos as relações eram feitas entre duas frases sequenciais, portanto só ficaram explícitas após a extração das proposições.

No que diz respeito às relações relevantes presentes nas matrizes de associação do grupo realça-se na matriz (5) dez conexões relevantes: concreto - abstração, química - abstração, propriedades - constituição da matéria, química - constituição da matéria, microscópico - macroscópico, química - macroscópico, química - microscópico, química - substâncias e materiais, transformação - propriedades e transformação - química. Dentre estas relações destacam-se os pares: microscópico - macroscópico, microscópico - química e química – abstração por terem sido as relações com os maiores valores na matriz.

Observando a matriz (6) nota-se que somente duas relações foram encontradas em mais de 50% dos textos: química – abstração e microscópico – macroscópico, presentes em 9 e 12 arquivos. Essas duas relações coincidem com as relações representativas da matriz (5).

Com base nas matrizes foram elaboradas as redes de conceitos¹⁷. A tabela 13 sintetiza uma comparação estrutural das redes fornecendo a natureza e número dos nós, além das ligações e número de conceitos presentes. Observa-se que 'química' é o único conceito central comum a todas as redes, além de uma pequena variação no número de conexões presentes. Também se percebe que o número de conceitos expostos nas redes com *corte percentual representativo* é significativamente inferior ao total fornecido.

Neste módulo os conceitos centrais divergem também para comparações entre as redes elaboradas com o mesmo material de partida.

¹⁷ As redes de conceitos constam no anexo C.

Tabela 13. Comparação estrutural das redes do módulo *Natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da Química*.

Parâmetros	Textos originais – Modo S		Proposições – Modo S	
	Vizinho mais próximo	Corte percentual representativo - 1º quartil	Vizinho mais próximo	Corte percentual representativo - 1º quartil
Natureza dos Nós / Conceitos Centrais	Abstração Experimental Multimodelos Química Teoria	Abstração Concreto Constituição da matéria Macroscópico Microscópico Propriedade Química Substâncias e materiais	Abstração Multimodelos Química Teoria Transformação	Propriedades Química Substâncias e materiais Transformação
Número de nós	5	8	6	4
Número de ligações presentes na rede	20	21	19	16
Número de conceitos presentes na rede	17	12	17	11

Os valores do PMC das redes deste módulo estão dispostos na tabela 14 e encontram-se no intervalo de (0,51 a 0,77). Dentre os valores do PMC é válido ressaltar as comparações entre redes do mesmo tipo, mas obtidas a partir das proposições e textos originais. Comparando as redes *vizinhos mais próximos* tem-se PMC igual a 0,70; e para as redes com *corte percentual representativo* o valor do PMC é 0,77. Deste modo, as redes de um mesmo tipo, porém geradas com base em materiais de partida diferentes tem cerca de 70% de conexões semelhantes.

Tabela 14. Valores de PMC para as comparações entre redes do módulo *Natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da Química*.

Parâmetros	Textos originais S (V+P)	Proposições S (V+P)	Textos originais S 1º quartil	Proposições S 1º quartil
Textos originais S (V+P)	--			
Proposições S (V+P)	0,70	--		
Textos originais S 1º quartil	0,54	0,59	--	
Proposições S 1º quartil	0,51	0,56	0,77	--

Atendo-se a comparação entre as redes elaboradas com os textos originais obtêm-se um PMC de 0,54 e para redes das proposições índice equivalente a 0,56, indicando que as redes apresentam aproximadamente 50% de ligações similares.

4.4.2. Refletindo sobre a comparação interna

As matrizes obtidas com as leituras dos textos originais e das proposições extraídas são distintas em todos os módulos tendo em vista, a variação do número de relações totais contabilizadas, as relações par a par não lidas em cada caso e a natureza das relações mais representativas. Esta diferença só é minimizada no módulo *Concepções de Ensino e Aprendizagem* devido à natureza das respostas elaboradas pelos estudantes. Neste caso, algumas respostas abrangeram o formato de texto propositivo.

O número total de relações contabilizadas a partir dos textos originais é sempre maior do que as quantificadas com a análise das proposições. Fato justificado pelo algoritmo do programa ALA-Reader® que relaciona todos os conceitos presentes em uma sentença – Modo S, independentemente se os conceitos possuem uma relação com sentido proposicional.

No que diz respeito às relações não contabilizadas, ou seja, aquelas que foram representadas pelo numeral zero, percebeu-se que nas matrizes provenientes das proposições há um número maior de relações deste tipo. Em contrapartida, nas matrizes obtidas dos textos originais praticamente todas as relações possíveis foram contabilizadas. Deste modo, as matrizes das proposições estão contidas nas matrizes provenientes dos textos originais.

Com relação à natureza estrutural das redes notou-se uma variação no número de nós, porém não foi encontrada nenhuma correlação entre número de nós e método de obtenção da rede. Destaca-se que os módulos possuem apenas um ou dois conceitos centrais comuns às redes e os demais diferem. No que diz respeito às ligações presentes nas estruturas gráficas, predominantemente houve variações pequenas destes valores ao comparar as redes do mesmo módulo. Mas a natureza destas relações difere significativamente.

Os valores do PMC calculados, para as várias comparações entre as redes de um mesmo módulo, variaram. Dentre os valores destacam os encontrados para as comparações do mesmo tipo de rede (V+P ou CPR), porém provenientes de matrizes distintas, ou seja, a partir da leitura dos textos como foram escritos pelos estudantes e pela leitura das proposições extraídas. Na tabela 15 são mostrados os valores de PMC dessas comparações para cada módulo.

Tabela 15. Valores de PMC para as comparações entre redes do mesmo tipo, porém provenientes dos textos originais e das proposições extraídas.

Módulo	Redes do tipo V+P	Redes do tipo CPR
<i>Natureza da Ciência</i>	0,39	0,57
<i>Concepções de Ensino e Aprendizagem</i>	0,43	0,73
<i>Natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da Química.</i>	0,70	0,77

Observa-se na tabela 15, que para os casos específicos deste trabalho, os valores de PMC para as redes do tipo V+P são mais baixos do que os valores de PMC para as redes do tipo CPR quando são comparadas redes provenientes dos distintos textos. Essa diferença é justificada pelo algoritmo de cada tipo de rede; na V+P são selecionadas as conexões que foram expressas por um número maior de estudantes para cada conceito e na CPR são escolhidas as conexões que foram mais citadas independentemente dos conceitos.

Destaca-se na tabela 15 a variação do PMC entre as comparações das redes do tipo CPR, a qual está relacionada à natureza dos textos e o modo de leitura do programa ALA-Reader®. No módulo *natureza da ciência* percebe-se o menor valor (0,57), pois todas as respostas dos estudantes foram escritas no formato dissertativo, ou seja, em cada frase das respostas dos estudantes são encontrados três ou mais conceitos pré-selecionados. Nesse sentido, todos os conceitos de uma mesma frase são considerados relacionados pelo ALA-Reader® e as relações contabilizadas para os textos originais e as proposições diferem em grande extensão. Por outro lado, no módulo *concepções de ensino e aprendizagem* o valor do PMC é (0,73), visto que algumas respostas já foram escritas no formato proposicional apresentando dois conceitos em cada sentença. Dessa maneira, alguns textos originais não passaram pelo processo de extração das proposições e foram considerados como foram escritos pelos estudantes durante a leitura dos textos modificados para proposição.

Para o módulo *natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da Química*, os valores de PMC das duas comparações apresentaram-se na faixa de (0,70 a 0,77) como pode ser visto na tabela 15. Fato justificado pela maneira como as respostas foram elaboradas. Nesse módulo, os estudantes utilizaram o conceito *química* em várias sentenças dos seus textos, pois o usavam tanto para expressar a ideia da ciência química quanto para expor a ideia de ensino de química como pode ser visto a seguir, na resposta de uma aluna. Nessa resposta percebe-se a presença do conceito química em quatro das cinco sentenças escritas.

A química busca explicar microscopicamente fenômenos macroscópicos.

O método tradicional de ensino em química promove desinteresse e por parte do aluno, uma vez que se baseia basicamente em abstrações e não promove associações entre o conteúdo teórico e o cotidiano.

A frequente utilização de modelos representativos busca facilitar a realização de abstrações.

Um dos grandes desafios no ensinar química é conseguir uma forma mais concreta possível de representar fenômenos.

No ensino de química é uma alternativa para explicar a relação entre a constituição da matéria e suas propriedades, a utilização de modelos. Resposta da aluna Joana para a atividade do módulo *natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da Química*.

Nesse contexto, percebeu-se que a natureza dos textos influencia fortemente na obtenção da matriz e por consequência, na estrutura representacional da rede de conceitos. No caso específico deste trabalho, com um número pequeno de respostas coletadas, as matrizes e redes diferiram consideravelmente. Por consequência, as análises e aplicações aqui apresentadas utilizaram as redes provenientes das proposições extraídas, afinal, este procedimento foi realizado para todas as respostas e representa as relações com significado semântico. Porém, acredita-se que essas diferenças possam ser minimizadas quando a transformação for realizada com um número maior de respostas, assim os valores de PMC tenderiam a ficar cada vez mais próximos de um, significando alta semelhança entre as redes.

Contudo, não se pode descartar a validade de ambas as matrizes, provenientes dos textos originais e das proposições. As matrizes obtidas a partir das leituras dos textos originais representam relações de proximidade, isto é, relações entre conceitos que possuem algum grau de vizinhança; neste caso no modo de leitura S são contabilizadas as relações representadas por conceitos que estão próximos por constituírem uma mesma sentença. Já as matrizes geradas a partir das proposições representam as relações proposicionais, ou seja, as relações com significado entre dois conceitos citadas por cada aluno.

Ambas as matrizes e respectivas redes fornecem várias informações que permitem fazer inúmeras inferências sobre as relações mais explicitadas em todo o conjunto de textos. No entanto ao se considerar os textos originais há uma perda no significado proposicional, e um ganho no tempo desprendido

na atividade. Todavia, ao considerar as proposições há necessidade de dispor de um tempo considerável para trabalhar com os textos e, por consequência são quantificadas apenas as relações com significado proposicional entre dois conceitos. Também no último caso, tem-se a influência de quem está fazendo a extração das proposições, afinal é uma tarefa manual que exige interpretação.

Nesse contexto, acredita-se que a partir das matrizes e redes obtidas dos textos originais possa se fazer as primeiras aproximações sobre as ideias explicitadas pelos estudantes. Além, de facilitarem o trabalho docente tendo em vista o tempo e esforço necessário para extrair as proposições de cada texto, ou até mesmo analisar os textos, a fim de se levantar as principais ideias ou conceitos mais importantes para um grupo de estudantes. A exemplo, um professor pode obter uma matriz e gerar uma rede, em um curto intervalo de tempo, e utilizar para planejar suas aulas ou levar para a sala de aula como um recurso instrucional. Com outra perspectiva, um pesquisador pode recorrer a essa ferramenta inicialmente para levantar as principais ideias sobre a temática e estruturar, por exemplo, seu instrumento de coleta de dados podendo ser um questionário ou um roteiro guia para uma entrevista.

Porém, para utilizar essa ferramenta na pesquisa, já em fase de análise mais aprofundada dos dados, é recomendado que se faça a extração das proposições para se obter representações gráficas, nas quais se conheça a natureza ou significado semântico das relações.

4.5. Sistematização do processo de transformação de textos em mapas cognitivos

A partir dos testes e da percepção das informações realçadas em cada tipo de matriz e rede de conceitos, iniciou-se um processo de reflexão e esboço sobre as possibilidades de trabalho ou análise das mesmas, e os possíveis recursos que deveriam compor um software de automatização ou semi-automatização da transformação de textos em mapas cognitivos. A intenção deste item não é estruturar um recurso computacional para a transformação dos textos em mapas, mas indicar alguns pontos considerados

importantes e que podem ser abrangidos ao desenhar um recurso computacional neste contexto.

4.5.1. Leitura dos textos e obtenção das matrizes

Inicialmente seria mais viável a leitura de todos os textos dos estudantes em um único arquivo, gerando automaticamente uma matriz de associação do grupo. Entretanto, deve-se ater ao tipo de quantificação das relações que será realizada. Acredita-se que a leitura deve ser feita considerando as frases como importantes fragmentos dos textos, porém é necessário estudos para indicar se as relações serão agregadas por aluno como no caso do ALA-Reader®, ou, se serão somadas todas as relações encontradas em um mesmo texto¹⁸. O tipo de quantificação é importante, porque um único aluno pode escrever várias sentenças que remetem a um único par de conceitos, entretanto, os demais colegas podem não considerar tal relação. Dessa maneira, na matriz será marcado um número de relações que não é coerente com a estrutura textual expressa pela turma. Presume-se que a leitura tenha que ser por agregação, porém com todos os textos em um único arquivo.

Também, seria interessante acrescentar ao software um recurso de quantificação das palavras para auxiliar na construção do arquivo de termos. Assim, neste arquivo não haveria restrição do número de variações do conceito e todas as encontradas seriam consideradas. Dessa maneira, seria permitida apenas a leitura dos conceitos estabelecidos no arquivo e na forma como foram escritos, excluindo a leitura simultânea de conceitos com radicais semelhantes, como aconteceu no módulo *Concepções de ensino e aprendizagem*.

¹⁸ No nosso grupo de pesquisa, a mestrande Patrícia Andrade da Silva testou o programa Hamlet® (BRIER; HOPP, 2010), que também contabiliza as relações par a par encontradas nos textos. Neste programa, os textos dos alunos são lidos em um único arquivo e as relações marcadas referem-se à soma de todas as encontradas nos textos. Até o presente momento parece-nos que este software atende grande parte das nossas necessidades e expectativas.

Outro recurso que deveria ser adicionado diz respeito a uma ferramenta de auxílio no processo de extração das proposições. Isto é, um recurso que busque automaticamente todas as sentenças que apresentam a relação par a par desejada. Assim, através do auxílio humano iniciaria a extração da relação proposicional.

4.5.2. Obtenção das redes de conceitos

No que refere à construção das redes de conceitos a partir das matrizes, o software consideraria as duas famílias: centrada nas relações e centrada nos conceitos. Em ambos os casos, o programa deveria destacar na estrutura gráfica os conceitos centrais, para deixar claro quais são os principais ou mais importantes para o grupo de sujeitos investigados. Além, de deixar explícito nas conexões o número de relações contabilizadas para cada caso. A exemplo, na figura 36 tem-se uma rede de conceitos do tipo *vizinho(s) mais próximo(s)* do módulo *Natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da Química*.

Figura 36. Rede do tipo *Vizinho(s) mais próximo(s)* para o módulo *Natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da Química*, obtida a partir das proposições – Modo S. Nesta rede foram retiradas as setas e adicionados os números relativos à quantidade de estudantes que explicitaram tal relação. Os conceitos centrais também foram destacados.

Através do destaque dos conceitos centrais e do número de relações marcadas nas matrizes, o pesquisador ou professor pode visualizar quais os conceitos que integram os conhecimentos dos investigados. Além de permitir descobrir as relações par a par, mais ou menos utilizadas pelos alunos, de modo a fazer inferências sobre quais relações que ainda não foram bem estabelecidas pelos estudantes. Para a rede exibida na figura 36 observa-se que os conceitos centrais são: abstração, multimodelos, química, simbólico, teoria e transformação. Porém, há uma estruturação da rede focalizada no conceito química. Como também pode ser observado na rede do tipo corte percentual representativo (Figura 37).

Figura 37. Rede do tipo *Corte percentual representativo* para o módulo *Natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da Química*, obtida a partir das proposições – Modo S. Nesta rede foram adicionados os números relativos à quantidade de estudantes que explicitaram tal relação. Os conceitos centrais também foram destacados.

No caso específico do módulo supramencionado, parece que os alunos encararam o conceito química como um rótulo ou a grande área, fato justificável pelo pouco conhecimento sobre a temática, afinal estes estudantes estão cursando a primeira disciplina que a aborda e de maneira introdutória. Também se deve considerar a natureza da pergunta que foi aplicada aos

alunos, pois a mesma solicitava que respondesse: o que é química e quais os principais aspectos dessa ciência que devem ser levados em conta no planejamento do ensino de química? Havia o requerimento da definição do próprio conceito química, assim este conceito talvez pudesse não ter sido pré-estabelecido na atividade.

Ao se obter uma rede organizada fundamentalmente em torno de um conceito, o software almejado deveria ter um recurso que possibilite excluir da matriz de associação do grupo e por consequência da rede o conceito desejado. A exemplo, nas redes das figuras 36 e 37 se excluiriam o conceito química gerando as redes apresentadas na figura 38, assim seria mais rica a visualização da integração entre os vários conceitos. E a partir destas novas redes, o docente ou pesquisador pode fazer uma avaliação mais criteriosa sobre as relações conceituais explicitadas do tema.

Figura 38. Rede do tipo: **(A)** *Vizinho(s) mais próximo(s)* e **(B)** *Corte percentual representativo* para o módulo *Natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da Química*. Redes obtidas a partir das proposições – Modo S - excluindo o conceito química.

As redes apresentadas na figura 38 se configuraram como mais pertinentes às análises tendo em vista a exclusão do conceito estruturador química, e por consequência a nova disposição das conexões. Na rede (A) da figura 38 observa-se uma estrutura com 16 conexões entre os conceitos, e sem um único conceito estruturador. Ao ser comparada à rede da figura 36, ou seja,

a rede com o conceito química nota-se que ao excluir este conceito são explicitadas seis novas ligações na estrutura. Destaca-se nessas novas ligações, a possibilidade de visualizar, por exemplo, a proximidade entre os três níveis do conhecimento químico: macroscópico, microscópico e simbólico. Embora os conceitos macroscópico e simbólico não estejam conectados.

Na rede (B) da figura 38 tem-se uma estrutura com nove novas ligações entre os diferentes conceitos, e número de conceitos maior se comparado ao apresentado na rede da figura 37. Sobressai ainda nesta nova rede a presença de 15 ligações e a organização destas conexões, pois os conceitos e ligações estão estruturados em dois grandes blocos que vão ao encontro da pergunta solicitada. Do lado direito tem-se ideias sobre o planejamento do ensino de química e do lado esquerdo sobre a natureza da química.

Além dos recursos já mencionados, deveria ser incorporada no software a possibilidade de transformar os valores marcados nas matrizes em distâncias, possibilitando a visualização de uma estrutura com valores de proximidades entre os conceitos. Este recurso é interessante para análises que envolvam as redes do tipo *vizinho(s) mais próximo(s)* construídas tanto pela leitura dos textos originais quanto das proposições. A figura 39 ilustra um caso de rede com as distâncias refletindo proximidade entre os conceitos. Quanto menor o valor, mais próximos estão os conceitos.

Figura 39. Rede do tipo *Vizinho mais próximo* com as distâncias entre os conceitos. Obtida a partir das proposições – Modo S – sem o conceito química.

Sinteticamente, na figura 39 observa-se que as distâncias entre os conceitos variaram entre 0,5 a 6 unidades, sendo considerado mais próximo pelos estudantes o par de conceitos: microscópico – macroscópico. Em contrapartida os pares: demanda cognitiva – raciocínio proporcional, e raciocínio proporcional – microscópico são tidos como os mais distantes. Dentre as várias relações e suas proximidades é possível fazer uma série de inferências, como as pautadas nos conceitos: macroscópico – microscópico – simbólico, por constituírem três aspectos do conhecimento químico importantes na abordagem dos conceitos no ensino. Estes três aspectos começaram a permear as ideias dos estudantes, afinal foram considerados pelos mesmos e estão relacionados. Porém estes têm proximidades variadas entre si sugerindo que são enfatizados de maneiras distintas no ensino.

Especificamente para as redes centradas nas relações, ou seja, com corte percentual representativo é interessante elencar a natureza destas relações e gerar um mapa conceitual. Para tanto, no software deve existir um

recurso que proporcione ao docente ou pesquisador buscar automaticamente as relações entre os conceitos selecionados. Nesse sentido, quando for feita a leitura dos textos originais, o docente ou pesquisador vai ter a tarefa de validar ou não a existência da relação e qual a sua natureza, de modo a convergir e ter um mapa conceitual similar ao elaborado a partir das proposições¹⁹. Dessa maneira, assume-se que realizar a leitura dos textos originais, e em seguida, fazer o processo de validação e seleção das frases de ligação facilite e agilize o trabalho, de modo a obter uma estrutura que representa as relações com significado proposicional (SILVA, 2012).

Por outro lado, quando for realizada a leitura dos textos já no formato proposicional, o software automaticamente deveria agrupar e apresentar as frases de ligação para cada par de conceitos exibido na estrutura gráfica. No caso do módulo *Natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da química*, o mapa conceitual obtido através da rede de conceitos, com o corte em 25% está aduzido na figura 40. O mapa conceitual explicita a natureza das relações propositivas direcionando a análises sobre o conhecimento dos estudantes, as incoerências conceituais, e a carência de argumentos que enfatizam a relação envolvida.

Também é importante que o programa permita a geração de redes com diferentes cortes percentuais, para que o docente ou pesquisador possa selecioná-la de acordo com o seu objetivo e interesse.

¹⁹ A mestrande Patrícia Andrade da Silva, integrante do nosso grupo de pesquisa, aprofundou em sua dissertação a discussão sobre a convergência dos mapas conceituais elaborados a partir dos textos originais com os mapas conceituais gerados a partir das proposições extraídas (SILVA, 2012).

Figura 40. Mapa conceitual elaborado a partir da rede com *corte percentual representativo*, sem o conceito química. Obtido a partir das proposições – Modo S. Os valores entre parênteses referem-se ao número de estudantes que citaram tal relação, e as setas indicam o sentido para leitura da frase de ligação.

Por fim, no software pode haver um recurso que possibilite elencar, a partir de um conceito selecionado, as conexões estabelecidas com os demais conceitos. Permitindo assim ao docente ou pesquisador fazer uma série de deduções específicas a determinado conceito. A escolha deste conceito pode partir de uma observação feita mediante as estruturas gráficas ou pelo interesse pessoal do pesquisador ou professor frente ao conceito.

Capítulo 5

**Ilustrando o uso das redes e mapas conceituais no contexto da
disciplina Introdução ao Ensino de Química**

Este capítulo objetiva ilustrar a aplicabilidade das redes e mapas conceituais elaborados com os dados coletados na disciplina Introdução ao Ensino de Química. De antemão ressalta-se que não há aqui a pretensão de avaliar a proposta de ensino desenvolvida ou a aprendizagem dos alunos referente aos temas tratados na disciplina, mas apontar e ilustrar algumas possibilidades de interpretação das estruturas gráficas no contexto de uma situação real. A partir das representações gráficas foram selecionadas algumas informações consideradas importantes para serem ressaltadas a fim de exemplificar uma possível aplicação, dessa maneira não foram realizadas todas as interpretações e inferências que as representações possibilitam.

De acordo com as discussões anteriores, as estruturas gráficas elaboradas a partir dos textos fornecem diferentes tipos de informação. No caso das redes de conceitos contemplando o(s) vizinho(s) mais próximo(s), sua importância é evidente quando o foco da análise se encontra em cada um dos conceitos presentes. Já as redes de conceitos a partir de corte percentual representativo são estruturas gráficas úteis quando o foco da análise está no número de vezes em que diferentes relações entre conceitos são estabelecidas, focando em seguida na natureza das diferentes relações entre os conceitos.

Deste modo, a apresentação se restringirá ao uso das redes de conceitos do tipo vizinho(s) mais próximo(s) e os mapas conceituais gerados a partir das redes de conceito com corte percentual representativo, abrangendo as duas grandes famílias de redes consideradas no trabalho. Além de perceber a proximidade entre os conceitos almeja-se conhecer a natureza das relações entre os conceitos citados sendo necessária a construção de mapas conceituais. Todo o enfoque será dado às estruturas construídas a partir das proposições extraídas, pois como já discutido anteriormente, essas redes foram muito distintas se comparadas às redes elaboradas com os textos originais tendo em vista o número pequeno de respostas coletadas. Outro motivo para tal escolha reside no fato de que as redes obtidas a partir das proposições extraídas dos textos apresentam relações conceituais com significado semântico, o que facilita em muito a construção dos mapas conceituais.

5.1. Módulo *Natureza da Ciência*

O módulo *natureza da ciência* aconteceu em um período de cinco aulas com duração de 03h40min cada. Ao longo dos encontros foram sugeridas várias leituras prévias a respeito do tema a ser abordado em aula; para cada leitura indicada era entregue um roteiro prévio com uma série de questões e atividades sobre a mesma, com exceção do texto 7 (Quadro 12). Durante a aula, os textos eram discutidos em sala e, geralmente, ao final da aula ou início da aula seguinte, o professor expunha uma síntese dos principais pontos discutidos. No quadro 12 é apresentada a programação de cada uma das aulas.

As leituras sugeridas e a sua respectiva discussão criam um espaço propício para discutir pontos fundamentais sobre a natureza da ciência, a exemplo, a dependência teórica da observação e da experimentação, a natureza dos métodos científicos e etc. Ressalta-se que não foram incorporadas discussões específicas ao campo da filosofia da química, pois, ao tratar-se de uma disciplina introdutória, não caracterizada como um curso de história ou filosofia da ciência ou da química, necessitou-se fazer escolhas quanto ao conteúdo abordado. O objetivo era promover uma discussão mais geral a respeito da ciência com o intuito de desmistificar a existência de um método científico de natureza empírico-indutivista, tão presente nas concepções de estudantes e professores de ciência (EL-HANI, 2006). Neste sentido, acredita-se que a discussão do debate entre os tradicionais e mais conhecidos filósofos da ciência atende a este objetivo.

Aula	Leituras sugeridas previamente.	Descrição das leituras	Objetivo Específico
1	<p>Texto 1: O sol dentro de um tubo de ensaio: a história da fusão fria.</p> <p>Texto 2: Os germes da discórdia: Louis Pasteur e as origens da vida.</p>	Dois episódios históricos retirados de fonte secundária (COLLINS; PINCH, 2003) que discorriam sobre casos ilustrativos do “fazer ciência”.	Tratar as relações entre os pares: experimentação-teoria e observação-teoria no desenvolvimento das ideias científicas. Mostrar a ciência como uma atividade de construção coletiva e inserida em uma realidade social.
2	<p>Texto 3: Uma visão geral do método nas ciências naturais.</p> <p>Texto 4: A pesquisa científica.</p>	As leituras foram retiradas do livro de Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (1999) e contemplam a abordagem do que são hipóteses, leis, teorias e modelos, além de propiciar uma reflexão sobre o papel dos problemas e das explicações no desenvolvimento científico.	Discutir alguns conceitos relevantes para a prática da pesquisa científica e a construção do conhecimento científico. Estabelecer as relações existentes entre uma teoria científica, leis, modelos, hipóteses e experimentos. Apresentar a tese de que o conhecimento científico é um tipo de conhecimento público, cuja produção é validada e compartilhada por um grupo social especializado.
3	<p>Texto 5: “Is there a scientific method?” (HODSON, 1982).</p> <p>Texto 6: Em Debate: Cientificidade e Educação em Ciências. (BORGES, 2007)</p>	Os dois textos apresentam resumidamente as ideias principais a respeito da natureza da ciência a partir das concepções empírico-indutivista e dos filósofos da ciência: Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend e Bachelard.	Explicitar a não existência de um único método científico compreendido como uma série de etapas rígidas a serem seguidas. Introduzir os alunos nas diferentes visões sobre a natureza da ciência.
4	Continuação da leitura dos textos da aula 3	Conforme descrito acima.	Retomar as concepções de ciência e explicitar as consequências de cada pensamento para o ensino. Apresentar o que deve ser evitado e o que é consensual (deve ser ressaltado) a respeito da natureza da ciência.
5	Texto 7: Superação das visões deformadas da ciência e da tecnologia: um requisito essencial para a renovação da educação científica (CACHAPUZ et al., 2005).	A leitura sintetiza algumas visões deformadas da ciência e mostra possíveis influências das mesmas no ensino de ciências.	Foi aplicada uma prova com questões dissertativas com o objetivo de avaliar a compreensão dos alunos sobre os temas abordados nas aulas anteriores.

Quadro 12. Programação das aulas do módulo *natureza da ciência*.

No final do módulo os estudantes responderam uma atividade que solicitava que pensassem sobre a temática estudada de modo a explicitar as relações entre alguns conceitos indutores pré-selecionados. Nesse caso, os conceitos foram escolhidos a partir das leituras do livro de Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (1999) que discorria sobre as definições do que seriam: hipóteses, leis, teorias e modelos, além de propiciar uma reflexão sobre o papel dos problemas e das explicações no desenvolvimento científico.

A partir das respostas dos estudantes foram geradas as representações gráficas apresentadas nas figuras 41 e 42. A observação das diferentes estruturas gráficas obtidas no âmbito da disciplina Introdução ao Ensino de Química permite estabelecer algumas considerações sobre as ideias que mais se destacam nos textos dos alunos sobre a natureza da ciência, sendo possível visualizar algumas visões sobre o significado do conhecimento científico para os sujeitos em questão.

Figura 41. Rede de conceitos do tipo vizinho(s) mais próximo(s) do módulo *natureza da ciência*. Construída a partir das proposições extraídas.

Figura 42. Mapa conceitual elaborado a partir da rede de conceitos com corte percentual representativo para o módulo natureza da ciência. Mapa conceitual Falta seta: observação para experimento. Construído a partir das proposições extraídas.

Especificamente na rede vizinho(s) mais próximo(s) tem-se a presença de nove conceitos centrais que estão destacados na estrutura gráfica (Figura 41). São eles: observação, experimento, dado, método, ciência, verdade, hipótese e realidade. Entretanto, como o número de respostas aqui coletadas foi muito pequeno (12 textos) o número de associações feitas entre os conceitos foi muito baixo, em torno de 3 ou 4 para a maioria dos casos. O conceito realidade, por exemplo, foi conectado a outros quatro conceitos, mas, em todos os casos suas conexões só foram estabelecidas uma única vez. O conceito que apresentou o maior número de relações foi observação, ligado a experimento, conclusão, fenômeno, fato, método e ciência. Em seguida vem o conceito de ciência ligado a outros cinco conceitos: observação, método, verdade, problema e modelo.

Observando as duas representações gráficas nota-se que os conceitos hipótese, dados, experimento, observação e ciência permaneceram centrais indicando que são conceitos de destaque. Dessa maneira, mesmo após as discussões a observação ainda possui um papel importante para os alunos, sendo o conceito que apresentou o maior número de conexões nas duas estruturas. O mesmo ocorre para a experimentação denotando que os estudantes concebem a prática experimental inteiramente ligada ao desenvolvimento científico.

Segundo a nova filosofia da ciência a observação e a experimentação são práticas que estão intensamente, mas não totalmente, relacionadas ao conhecimento científico, além de estarem cerceadas por teorias prévias (McCOMAS, 1998). Acredita-se que a disciplina propiciou um processo de reflexão sobre o modo de construção da ciência, mas a visão empirista da ciência ainda está muito presente nos estudantes.

A existência de um método científico compreendido como uma sequência de etapas a ser seguida também está presente nas concepções de alguns alunos. O conceito método é central na rede vizinho(s) mais próximo(s) (Figura 41) e no mapa conceitual (Figura 42) foi empregado por um estudante na proposição *Método [norteia e é o cerne da definição de] Ciência*. Alguns estudantes também apontaram que o método é iniciado com a observação. Por outro lado, dois alunos citaram que não existe um método rígido sugerindo uma

influência proveniente da disciplina tendo em vista que todas as leituras propostas discorriam, em diferentes extensões, sobre o pluralismo metodológico empregado pelas diversas ciências. Ressalta-se que a recusa ao método científico é um dos, se não se pode considerar o principal, ponto de concordância entre os vários filósofos modernos sobre a natureza da ciência (PRAIA et al., 2007).

Outra possibilidade de interpretação das representações é realizar uma comparação com uma estrutura padrão. Para tanto, nesse módulo foi construído um mapa conceitual padrão (Figura 43) pelo orientador, também professor da disciplina, e pela mestrandia a fim de exemplificar esse procedimento de inferência de significados. O mapa padrão foi elaborado com base nas leituras sugeridas do livro de Alves-Mazzotti e Gewandszajder (1999) ao longo da disciplina. De modo geral, no mapa padrão é apresentado um número maior de conexões entre os conceitos e as frases de ligação são mais completas, contudo podem ser observados alguns pontos interessantes como, a exemplo, as conexões feitas com o conceito hipótese.

O conceito hipótese foi tido como central nas duas representações gráficas construídas com base nas respostas dos estudantes e também é central no mapa padrão, porém na última estrutura há um número maior de conexões. Todavia, a natureza das frases de ligação apresentadas nos dois mapas conceituais, para as mesmas conexões com o conceito hipótese, converge para significados próximos explicitados de maneira mais ou menos completa. Ou seja, as proposições dos estudantes vão ao encontro das proposições expostas no mapa padrão para as conexões mencionadas. Na tabela 16 são apresentadas as quatro conexões comuns entre os mapas para o conceito hipótese, a fim de facilitar a percepção da similaridade entre os significados.

Tabela 16. Conexões comuns entre os mapas conceituais para o conceito hipótese.

Conceitos	Frases de ligação explicitadas pelos estudantes	Frases de ligação do mapa padrão	Conceitos
HIPÓTESE	“Se testada muitas vezes e mantida é considerada uma” “Pode ser entendida como” “Pode ser a base de uma”	“que resistiram ao teste passam a ser considerada”	LEI
HIPÓTESE	“Forma” “Entendida como” “Formulada com base em”	“reunidas, não exclusivamente, formam”	TEORIA
HIPÓTESE	“Submetida a”	“são suposições que devem ser submetidas a”	TESTE
HIPÓTESE	“Submetida a” “Nem sempre elaborada através de”	“são aceitas provisoriamente quando se tem os resultados previstos ao fazer”	EXPERIMENTO

Por fim, pode-se destacar a falta de algumas relações com o conceito teoria. Esse conceito foi terminal na rede vizinho(s) mais próximo(s) e apresentou apenas duas ligações no mapa conceitual com corte percentual representativo denotando pouca importância atribuída à teoria durante o fazer científico. Se comparado ao mapa conceitual padrão seriam esperadas outras ligações como a conexão entre teoria e modelo.

É válido salientar que ainda existem várias informações nas representações gráficas desse módulo, contudo o objetivo desse capítulo não é fazer uma análise minuciosa buscando todos os elementos apresentados, mas expor diferentes maneiras de análise e interpretação para as representações gráficas construídas a partir das respostas dos estudantes.

Figura 43. Mapa conceitual padrão construído baseado nas leituras sugeridas do livro de Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (1999).

5.2. Módulo *Concepções de Ensino e Aprendizagem*

O segundo módulo denominado *concepções de ensino e aprendizagem* foi desenvolvido em um período de três aulas de duração de 3h40min cada. Neste os alunos foram solicitados a ler dois textos e cumprir duas atividades, na primeira os alunos fizeram individualmente um fichamento do texto 1 (Quadro 13) e na segunda os alunos foram divididos em cinco grupos e cada grupo construiu um mapa conceitual a respeito de uma das abordagens de ensino tratadas no texto (tradicional, comportamentalista, humanista, cognitivista e sociocultural).

A partir do primeiro texto exposto no quadro 13 foram selecionados os conceitos indutores que compõe a questão aplicada nesse módulo. Nesse texto, *Como as pessoas aprendem* (CONSELHO NACIONAL DE PESQUISA DOS ESTADOS UNIDOS, 2007), inicialmente é feita uma retomada histórica sobre a educação indicando que no início do século XX o ensino focava a aquisição de habilidades de letramento (leitura, escrita e cálculos básicos) e atualmente buscam-se no ensino as possibilidades de ler criticamente, expressar com clareza e solucionar problemas complexos. Dessa maneira, entende-se hoje que a escola auxilia no desenvolvimento de ferramentas intelectuais e de estratégias de aprendizagem para aquisição do conhecimento de modo a tornar o aluno um aprendiz vitalício e independente. Ao longo do texto são contrapostas as teorias de aprendizagem de cunho behaviorista e cognitivista. E apontadas três descobertas que devem ser consideradas no ensino, sendo elas: i) os alunos possuem conhecimentos prévios que vão influenciar o seu aprendizado, dessa maneira esses precisam nortear o ensino; ii) para o desenvolvimento de competências em uma área há necessidade de se ter uma base sólida de conhecimentos factuais, assim como entender os fatos e as ideias no contexto conceitual e saber organizá-los, para tanto os professores devem ensinar os conceitos em profundidade, recorrendo a vários exemplos; iii) e uma instrução baseada na metacognição de maneira a possibilitar uma aprendizagem ativa, portanto o ensino de habilidades metacognitivas deve integrar o currículo.

Aula	Leitura sugerida previamente ou atividade desenvolvida	Descrição das leituras	Objetivo específico
1	<p>Texto 1: Como as pessoas aprendem., (CONSELHO NACIONAL DE PESQUISA DOS ESTADOS UNIDOS, 2007)</p> <p>Apresentação de dois vídeos curtos sobre o comportamentalismo.</p>	<p>O texto 1 é uma introdução a como as pessoas aprendem trazendo elementos da psicologia cognitiva.</p> <p>Os vídeos apresentam episódios que utilizam técnicas com características comportamentalistas para o aprendizado.</p>	<p>Levantar e discutir as concepções que os estudantes possuem sobre como as pessoas aprendem.</p> <p>Introduzir as principais contribuições da psicologia cognitiva para o processo de ensino e aprendizagem.</p> <p>Introduzir algumas características do behaviorismo.</p>
2	<p>Texto 2: Abordagens do processo de ensino e aprendizagem. (SANTOS, 2005)</p>	<p>O texto 2 é um artigo que sintetiza as principais abordagens do processo de ensino e aprendizagem: abordagem tradicional, comportamentalista, humanista, cognitivista e sociocultural.</p> <p>Os alunos foram divididos em grupos e tiveram que construir um mapa conceitual sobre a abordagem destinada ao seu grupo. Em seguida o apresentaram oralmente.</p>	<p>Discutir cada abordagem do processo de ensino e aprendizagem apresentada no texto 2.</p>
3	<p>Apresentação e discussão de um vídeo elaborado pelo <u>Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física - LAPEF</u>.</p>	<p>O vídeo relata uma sequência de ensino experimental desenvolvida no ensino fundamental. Especificamente o experimento da bolinha na cestinha disponível na página eletrônica do LAPEF.</p>	<p>Identificar as concepções de ciência e ensino apresentadas no vídeo.</p> <p>Identificar também o que foi considerado sobre como as pessoas aprendem.</p>

Quadro 13. Programação das aulas do módulo *concepções de ensino e aprendizagem*.

Com base nas discussões em sala de aula os estudantes responderam uma questão dissertativa que solicitava que os mesmos refletissem sobre as relações consideradas por eles mais importante dentro da temática, e as explicitassem utilizando os conceitos indutores pré-selecionados. De posse das respostas dos estudantes pôde-se elaborar as representações expostas nas figuras 44 e 45.

Figura 44. Mapa conceitual elaborado a partir da rede de conceitos com corte percentual representativo para o módulo concepções de ensino e aprendizagem. Elaborado a partir das proposições extraídas.

Figura 45. Rede de conceitos do tipo vizinho(s) mais próximo(s) para o módulo *concepções de ensino e aprendizagem*. Elaborada a partir das proposições extraídas.

Observando essas estruturas gráficas percebe-se que na rede do tipo vizinho(s) mais próximo(s) são explicitados todos os conceitos fornecidos na instrução, em contrapartida no mapa conceitual estão expostos 15 dos 19 conceitos, não estando presentes os conceitos: avaliação profunda, avaliação objetiva, metacognição e aprendizado ativo. Entretanto, esses conceitos apresentaram conexões interessantes na rede vizinho(s) mais próximo(s).

Na extremidade esquerda inferior da figura 45 têm-se as relações entre avaliação profunda e memorização, e avaliação objetiva com memorização. Acredita-se que exista uma relação negativa no primeiro par de conceitos e positiva no segundo, pois a memorização não vem ao encontro de uma avaliação profunda. No artigo do Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos (2007) houve uma breve explanação sobre um ensino centrado na avaliação, contudo a avaliação deve ser contínua, profunda e formativa tanto para os alunos quanto para o professor. Nesse sentido, a avaliação profunda é vista como uma atividade cotidiana de colaboração entre professor e alunos na busca pelo conhecimento, com o propósito de direcionar o ensino e auxiliar na aprendizagem.

Também se pode destacar a centralidade do conceito metacognição na figura 45 e suas relações com os conceitos conhecimento, aprendizado ativo e entendimento. Afinal como discutido em sala de aula, para uma prática

metacognitiva, potencializadora do processo de aprender, os estudantes assumem a sua própria aprendizagem definindo objetivos de aprendizagem e acompanhando este processo (CONSELHO NACIONAL DE PESQUISA DOS ESTADOS UNIDOS, 2007). Nesse âmbito, a metacognição envolve tanto o conhecimento sobre o próprio conhecimento, ou seja, a tomada de consciência dos processos e das competências necessárias para a realização da tarefa, quanto à capacidade de avaliar a execução da tarefa e fazer correções quando necessário (RIBEIRO, 2003).

Observando as duas representações gráficas (Figuras 44 e 45) nota-se a presença de três conceitos que permanecem centrais nestas, sendo eles: aprendiz, conhecimento e conhecimento preexistente, o que demonstra a relevância desses conceitos para o grupo de estudantes no contexto da disciplina. Dentre estes conceitos, o conceito conhecimento preexistente merece destaque, pois ao longo das aulas houve um discurso recorrente no sentido de que os professores devem extrair a compreensão preexistente trazida pelos alunos e trabalhar a partir dela. Afinal, o aluno vem à escola com algumas concepções pré-concebidas e não devem ser considerados como tábulas rasas. A centralidade do conceito aprendiz também é importante ao sugerir o papel fundamental desse sujeito no processo de aprendizagem.

Além da centralidade comum de alguns conceitos nas estruturas gráficas, percebe-se também nestas a ligação ou proximidade entre os conceitos entendimento, contexto e exemplificação. Nas discussões propiciadas ao longo da disciplina foi recursiva a defesa de que as práticas em sala de aula devem ser centradas no contexto dos alunos para auxiliar o entendimento. Nesse sentido cinco alunos expuseram que o *contexto* [é um recurso que auxilia o] *entendimento*. Ao mesmo tempo percebe-se que alguns alunos explicitaram que a *exemplificação* também é [um recurso que auxilia o] *entendimento* refletindo as ideias debatidas sobre as práticas dos professores, as quais devem permear muitos exemplos em que o mesmo conceito está em ação.

Atentando-se especificamente ao mapa conceitual (Figura 44) pode-se notar uma nítida separação entre grupos de conceitos. Do lado esquerdo tem-se uma centralização dos conceitos que dizem respeito à abordagem comportamentalista, por outro lado, na porção direita da estrutura visualizam-se os conceitos da abordagem construtivista. E as duas abordagens são conectadas pelos conceitos: professor e aprendiz. Essa separação entre os grupos de conceitos pode

ser vista como positiva no âmbito da disciplina, denotando compreensão por parte dos estudantes das principais características de cada abordagem.

A conexão do mapa pelos conceitos professor e aprendiz pode indicar um entendimento de que esses dois sujeitos estão presentes nas duas abordagens. Porém, as atuações que o professor e o aprendiz possuem em cada abordagem são diferentes e podem ser observadas na natureza das frases de ligação explicitadas. Na abordagem comportamentalista, o aprendiz está relacionado a responder estímulos. E o professor é considerado o responsável para promover estes estímulos indicando o papel controlador do professor. Por outro lado, no construtivismo, o aprendiz está ligado à busca pelo conhecimento e o professor tem que se preocupar com os conhecimentos preexistentes dos alunos para ensinar sendo considerado um mediador.

As ideias sobre o construtivismo apresentadas vão ao encontro de dois pressupostos principais dessa abordagem: o conhecimento não é transmitido, mas construído ativamente pelos indivíduos; e aquilo que o sujeito já sabe influencia na sua aprendizagem (MACHADO; MORTIMER, 2007). Dessa maneira, era desejável que também houvesse na parte direita do mapa a presença do conceito aprendizado ativo. Porém, o algoritmo que deu origem ao mapa conceitual prioriza as relações que foram mais citadas pelos estudantes e não tem a preocupação de expor na estrutura gráfica todos os conceitos fornecidos na instrução. Nesse sentido, a rede vizinho(s) mais próximo(s) pode ser complementar, por possibilitar a explicitação de todos os conceitos e as relações que foram mais citadas para cada conceito. Dessa maneira é possível averiguar que, embora considerado por apenas dois alunos, o conceito aprendizado ativo aparece ligado ao conhecimento preexistente.

5.3. Módulo *natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da Química*

O último módulo incluiu a discussão de leituras que contemplam pontos fundamentais sobre a *natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da Química* com o objetivo de introduzir os alunos na reflexão crítica sobre o ensino de química na escola básica e algumas peculiaridades de sua aprendizagem. O mesmo aconteceu durante seis aulas e sua programação está exposta no quadro 14.

Aula	Leitura sugerida previamente ou atividade desenvolvida	Descrição das leituras	Objetivo específico
1	Texto 1: Porque os alunos não aprendem a ciência que lhes é ensinada? (POZO; CRESPO, 2009)	O texto 1 é o primeiro capítulo do livro do pesquisador Pozo e aborda de maneira introdutória os problemas que circundam o ensino de ciências e dificultam o seu aprendizado.	Introduzir as características e problemas atuais do ensino de química: abordagem do conteúdo e a articulação entre os níveis macroscópico, microscópico e simbólico do conhecimento químico;
2	Texto 2: A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000) Texto 3: Concepções atomistas dos estudantes. (MORTIMER, 1995)	O texto 2 abarca a fundamentação teórica que deu subsídios para a elaboração de uma proposta curricular. Ressalta a importância da relação entre os fenômenos, a representação e os modelos teóricos. A leitura 3 exemplifica uma pesquisa de levantamento de concepções alternativas de estudantes sobre a concepção de átomo.	Apresentar os aspectos do conhecimento químico: observação dos fenômenos, níveis de representação e modelos teóricos explicativos. Abordar e exemplificar a existência de concepções alternativas no ensino de química.
3	Texto 4: Aprendizagem de conceitos científicos (POZO; CRESPO, 2009)	Trata-se do capítulo 4 do livro do pesquisador Pozo e refere-se a uma discussão sobre os conteúdos conceituais no currículo: dos dados aos conceitos.	Trabalhar o ensino de conteúdos conceituais em ciências e em química. Diferenciar dados de conceitos.
4	Trabalho final da disciplina, em grupo.	O trabalho era composto por duas partes: 1. A primeira era referente à análise de um experimento considerando as dimensões do conhecimento químico e a natureza dos conteúdos conceituais. 2. A segunda parte solicitava aos alunos propor uma sequência de aulas.	Aplicar alguns pontos abordados na disciplina. Reconhecer as relações entre os níveis macroscópico, microscópico e simbólico. Reconhecer a natureza dos conteúdos conceituais e sua classificação como fatos, conceitos e princípios. Planejar uma sequência de aulas.
5	Trabalho final da disciplina, em grupo.	Conforme descrito acima.	Conforme descrito acima.
6	Trabalho final da disciplina individual.	Consiste em uma análise crítica sobre o ensino de química ao qual o estudante foi submetido no ensino médio.	Aplicar todos ou alguns conceitos estudados na disciplina para fazer esta crítica.

Quadro 14. Programação das aulas do módulo *natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da Química*.

No final das aulas desenvolvidas foi aplicada uma atividade que solicitava que os alunos respondessem os questionamentos: “o que é química e quais os principais aspectos dessa ciência que devem ser levados em conta no planejamento do ensino de química?” utilizando uma lista de conceitos indutores, selecionados previamente com base nos vários textos discutidos na disciplina. Com as respostas dos estudantes foram elaboradas as estruturas gráficas apresentadas nas figuras 46 e 47. Especificamente neste módulo optou-se por descartar o conceito química dos conceitos indutores no momento de construção das redes, pois este limitava a estrutura das representações. Ao excluir o conceito química foram obtidas redes de conceitos com um número superior de ligações cruzadas entre os conceitos.

Figura 46. Rede de conceitos do tipo vizinho(s) mais próximo(s) para o módulo *natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da química*. Elaborada a partir das proposições extraídas.

Figura 47. Mapa conceitual elaborado a partir da rede de conceitos com corte percentual representativo para o módulo *natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da química*. Elaborado a partir das proposições extraídas.

Analisando as duas estruturas gráficas apresentadas, nota-se que em ambas houve uma nítida separação na organização dos conceitos. Os conceitos mais relacionados com a definição de química aparecem dispostos à esquerda na estrutura das redes e os conceitos relacionados com o ensino da química tendencialmente para a direita. Esta organização da conexão entre os conceitos denota certa coesão nas relações explicitadas pelo grupo e vem ao encontro das perguntas aplicadas.

Do lado esquerdo das estruturas gráficas, observam-se ligações entre os conceitos: transformação, substâncias e materiais, propriedades e constituição da matéria, os quais são objetos de investigação da química. Refletindo, assim, as discussões ocorridas na disciplina sobre o artigo de Mortimer, Machado e Romanelli (2000) no qual foi exposto o triângulo (Figura 48) apresentado a seguir.

Figura 48. Focos de interesse da química. Extraído de Mortimer, Machado e Romanelli (2000, p. 276)

Ao observar especificamente o mapa da figura 47 e comparar o triângulo apresentado na figura 48 pode-se encontrar certa similaridade, abrangendo tanto a organização dos conceitos quanto os significados imbuídos nas representações no que diz respeito aos focos de interesse da química. De modo geral,

O conhecimento das substâncias e dos materiais passa necessariamente pelo conhecimento de suas propriedades, no entanto para explicar o comportamento dos materiais e mesmo suas propriedades, precisamos lançar mãos de alguns conhecimentos químicos relacionados à constituição desses materiais e substâncias (...) (MACHADO; MORTIMER, 2007, p.29)

Embora algumas frases de ligação (Figura 47) entre os conceitos considerados focos da química estejam incompletas, não permeando todas as características apresentadas na fala anterior, pode-se considerar que os estudantes expressaram em suas respostas relações coerentes com a abordagem desenvolvida em sala de aula.

Ainda com relação à definição de química destaca-se a presença do conceito experimental ligado na parte esquerda das duas representações gráficas (Figuras 46 e 47), pois, muitas vezes a natureza da ciência química é considerada eminentemente de caráter experimental, onde o trabalho no laboratório tem um papel fundamental, quer seja na síntese de substâncias e preparação de materiais ou na análise da constituição química ou da estrutura molecular (de natureza submicroscópica) dos mesmos.

Por sua vez, do lado direito das estruturas gráficas encontram-se conceitos que fazem alusão aos aspectos necessários da química para o seu ensino. Por exemplo, na figura 47 pode ser visualizada uma preocupação por parte dos estudantes com relação ao nível de apresentação dos conceitos no ensino. Os estudantes explicitaram uma tendência a utilizar situações reais, concretas em nível macroscópico para em momento posterior fazer uma relação dos fenômenos em nível microscópico, pois este último exige uma demanda cognitiva superior.

Olhando atentamente os conceitos: microscópico, macroscópico e simbólico, componentes básicos da química (JOHNSTONE, 2000), percebe-se que nem todos apareceram ligados sugerindo que são utilizados de maneiras distintas no ensino. Entretanto, durante as discussões em sala houve prioridade em frisar para os alunos a importância dos três níveis e que estes devem comparecer igualmente no ensino através de processos constantes de ida e volta entre os mesmos. Nas duas representações gráficas houve uma ênfase na ligação entre os conceitos macroscópico e microscópico, citada por 12 alunos. Fato importante indicando que os estudantes perceberam a importância da relação entre esses níveis. Segundo Johnstone (2000) os professores têm uma tendência em deixar de lado o nível microscópico privando o aluno de sua capacidade de modelagem; e os alunos tendem a dar suas explicações exclusivamente no plano macroscópico, pois a compreensão no nível microscópico requer uma maior capacidade de abstração.

Por outro lado, no que diz respeito às ligações com o nível simbólico percebe-se que esse foi ligado ao nível microscópico somente através de três

relações explicitadas pelos alunos, e a ligação do nível simbólico com o macroscópico não foi contemplada. Dessa maneira, o nível simbólico não foi integrado igualmente como parte dos componentes básicos da química. Entretanto, segundo o modelo de Johnstone (2000), uma transformação química pode ser explicada em cada um dos três componentes. E o nível simbólico pode fornecer as ferramentas para a representação da compreensão resultante entre o fenômeno no nível microscópico e macroscópico.

A ligação das duas partes das redes ocorre pelos conceitos teoria e multimodelos. Ressaltando a importância desses conceitos tanto para a compreensão da essência do conhecimento químico, como meio para auxiliar a representação e compreensão dos conceitos no ensino de química. O termo multimodelos foi considerado nessa variação e não simplesmente modelos, devido à existência de alguns modelos que podem explicar os fenômenos.

A utilização do conceito modelo nas ciências pode designar, a exemplo, um grupo de equações matemáticas que possibilitam a descrição e previsão do comportamento de alguns sistemas; ou também, referir-se a um modelo físico, como é o caso das bolinhas e bastões para a representação de moléculas e átomos (SOUZA; CARDOSO, 2009). Contudo, o que é importante nas ciências é compreender que um modelo corresponde a uma visualização, ou seja, uma representação de uma ideia, objeto, evento, processo ou sistema (JUSTI; GILBERT, 1999). Portanto, o modelo não pode ser considerado uma cópia, miniatura ou descrição fiel da realidade.

Os modelos são inerentes à ciência e constituem-se à base do raciocínio científico; são importantes para fundamentar as explicações, auxiliam na visualização de entidades abstratas e facilitam a comunicação do conhecimento científico (JUSTI, 2006). Neste cenário, os modelos possuem papel preponderante nas ciências, o que também deve ocorrer no ensino de ciências. No último, os alunos devem: conhecer sobre o caráter, abrangência e restrições dos modelos científicos; conceber convenientemente a natureza dos modelos e ter habilidade para avaliar o papel dos mesmos no desdobramento e disseminação dos resultados da investigação científica; ser capazes de compor, expressar e verificar seus próprios modelos (JUSTI; GILBERT, 2002; JUSTI, 2006).

Também se pode observar nas duas estruturas gráficas que os conceitos: transformação, teoria e abstração permaneceram centrais, sendo, portanto os conceitos considerados mais importantes para o grupo de estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo desse trabalho consistiu em desenvolver e analisar uma ferramenta metodológica de transformação de textos escritos por estudantes em mapas cognitivos, pois, a obtenção de uma representação gráfica pode fornecer uma visão geral das relações apropriadas pelos estudantes. Identificando, no todo, as informações mais relevantes.

A coleta de dados para o desenvolvimento da ferramenta proposta foi realizada no contexto da disciplina Introdução ao Ensino de Química. Essa foi oferecida no 2º semestre do ano de 2010 e dividida em três módulos denominados: *natureza da ciência, concepções de ensino e aprendizagem e, natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da Química*. No final de cada módulo foi aplicada uma atividade que solicitava aos alunos escrever um breve texto sobre a temática de interesse a partir de alguns conceitos indutores pré-estabelecidos. Assim, os testes para o desenvolvimento da ferramenta foram feitos recorrendo às respostas dos estudantes.

Num primeiro momento foi conduzida uma revisão bibliográfica nas quatro primeiras edições dos encontros internacionais de mapeamento conceitual para se fazer um levantamento dos trabalhos que relacionam mapas cognitivos e textos. Os 11 trabalhos encontrados, número pequeno frente ao total de trabalhos apresentados nas reuniões, foram agrupados em cinco categorias. Especificamente, os estudos (CLARIANA; KOUL, 2004; KOWATA; CURY; BOERES, 2010; VILLALON; CALVO; MONTENEGRO, 2010) que seguem uma linha de pesquisa similar a presente, por buscarem a construção de redes ou mapas a partir de textos, estão em fase inicial.

Destaca-se que os pesquisadores Clariana e Koul (2004) expuseram um artigo sobre o software ALA-Reader® que foi incorporado e testado na presente pesquisa para sintetizar os textos em matrizes de associação. Por outro lado, os trabalhos de Kowata, Cury e Boeres (2010) e Villalon, Calvo e Montenegro (2010) buscavam padrões no âmbito gramatical da língua portuguesa para serem considerados em futuros algoritmos para transformar os textos em mapas, com o propósito de realizar a transformação com grande fidedignidade. Esses estudos podem ser complementares ao presente indicando elementos que são interessantes

para integrar o momento de leitura dos textos para obtenção das matrizes de associação.

Com relação aos testes, destaca-se que a ferramenta ALA-Reader[®] pode realizar a leitura dos textos de duas maneiras, ou seja, através dos modos L e S. O primeiro modo faz uma varredura linear no texto e relaciona os conceitos sequencialmente, de acordo como foram expostos no texto e não considera a pontuação. Já o modo S considera a pontuação e relaciona todos os conceitos que estão em uma mesma frase. A partir dos testes realizados verificou-se que as duas leituras fornecem matrizes muito diferentes, por contabilizarem relações distintas.

Deste modo, optou-se pelo modo de leitura S por ser mais coerente ao considerar as frases como importantes fragmentos do texto. Sustentado também pelas indicações dos trabalhos de Kowata, Cury e Boeres (2010) e, Villalon, Calvo e Montenegro (2010) ao apontarem que a pontuação deve ser considerada durante a leitura dos textos, pois as conexões mais importantes de um mapa são normalmente localizadas dentro de uma única frase do texto.

Ainda com relação ao uso do software ALA-Reader[®] salienta-se a necessidade de muita atenção para a construção do arquivo de termos necessário para a leitura dos conceitos pré-estabelecidos, pois a escrita equivocada de algum conceito ou o esquecimento de alguma variação semântica do conceito acarreta na não leitura do mesmo. Além de se atentar aos conceitos que apresentam radicais semelhantes para que não haja leitura simultânea. No caso da presente pesquisa foi necessário criar um código para os conceitos com radicais semelhantes e fazer as modificações necessárias em todas as respostas dos estudantes.

No que diz respeito à obtenção de diferentes tipos de mapas cognitivos, a partir da matriz de associação, foram descritos detalhadamente os algoritmos para a construção das estruturas gráficas dos tipos: *vizinho(s) mais próximo(s)* gerados pelo programa Pathfinder[®], e o *corte percentual representativo*, construído manualmente. Observando, as redes obtidas pelos dois algoritmos percebeu-se a geração de redes conceituais com estruturas distintas. As redes *vizinho(s) mais próximo(s)* apresentam todos os conceitos pré-estabelecidos sendo interessante para análises que requerem todos os conceitos fornecidos ou almejam buscar as relações feitas por determinados conceitos. Também podem ser destacados os conceitos considerados centrais e terminais, permitindo inferências sobre a sua importância no contexto em que os dados foram coletados. Já as redes com *corte*

percentual representativo mostram apenas os conceitos e relações mais citadas pelos estudantes auxiliando nas investigações que requeiram fazer um recorte nos pontos considerados principais pelos sujeitos.

Buscando a influência da natureza dos textos foi feita uma comparação interna entre as matrizes e redes de conceitos obtidos de duas maneiras distintas, ou seja, a partir dos textos na forma como foram escritos pelos estudantes e através de textos propositivos, os quais foram elaborados pela pesquisadora, ao extrair as efetivas relações explicitadas pelos estudantes.

Com base na comparação percebeu-se que as matrizes obtidas com as leituras dos textos originais e das proposições extraídas são distintas em todos os módulos tendo em vista, a variação do número de relações totais contabilizadas, as relações par a par não lidas em cada caso e a natureza das relações mais representativas. Com relação à natureza estrutural das redes, essas diferiram no número e natureza dos nós e nas conexões par a par expostas. Dentre os valores do PMC podem-se destacar os encontrados para as comparações do mesmo tipo de rede, porém provenientes das proposições e dos textos originais. Os índices de PMC variaram de acordo com a natureza dos textos, e indicaram que as redes de modo geral não possuem um elevado número de ligações semelhantes.

Portanto, há diferença substancial na análise realizada pelo programa ALA-Reader[®] utilizando um texto original ou proposições extraídas dos textos, no que diz respeito à identificação de relações entre conceitos. Refletindo posteriormente em redes de conceitos com várias conexões distintas. Deste modo, em uma pesquisa com um número reduzido de sujeitos envolvidos, julga-se pertinente extrair as proposições dos textos para que se possa ter uma matriz e posteriormente redes de conceitos que representem de maneira mais fiel as relações expressas nos textos. A matriz gerada a partir das proposições representa as relações proposicionais, ou seja, as relações com significado entre dois conceitos citadas por cada aluno.

Porém a matriz proveniente dos textos originais também tem sua validade, pois pode ser considerada uma matriz de proximidade entre os conceitos, onde o parâmetro de proximidade refere-se à presença dos conceitos em uma mesma frase. A presença dos conceitos em uma mesma frase indica que são próximos, afinal são usados para exprimir ideias relacionadas em uma unidade do texto.

No processo de transformação dos textos em mapas cognitivos pode-se mensurar a existência de dois momentos: obtenção das matrizes a partir dos textos, e em seguida, geração das redes de conceitos. Com base nesses dois momentos foram feitos vários apontamentos indicando alguns recursos que deveriam compor um software para este fim. Dentre esses se destacam, com relação à geração das matrizes de associação, a possibilidade de leitura de todos os textos juntos e a construção do arquivo de termos de modo mais fácil, ou seja, sem restrição do número de sinônimos e variações de cada conceito.

No que diz respeito às redes de conceitos seriam pertinentes recursos, como: destaque dos conceitos centrais, explicitação do número de relações contabilizadas para cada par de conceitos, possibilidade de exclusão de algum conceito de interesse para geração de uma nova rede, além da iminência de construir um mapa conceitual.

Por fim, com o objetivo de exemplificar o uso dos mapas cognitivos elaborados foi feita uma breve interpretação desses no contexto da disciplina Introdução ao Ensino de Química. A observação das representações nesse âmbito permitiu estabelecer considerações sobre as ideias que mais se destacaram nos textos. Dessa maneira, pôde-se perceber: os conceitos considerados mais importantes para o grupo de investigados, algumas ideias que estão de acordo e foram provavelmente influenciadas pelas discussões realizadas em sala de aula e outras contraditórias. Além, da separação de grupos de conceitos segundo o tema ou o tipo de solicitação da atividade.

De modo geral, a rede de conceitos vizinho(s) mais próximo(s) pode fornecer para o professor, informações rápidas sobre o tipo de estrutura que o aluno absorve com um dado conjunto de conceitos. E o mapa conceitual fornece uma estrutura com frases de ligação que permitem aprofundar a análise sobre a compreensão conceitual. Portanto, podem ser representações complementares no processo de interpretação.

Acredita-se que as representações gráficas sejam ferramentas úteis para a análise do aprendizado e da proposta desenvolvida ao longo da disciplina, entretanto, esses objetivos escapam ao escopo deste trabalho.

REFERÊNCIAS²⁰

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais**. São Paulo: Editora Thomson Learning. 2ªEd. 1999.

ANDERSON, R.C. Some reflections on the acquisition of knowledge. **Educational Researcher**, v.10, n.13, p.5-10, 1984.

ANTONIO, J. D. Estrutura retórica do texto: uma proposta para a análise da coerência. **Signótica**, v. 15, n. 2, p. 223-236, jul./dez. 2003.

ANTUNES, A. M. F. **Estructura cognitiva y Conceptos Nucleares en La enseñanza/aprendizaje de la Trigonometría: estudio comparativo realizado com alumnos del 10º al 12º curso de Enseñanza Secundaria mediante la aplicación de diferentes metodologías**. (2010). Tese (Doutorado em Didática das ciências naturais e matemática). Universidade de Extremadura, Badajoz, 2010.

ARAÚJO, A. M.; MENEZES, C. S.; CURY, D. Um ambiente Integrado para Apoiar a Avaliação da Aprendizagem Baseado em Mapas Conceituais, In: simpósio brasileiro de informática na educação, 13, 2002, São Leopoldo. **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, São Leopoldo, 2002. p. 49-59.

BOAVENTURA NETTO, P. O.; JURKIEWICZ, S. **Grafos: Introdução e prática**. São Paulo: Editora Blucher, 2009.

BORGES, R. M. R. **Em debate: Cientificidade e educação em ciências**. 2ª ed., Porto Alegre: ediPUCRS, 2007. 118 p.

BOUGON, M. Uncovering cognitive maps: The Self-Q Technique. In G. Morgan (Org.), **Beyond method**. Newbury Park: Sage, p. 173-188, 1983.

BRIER, A.; HOPP, B. **Hamlet II, Software for computer-assisted text analysis**. 2010. Tutorial sobre o funcionamento do programa. Disponível em: <<http://apb.newmdsx.com/hamlet2.html>> Acesso em: 06 maio 2013.

BRNA, P., et al. Learning to think and communicate with diagrams:14 questions to consider. **Artificial Intelligence Review**, v. 15. p. 115-134. 2001.

BUZAN, T. **Mapas mentais e sua elaboração: um sistema definitivo de pensamento que transformará a sua vida**. São Paulo: Cultrix, 2005.

CACHAPUZ, A. et al. (orgs.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005. 264 p.

CAÑAS, A. J. et al. Cmaptools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In: CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D.; GONZÁLEZ, F. M. (eds.), **Concept maps: theory,**

²⁰ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

methodology, technology. **Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping**, p.125 – 133. Pamplona, Espanha: CMC, 2004.

CAÑAS, J., et al. Representación mental de los conceptos, objetos y personas implicados em una tarea realizada en una interfaz. In: González, J.; Peñalvo, F. ; González, A. (Eds.). **Atas do 2.º Congresso Internacional de Interacción Persona-Ordenador** (Interacción'2001). p. 99-108. Ediciones Universidad de Salamanca.

CARVALHO, et al. Estrutura cognitiva dos alunos e aprendizagem conceptual da Matemática: contributos para o seu conhecimento através da técnica de Redes Associativas Pathfinder. **Educação, Formação & Tecnologias**, v.3, n.1, p.15-30. Maio, 2010.

CASAS, L. **El estudio de la estructura cognitiva de alumnos a través de Redes Asociativas Pathfinder. Aplicaciones y posibilidades en Geometría**.(2002) Tese (Doutorado). Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Extremadura, Badajoz, 2002.

CASAS GARCÍA, L. M.; LUENGO GONZÁLEZ, R. Representación del conocimiento y aprendizaje. Teoría de los conceptos nucleares. **Revista española de pedagogia**, n. 227, p.59-84, Ano LXII, janeiro – abril, 2004.

CASAS-GARCÍA, L. M.; LUENGO-GONZÁLEZ, R. Conceptos nucleares en la construcción del concepto de *ángulo*. **Enseñanza de las ciências**, v.23, n.2, p. 201–216, 2005.

CASAS-GARCÍA, L. M.; LUENGO-GONZÁLEZ, R. The study of the pupil's cognitive structure: the concept of angle. **European Journal of Psychology of Education**. DOI 10.1007/s10212-012-0119-4, p. 1-26, 2012.

CAVALCANTI, R. R. **Desenvolvimento e aplicação de um método de análise de mapas conceituais com o objetivo de acompanhar mudanças na compreensão de um grupo de alunos sobre o tema Equilíbrio Químico** (2011). Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – modalidade química). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CAVALCANTI, R. R. G.; MAXIMIANO, F. A. Mapas conceituais como ferramenta para determinar a estrutura conceitual de alunos do ensino superior sobre equilíbrio químico. In: Encontro nacional de pesquisa em educação em Ciências, 7, 2009, Florianópolis. **Caderno de Resumos**. Florianópolis : ABRAPEC, 2009. p. 348.

CLARIANA, R. B. Deriving individual and group knowledge structure from network graphs and from essays. In: IFENTHALER, D. et al. (eds.), **Computer-Based Diagnostics and Systematic Analysis of Knowledge**, 2010a, p. 117 – 130.

_____. Multi-decision Approaches for Eliciting Knowledge Structure. In: IFENTHALER, D. et al. (eds.), **Computer-Based Diagnostics and Systematic Analysis of Knowledge**, 2010b. p. 41 – 59.

CLARIANA, R.B.; KOUL, R. The effects of learner prior knowledge when creating concept maps from a text passage. **International Journal of Instructional Media**, v. 35, n. 2, p. 229-236, 2008.

_____. A computer based approach for translating text into concept map-like representations. In: CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D.; GONZÁLEZ, F. M. (eds.), Concept maps: theory, methodology, technology, **Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping**, p.131 – 134, Pamplona, Espanha: CMC, 2004.

CLARIANA, R. B.; WALLACE, P. A Computer-based approach for deriving and measuring individual and team knowledge structure from essay questions. **Journal of Educational Computing Research**, v. 37, n.3, p. 211-227, 2007.

_____. A comparison of pair-wise, list-wise, and clustering approaches for eliciting structural knowledge. **International Journal of Instructional Media**, v. 36, n. 3, 2006.

CLARIANA, R. B.; WALLACE, P. E.; GODSHALK, V. M. Deriving and measuring group knowledge structure from essays: The effects of anaphoric reference. **Education Technology Research and Development**, v. 57, n. 6, p. 725 – 737, 2009.

CLARIANA, R.B.; TARICANI, E. M. The consequences of increasing the number of terms used to score open-ended concept maps. **International Journal of Instructional Media**, v. 37, n. 2, p. 163-173, 2010.

COLLINS, H.; PINCH, T. **O golem: o que você deveria saber sobre ciência**. São Paulo: Editora UNESP, 2003.

CONKLIN, J. **Dialogue Mapping**. Inglaterra: Editora Wiley. 2006. 242p.

CONLON, T. Practical text concept mapping: new pedagogy, new technology. In: CAÑAS, A. J.; Reiska, P; Åhlberg, M.; Novak, J. D. (eds.), Concept mapping: Connecting Educators, **Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping**, Tallin, Finlândia: CMC, 2008.

CONSELHO NACIONAL DE PESQUISA DOS ESTADOS UNIDOS. **Como as pessoas aprendem**. São Paulo: Editora Senac, 2007.

Di NIZO, R. R. S.; MAXIMIANO, F. A. Comparison of Conceptual Maps Produced from a Text. In: International conference on concept mapping, 4, 2010, Viña del Mar.; **Proceedings of Fourth International Conference on Concept Mapping - Concept Maps: Making Learning Meaningful**, Viña del Mar, Chile, 2010.

DUNLAP, J.C.; GRABINGER, R.S. Using Pathfinder Networks to Assess Structural Knowledge. In: Third international interdisciplinary conference of the international research network of training and development conference, 1994, Milão. **Anais eletrônicos do encontro anual**. Milão, Itália, 1994. Disponível em:

<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.24.7188>> Acesso em 01 fev. 2011.

EL-HANI, C.N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. In: SILVA, C.C. (org) **Estudos de história e filosofia das ciências: Subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da física, 2006. p.3-21.

HENNO, I.; REISKA, P. Difficulty of texts in upper-secondary school biology textbook – using concept maps for analyzing students new knowledge. In: SÁNCHEZ, J.; CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D. (eds.), Concept maps: making learning meaningful, **Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping**, Viña del Mar, Chile: CMC, 2010.

HERMANN, W; BOVO, V. **Mapas mentais – Enriquecendo Inteligências**. Editora Walter Hermann. ISBN 8587778072 . 1ª ed. 2005. 372p.

HODSON, D. Is there a scientific method? **Education in Chemistry**. v.19, p. 112 – 116, 1982.

GRECA, I.M.; MOREIRA, M.A. O uso da análise multidimensional na pesquisa em ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Porto Alegre, v.1, n.3, p. 99-110, 2001.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: logical or psicological? **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.

JUNQUEIRA, M. M.; MAXIMIANO, F.A. Redes de conceitos obtidas a partir de textos 1: comparando métodos para se obter a rede.. In: Reunião da sociedade brasileira de química, 34, 2011, Florianópolis. **Anais da 34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Florianópolis: UFSC, 2011a.

JUNQUEIRA, M. M.; MAXIMIANO, F. A. Redes de conceitos obtidas a partir de textos 2: inferindo significados sobre a estrutura conceitual de estudantes universitários. In: Reunião da sociedade brasileira de química, 34, 2011, Florianópolis. **Anais da 34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Florianópolis: UFSC, 2011b.

JUNQUEIRA, M. M.; SILVA, P. A.; MAXIMIANO, F. A. Transformando textos escritos por alunos em redes de conceitos 2: comparação entre redes pré e pós-instrução. In: Encontro nacional de ensino de química, 15, 2010, Brasília. **Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química**, Brasília: UnB, 2010.

JUSTI, R. S.; La enseñanza de ciencias basada em la elaboración de modelos. **Enseñanza de las ciencias**. v. 24, n. 2, p. 173-184, 2006.

JUSTI, R. S.; GILBERT, J. K.; History and Philosophy of Science through Models: The case of chemical kinetics. **Science and Education**. v.8, p. 287-307, 1999.

_____; Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modelers. **International Journal of Science Education**. v. 24, n. 4, p. 369–387, 2002.

KITCHIN, R.; DODGE, M. **Mapping cyberspace**. Londres: Routledge. 2001.

KOWATA, J. H.; CURY, D.; BOERES, M. C. S. Concept maps core elements candidates recognition from text. In: SÁNCHEZ, J.; CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D. (eds.), Concept maps: making learning meaningful, **Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping**, p.120 – 127, Viña del Mar, Chile: CMC, 2010.

KOZMINSKY, E.; NATHAN, N.; KOZMINSKY, L. Mapping some design considerations for learning from texts. In: SÁNCHEZ, J.; CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D. (eds.), Concept maps: making learning meaningful, **Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping**, Viña del Mar, Chile: CMC, 2010.

LOMASK, M., et al. ConnMap: Connecticut's use of concept mapping to assess the structure of student's knowledge of science. In: **Annual meeting of the national association of research in science teaching**. Cambridge. 1992.

MACHADO, A. H.; MORTIMER, E. F. Química para o ensino médio: Fundamentos, pressupostos e o fazer científico. In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (ogs) **Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil**. Ijuí: Unijuí, 2007. p. 21-41.

MARTINS, J. V.; MAXIMIANO, F. A. Obtendo um mapa conceitual a partir de textos escritos pelos alunos. In: Reunião anual da sociedade brasileira de química, 31, 2008, Águas de Lindóia. **Livro de Resumos da 31ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Águas de Lindóia: SBQ, 2008.

MAXIMIANO, F. A. Comparação de mapas conceituais produzidos a partir da leitura de um texto. In: Reunião anual da sociedade brasileira de química, 32, 2009, Fortaleza. **Livro de Resumos da 32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Fortaleza: SBQ, 2009.

McCOMAS, W.F., et al. The Nature of Science Education: An Introduction. **Science & Education**. v.7, p.511-532, 1998.

MOREIRA, M A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Instituto de Física. UFRGS. 2003. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/moreira/mapasport.pdf>> Acesso em 01 fev. 2011.

MOREIRA, M. A. Conceptos em La educación científica: ignorados y subestimados. **Qurriculum**. v. 21, p. 9-26, 2008.

MOREIRA, M. A. Modelos Mentais. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.1, n.3, p.193-232. 1996.

MOREIRA, M. A. Por qué conceptos? Por qué aprendizaje significativo? Por qué actividades colaborativas? Por qué mapas conceptuales? **Curriculum**, v. 23, p. 9-23, 2010.

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

NATHAN, N.; KOZMINSKY, E. text concept mapping: the contribution of mapping characteristics to learning from texts. In: CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D.; GONZÁLEZ, F. M. (eds.), Concept maps: theory, methodology, technology, **Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping**, Pamplona, Espanha: CMC, 2004.

NICOLL, G. A three-tier system for assessing concept map links: a methodological study. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 8, p.863-875, 2001.

NOVAK, J. D. **Learning, creating and using knowledge: concepts maps as facilitative tools in schools and corporations**. Londres: Lawrence Erlbaum Associates Mahwah, 1998. 317 p.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**. v.5, n.1, p. 9-29 , jan.-jun. 2010.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. The origins of the concept mapping tool and the continuing evolution of the tool. **Information Visualization Journal**. v. 5, n. 3, p. 175-184, 2006.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. Theoretical origins of concept maps, how to construct them, and uses in education. **Reflecting Education**. v. 3, n. 1, p. 29 – 42, 2007.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Learning how to learn**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 1984. 199 p.

NUUTILA, E.; TORMA, S. Text graphs: accurate concept mapping with well-defined meaning. In: CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D.; GONZÁLEZ, F. M. (eds.), Concept maps: theory, methodology, technology, **Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping**, Pamplona, Espanha: CMC, 2004.

OKADA, A. **Cartografia Cognitiva: mapas do conhecimento para pesquisa, aprendizagem e formação docente**. Cuiabá: KMC. 2008.

OKADA, A. **Cartografia Investigativa – Interfaces epistemológicas comunicacionais para mapear conhecimento em projetos de pesquisa**. 2006. Tese (Doutorado em Educação: Currículo). Pontifícia Universidade Católica, São Paulo. Abril, 2006.

OKADA, A.; BUCKINGHAM SHUM, S.; SHERBORNE, T. **Knowledge Cartography: software tools and mapping techniques**. Londres: Springer. 2008.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **Aprendizagem e o ensino de ciências**. São Paulo: Editora Artmed. 5ª Edição. 2009. p.14-28, 77-117.

PRAIA, J., et al. O papel da Natureza da Ciência na Educação para a Cidadania. **Ciência & Educação**. v.13, n.2, p.141-156, 2007.

RIBEIRO, C. Metacognição: Um Apoio ao Processo de Aprendizagem. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v.16, n.1, p. 109-116, 2003.

RUIZ-PRIMO, M. A. Examining concept maps as an assessment tool. In: CAÑAS, A.J., NOVAK J.D., GONZALES F.M., Eds., Concept maps: theory, methodology, technology, v. 2, 2004, Pamplona. **Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping**, Pamplona, Espanha, 2004.

RUIZ-PRIMO, M. A.; SCHULTZ, S. E.; SHAVELSON, R. J. Comparison of the reliability and validity of scores from two concept-mapping techniques. **Journal of Research in Science Teaching**. v.38, n. 2, p. 260-78, 2001.

RUIZ-PRIMO, M. A.; SHAVELSON, R. J. Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. **Journal of Research in Science Teaching**. v.33, n.6, p. 569-600, 1996.

SANTOS, R. V. dos. Abordagens do processo de ensino e aprendizagem. Revista Integração, Jan/Fev/Mai. Ano XI, nº 40, p. 19-31, 2005.

SANTOS, C. A., MOREIRA, M. A. Agrupamentos hierárquicos na associação numérica de conceitos em Termodinâmica. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.32, n.10, p. 1394-8, 1980.

SCHVANEVELDT, R. W.; DEARHOLT, D. W.; DURSO, F. T Network structures in proximity data. **The Psychology of Learning and Motivation**, v.24, p. 249-284. 1989.

SCHVANEVELDT, R. W.; DEARHOLT, D. W.; DURSO, F. T., Graph theoretic foundations of pathfinder networks. **Computers and Mathematics with Applications**. v. 15, p. 337 – 345, 1988.

SHAVELSON, R. J.; RUIZ-PRIMO, M. A.; WILEY, E. W. Windows into the mind. **Higher Education**. v. 49, p. 413 – 430, 2005.

SILVA, P. A. **Mapas e redes conceituais: uma proposta metodológica para a sua construção a partir de textos**. (2012). Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – modalidade química). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SILVA, P. A.; JUNQUEIRA, M. M.; MAXIMIANO, F. A. Transformando textos escritos por alunos em redes de conceitos 1: definindo a estrutura dos textos. In: encontro nacional de ensino de química, 15, 2010, Brasília. **Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química**, Brasília:UnB, 2010.

SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. Mapas conceituais e avaliação formativa: tecendo aproximações. **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v. 36, n.3, p. 795-810, 2010.

SOUZA, K. A. F. D.; CARDOSO, A. A.; A formação em Química discutida com base nos modelos proposto por estudantes de pós-graduação para o fenômeno de dissolução. **Química Nova**. v. 32, n. 1, p. 237-243, 2009.

TAMAYO, M. F. A. El mapa conceptual: un texto a interpretar. In: CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D.; GONZÁLEZ, F. M. (eds.), Concept maps: theory, methodology, technology, **Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping**, Pamplona, Espanha: CMC, 2004.

TOIGO, A. M.; MOREIRA, M. A. Relatos de experiência sobre o uso de mapas conceituais como instrumento de avaliação em três disciplinas do curso de Educação Física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 3, n. 2, p. 7-20, 2008.

VAKILIFARD, A.; ARMAND, F.; BARON, A. The effects of 'concept mapping' on second language learners'. In: CAÑAS, A. J.; NOVAK, (eds.), Concept maps: theory, methodology, technology, **Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping**, San José, Costa Rica: CMC, 2006.

VAN GELDER, T. Argument Mapping with Reason!Able. **Philosophy and Computers - APA Newsletter**. v. 2, n. 1, p.85-90. 2002.

VERIKI, I. What is the value of graphical displays in learning? **Educational Psychological Review**, v.14, p.261–312, 2002.

VILLALON, J.; CALVO, R. A. Analysis of a gold standard for concept map mining – how humans summarize text using concept maps. In: SÁNCHEZ, J.; CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D. (eds.), Concept maps: making learning meaningful, **Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping**, Viña del Mar, Chile: CMC, 2010.

WANDERSEE, J. H. Concept mapping and the cartography of cognition. **Journal of research in science teaching**. v. 27, n.10, p. 923-936, 1990.

ANEXOS

Anexo A – Redes do módulo *Natureza da Ciência*

- l) Rede de conceitos do tipo corte percentual representativo – Textos originais – Modo S

II) Rede de conceitos do tipo corte percentual representativo – Proposições – Modo S

III) Rede de conceitos do tipo vizinho(s) mais próximo(s) – Textos originais – Modo S

IV) Rede de conceitos do tipo vizinho(s) mais próximo(s) – Proposições – Modo S

Anexo B – Redes do módulo *Concepções de Ensino e Aprendizagem*

I) Rede de conceitos do tipo corte percentual representativo – Textos originais – Modo S

II) Rede de conceitos do tipo corte percentual representativo – Proposições – Modo S

III) Rede de conceitos do tipo vizinho(s) mais próximo(s) – Textos originais – Modo S

IV) Rede de conceitos do tipo vizinho(s) mais próximo(s) – Proposições – Modo S

Anexo C – Redes do módulo *Natureza do conhecimento químico e a aprendizagem da Química.*

- l) Rede de conceitos do tipo corte percentual representativo – Textos originais – Modo S

II) Rede de conceitos do tipo corte percentual representativo – Proposições – Modo S

III) Rede de conceitos do tipo vizinho(s) mais próximo(s) – Textos originais – Modo S

IV) Rede de conceitos do tipo vizinho(s) mais próximo(s) – Proposições – Modo S