

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS**

**ESCOLA NORMAL SUPERIOR**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E ENSINO DE CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA**

**MAPAS CONCEITUAIS COMO FERRAMENTAS PARA COMPLEMENTAÇÃO AO  
ENSINO-APRENDIZAGEM DAS PROTEÍNAS**

**KARLA NUNES DA SILVA**

**MANAUS/AM**

**2011**

**KARLA NUNES DA SILVA**

**MAPAS CONCEITUAIS COMO FERRAMENTAS PARA COMPLEMENTAÇÃO AO  
ENSINO-APRENDIZAGEM DAS PROTEÍNAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, da Universidade do Estado do Amazonas – UEA, como parte do requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. JOÃO DOS SANTOS CABRAL NETO

**MANAUS/AM**

**2011**

## Catalogação na Fonte

S586m

Silva, Karla Nunes.

Mapas conceituais como ferramentas para complementação ao ensino-aprendizagem das proteínas. / Karla Nunes Silva. Manaus: UEA, 2011. 96f. ; il..30cm.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr João dos Santos Cabral Neto  
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências na Amazônia) Universidade do Estado do Amazonas, 2011.

1. Mapas conceituais 2. Aprendizagem significativa  
3. Proteínas . 4. Ensino de Ciências I. Título

CDU 37.016: 615.15

**KARLA NUNES DA SILVA**

**MAPAS CONCEITUAIS COMO FERRAMENTAS PARA COMPLEMENTAÇÃO AO  
ENSINO-APRENDIZAGEM DAS PROTEÍNAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, da Universidade do Estado do Amazonas – UEA, como parte do requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Aprovada em 21 de março de 2011, em defesa pública realizada na Escola Normal Superior da UEA.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. João dos Santos Cabral Neto  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM)

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Josefina Barrera Kalhil  
Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Cláudia Magalhães Valle  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM)

SILVA, Karla Nunes. MAPAS CONCEITUAIS COMO FERRAMENTAS PARA COMPLEMENTAÇÃO AO ENSINO-APRENDIZAGEM DAS PROTEÍNAS. Dissertação (Mestrado) – UEA, 2011. 87p.

## RESUMO

A presente dissertação teve como objetivo investigar se os mapas conceituais podem alavancar e interferir, de forma positiva, sobre o processo de ensino-aprendizagem do tema Proteínas, em se tratando de estudantes do 3º.ano do Ensino Médio de uma escola da Rede Estadual de Ensino, na cidade de Manaus. Para o alcance deste objetivo, foram consideradas outros estudos relacionando a utilização de mapas conceituais e o ensino de outras áreas do conhecimento. Ainda, a pesquisa se desenvolveu numa perspectiva ausubeliana, com elaboração de uma seqüência didática, onde foram utilizados testes prévios e posteriores, a fim de verificar se a atividade com mapas conceituais, elaborados pelos alunos, foram potencialmente úteis para a fixação e evolução do conhecimento destes. Foi realizada uma análise quantitativa, que contemplou a ordem de acertos e um estudo comparativo destes dados, tendo como grupo de comparação as atividades desenvolvidas com alunos do Ensino Superior, com o intuito de validar a proposta de pesquisa. Foi realizada também uma análise qualitativa, onde os mapas conceituais produzidos pelos alunos do Ensino Médio foram categorizados, em função do nível de relacionamento de conceitos, explicitando assim as dificuldades encontradas. A utilização de mapas conceituais, para o ensino no nível Médio e Superior, constatou que a organização e discussão de conceitos em sala de aula permitiu esclarecer e minimizar as dúvidas que os aprendizes carregavam quanto ao tema de estudo. Além disso, apesar das dificuldades iniciais, os alunos ao final da atividade se mostraram interessados em construir os mapas conceituais, proporcionando como maior vantagem o incentivo a leitura e a sistematização de novos conhecimentos adquiridos. Assim, é verificada a possível contribuição dos mapas conceituais como recurso para o ensino-aprendizagem das Proteínas, inclusive servindo como recurso avaliativo para que o professor também mapeie não apenas o conhecimento do aluno, mas o alcance de sua atuação e a detecção de possíveis falhas a serem corrigidas no ensino. A pesquisa culminou numa *homepage*, com material de orientação para atividades de construção de mapas conceituais e ensino de Ciências.

**PALAVRAS-CHAVE:** ensino de Ciências, sistematização do conhecimento, Proteínas, aprendizagem significativa.

## ABSTRACT

This project aimed to investigate whether concept maps can leverage and interfere positively on the teaching-learning process in lessons about proteins, in the case of high school students from a public school in the city of Manaus. For that, it was considered other studies which link the use of concept maps and other areas of knowledge. In addition, the research was developed with the elaboration of a didactic sequence, where tests were performed prior and subsequent to verify whether the activity on concept maps, it prepared by students were potentially useful for the establishment and development of their knowledge. It was performed a quantitative analysis, which included the order of fulfilment and a comparative study of these data, taking as the comparison group activities with students in higher education, aiming to validate the research proposal. It was also made a qualitative analysis, where the concept maps produced by high school students were categorized according to the level of concept relationships, thus explaining the difficulties encountered. The use of concept maps for teaching in high school and university showed that the organization and discussion of concepts in the classroom makes it possible to clarify and minimize the doubts brought from the students about the subject of study. Furthermore, in despite of initial difficulties, the students after finishing the activity showed interest in constructions of concept maps, providing the greatest benefit as an incentive to read and systematization of new knowledge. Thus, it was checked for possible contribution of conceptual maps as a resource for teaching and learning about proteins, including serving as a resource evaluation for the teacher, so he can also make a screening of his boarding and not only verify the student's knowledge, but the scope of the operations and the detection of possible failures be corrected in teaching. The research culminated in a production of a homepage, with guidance material for construction activities of concept maps and teaching about Science.

**KEY WORDS:** Teaching about Science, systematization of knowledge, proteins.

*Aos mestres e amigos, que deixaram a admiração e o carinho  
em todos aqueles que um dia tiveram a honra de serem seus alunos,*

*Dr. João dos Santos Cabral Neto,*

*Dra. Maria Clara Silva-Forsberg,*

*Dra. Josefina Barrera Kalhil,*

*Dr. Jorge Luís Lopez-Lozano,*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Deus, que é minha fonte de esperança e luz para os meus passos.

Meus pais e meu irmão, que são alegria, exemplo e orgulho em minha vida.

Roberto Amaro Bianco, que foi ternura, amor e segurança.

Dr. João Neto, que é competência, paciência e amizade para mim.

Dr. Amarildo Gonzaga, pelo incentivo inicial em trabalhar com Ensino de Ciências.

Dra. Maria Clara Forsberg, pelos valiosos ensinamentos para a formação da postura como pesquisadora, pela atenção que sempre nos foi dada.

Dra. Josefina Kalhil, pelas aulas que foram motivadoras e a dedicação a nós, alunos.

Luciana Cunha, Eleonora Celli, Karla Guterres, Odaléa Koga, Dayse Maia, Samya Sanches, pelo compartilhar da caminhada.

Karen Suano, pela competência, gentileza e presteza com que realizou seu trabalho e auxiliou todos os alunos do Programa.

A todos que de certa forma contribuíram com este trabalho, deixo meus profundos agradecimentos.

## LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 – Esquema geral de um aminoácido: terminal amino, carbono alfa (quiral), cadeia lateral e terminal carboxila (NELSON & COX, 2007). .....	24
Fig. 2 – Os 20 principais aminoácidos e suas respectivas cadeias laterais (NELSON & COX, 2007). .....	25
Fig. 3 – Esquema genérico da ligação peptídica que pode ocorrer entre dois aminoácidos (KOOLMAN & ROEHM, 2007). .....	26
Fig. 4 – Etapas de enovelamento de uma proteína: estruturas primária, secundária, terciária e quaternária (NELSON & COX, 2007). .....	27
Fig. 5 – Possíveis rotações livres em ligações covalentes de um polipeptídeo (NELSON & COX, 2007). .....	27
Fig. 6 – Gráfico de Ramachandran, para regiões permitidas de ângulos $\Phi$ e $\Psi$ (NELSON & COX, 2007). .....	28
Fig. 7 – Esquema da disposição dos aminoácidos na estrutura de alfa-hélice (a) e formação das ligações de hidrogênio que formam a estrutura secundária (b) [MURRAY <i>et al.</i> , 2003]. .....	30
Fig. 8 – Demonstração de $\beta$ -folhas paralelas e antiparalelas (NELSON & COX, 2007). .....	31
Fig. 9 – Região de $\beta$ -turn para a união de duas estruturas secundárias de um polipeptídeo (NELSON & COX, 2007). .....	32
Fig. 10 – Estruturas terciárias que representam a estrutura biologicamente ativa da proteína. (MURRAY <i>et al.</i> , 2003). .....	33
Fig. 11– <i>Continuum</i> distinto entre aprendizagem mecânica e significativa, que contém a aprendizagem por recepção e por descoberta. Pode-se chegar à aprendizagem mecânica ou significativa por descoberta ou por recepção (MORAES, 2006). .....	37
Fig. 12 – Exemplo de mapa conceitual (TAVARES, 2005). .....	41
Fig. 13 – Página Inicial da Home Page proposta. Disponível em <a href="http://www.mapasconceituais.webnode.com">http://www.mapasconceituais.webnode.com</a> . .....	59
Fig. 14 – Exemplo de atividade envolvendo mapa conceitual, organizada com o CMap Tools e disponível no site Mapas Conceituais. .....	60
Fig. 15 – Gráfico da porcentagem de alunos do Ensino Médio pela pontuação de acertos obtidos no pré-teste e pós-teste. As porcentagens das pontuações de 0,0 e 1,0 pontos obtidos estão somadas no gráfico. .....	65
Fig. 16 – Gráfico da porcentagem de alunos do Ensino Superior pela pontuação de acertos obtidos no pré-teste e pós-teste. As porcentagens das pontuações de 0,0 e 1,0 pontos obtidos estão somadas no gráfico. .....	68
Fig. 17 - Gráfico comparativo da porcentagem de alunos do Ensino Médio e do Ensino Superior pela pontuação obtida no pós-teste. As porcentagens das pontuações de até 1,0 pontos estão somadas no gráfico. .....	68
Fig. 18 - Gráfico comparativo de evolução de acertos de alunos do Ensino Médio por questão. .....	70
Fig. 19 – Gráfico comparativo de acertos dos alunos do Ensino Médio por área de estudo do tema Proteínas. .....	71

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação da quantidade total de alunos do Ensino Médio: pontuação obtida no pré-teste e pós-teste. ....	65
Tabela 2 – Relação da quantidade total de alunos do Ensino Superior pela pontuação obtida no pré-teste e pós-teste. ....	67
Tabela 3 – Acertos assinalados por questão dos testes prévio e posterior, aplicados ao Ensino Médio. O gabarito encontra-se em negrito. ....	69
Tabela 4 – Quantidade de acertos por área de estudo do tema Proteínas, demonstrando o incremento obtido a partir da pontuação.....	71
Tabela 5 – Categorias e subcategorias para as relações de significado apresentados nos mapas conceituais de alunos do Ensino Médio. ....	74

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE PESQUISA .....	12
APRESENTAÇÃO DOS CAPÍTULOS .....	20
<b>CAPÍTULO 1: PRESSUPOSTOS TEÓRICOS .....</b>	<b>22</b>
1.1 ESTRUTURA DAS PROTEÍNAS.....	23
1.2 CONTRIBUIÇÕES DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	34
1.2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS) DE AUSUBEL .....	34
1.2.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, APRENDIZAGEM MECÂNICA E CONTINUUM .....	36
1.2.3 CONDIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	37
1.2.4 TIPOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	38
1.3 MAPAS CONCEITUAIS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM .....	39
OPERACIONALIZANDO OS MAPAS CONCEITUAIS COMO FERRAMENTAS .....	41
TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS.....	42
VALIDAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS .....	43
<b>CAPÍTULO 2: ASPECTOS METODOLÓGICOS E PROCEDIMENTOS .....</b>	<b>46</b>
2.1 DESCRIÇÃO DO PERCURSO DA PESQUISA E SEUS CAMINHOS .....	46
2.2 PERFIL DOS SUJEITOS E O LOCAL DA PESQUISA.....	48
2.3 CARACTERIZAÇÃO INICIAL DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA .....	49
2.4 INSTRUMENTOS DA PESQUISA .....	51
2.5 MOMENTOS DO TRABALHO DE PESQUISA .....	52
<b>CAPÍTULO 3: CONCEPÇÃO DO PRODUTO.....</b>	<b>57</b>
<b>CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>62</b>
4.1 ANÁLISE QUANTITATIVA DOS DADOS.....	63
4.2 ANÁLISE QUALITATIVA DOS DADOS .....	72
CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	76
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>80</b>
<b>APÊNDICES E ANEXOS .....</b>	<b>86</b>

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho configura-se num estudo investigativo e qualitativo, para a implementação de alternativas que possam contribuir na melhoria da aquisição de conhecimentos acerca do tema Proteínas no Currículo de Química no Ensino Médio. Tal motivação de estudo se deve às observações realizadas quanto a metodologia de ensino de temas da Química e de outras disciplinas, onde os atuais currículos, em sua grande maioria, privilegiam a reprodução do conhecimento, e os alunos são avaliados apenas por provas e testes, (aprovação por nota e pouco aplicando o que foi aprendido na escola em sua vivencia cotidiana). Segundo Cápua (2008), por conseqüência desta postura descontextualizada, há uma crescente desmotivação dos principais integrantes do processo de ensino-aprendizagem, como alunos, professores e gestores, uma vez que não são formados elos de ligação entre as partes envolvidas.

### ***Apresentação do trabalho de pesquisa***

O ensino da Química, dentro da grande área de Ciências, tem se apresentado como um importante desafio para os docentes, visto que este requer ferramentas adequadas para um alcance mínimo do aprendizado pelo aluno. Uma vez que o professor é também participante deste processo ensino-aprendizagem, se faz interessante que este busque alternativas para propor soluções eficazes ao processo, não apenas facilitando o entendimento de conteúdos da Química, mas tornando o conhecimento adquirido como significativo para o aluno.

De início, estas alternativas e soluções devem contemplar uma maneira mais adequada para tratar a Química no Ensino Médio, mas também que o professor tome o processo como algo que transponha os limites de apenas ministrar conteúdos e avaliar estes através de provas e trabalhos, uma vez que essas ferramentas têm seu valor pedagógico, porém se limitam muitas das vezes a instrumentos avaliativos de cunho memorístico. Por parte dos alunos, há muitas das vezes um descontentamento em relação aos instrumentos de avaliação utilizados, uma vez que esses indicadores podem mostrar resultados incompletos em relação ao grau de conhecimento adquirido e aprendizagem (SILVA, 2007).

O conteúdo da Química, em particular os conteúdos relacionados com produtos naturais e Bioquímica, como as Proteínas, é bastante extenso e conceitual, com termos específicos e

significados inter-relacionados. Na prática em sala de aula, em observações realizadas *in loco*, os conteúdos em áreas das Ciências são constantemente mostrados como um percurso linear de conceitos, pouco contextualizados e desvinculados de outras disciplinas (ALMEIDA, 2006). Como esses temas do conteúdo Proteínas são abordados de forma fragmentada, os conceitos pouco se relacionam entre si e entre conceitos, tratados de outras competências do currículo do Nível Médio (AZEVEDO *et al.*, 2004). Um exemplo é que esse conteúdo pode ser tratado na Biologia, de modo a estabelecer uma relação interdisciplinar. As Proteínas possuem sua importância devido a sua presença em diversas constituições químicas, como em membranas celulares, hormônios, fibras, alimentos, fármacos, vitaminas, cosméticos, dentre outras (UCKO, 1996). O estudo das proteínas serve também como um dos conhecimentos básicos para formações na área de saúde em geral, assim como outras áreas de estudo.

A crescente preocupação com os processos de ensino-aprendizagem em Ciências tem sido proporcionada de modo constante, a partir de interessantes discussões em torno da utilização de ferramentas didático-pedagógicas e da pesquisa de motivos para suas utilizações em aulas, principalmente como o uso do computador e de recursos áudio-visuais. Segundo Peixoto *et al.* (2006), esta preocupação se deve ao incentivo da conquista do conhecimento de maneira igualitária, dando acesso a todos para a busca e geração de novos conhecimentos. Diante desta busca de estratégias para solução destes impasses educacionais, esta mesma preocupação sobre o ensino era refletida em discussões há algumas décadas atrás.

De acordo com Ausubel (1968), a expressão “aprendizagem significativa” já era utilizada para os conhecimentos adquiridos pelos alunos de forma potencialmente relevante, ou seja, que estariam vinculados do tema central do foco de estudo do estudante. Atualmente, Ausubel (2000) reafirma que a aquisição de novos significados seja realizada também a partir de material de aprendizagem apresentado ao aluno, onde este processo contemple os seguintes pressupostos: (1) que o material disponibilizado ao aluno esteja relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva lógica; (2) que a estrutura cognitiva individual do estudante possua tanto idéias ancoradas relevantes, quanto pontos de ancoragem de novos conhecimentos, onde os quais o novo material possa ser recebido.

Ao longo de seus estudos, Ausubel (1982) vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimentos são ligados e assimilados a conceitos mais gerais e mais inclusivos. Sendo um representante do cognitivismo, embora reconheça a importância da experiência afetiva, para ele, aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva do aprendiz.

A partir desta nova perspectiva do aprendizado significativo, o foco de Ausubel (2000) está no momento voltado para a aprendizagem. Para ele, o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Cabe ao professor identificar isso e ensinar de acordo. Novas idéias e informações podem ser aprendidas e retidas, na medida em que os conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem às novas idéias e conceitos. Estas concepções foram inicialmente idealizadas na década de 70, com estudos acerca de concepções prévias.

Segundo Aguiar Jr. (2001), na década de 1970, eram abordados o relacionamento da cognição e ensino-aprendizagem, onde os estudos foram direcionados às concepções prévias dos estudantes, quando estes tratavam de temas cotidianos e de cunho científico. Foi observado que, quando os temas científicos eram relacionados com situações cotidianas e com vivências dos aprendizes, mais facilmente esses temas eram apreendidos pelos alunos. Este tipo de relacionamento possibilitava aos estudantes a recuperação do conhecimento adquirido, uma vez que este estava já acondicionado na estrutura cognitiva. Assim, para o aumento do nível de aquisição, tornou-se importante a consideração do que o aluno visualiza em seu cotidiano e o que ele viveu como experiência. Com essa construção gradual de um arcabouço teórico-científico individual, alguns conceitos foram evoluindo e se modificando, de forma que o aluno pudesse então formar novos conceitos a partir de um mesmo conhecimento. Emerge então um novo foco para o estudo de conceitos: a mudança conceitual.

Por sua vez, na década de 80, Strike & Posner (1982) e Hewson & Thorley (1989) propõem estudos sobre a chamada “mudança conceitual”, já que algumas experiências em sala de aula mostravam a dificuldade dos estudantes em abandonar os conceitos já existentes. Os estudantes, muitas vezes, vinham fazendo o uso de conceitos existentes para tratar com os

fenômenos novos, e em outras situações os conceitos já existentes tornaram-se inadequados para permitir uma compreensão do novo fenômeno estudado, o que pode ocasionar uma reorganização, ou até mesmo uma substituição, de seus conceitos e fundamentos. Segundo Arruda & Villani (1994), a partir da perspectiva da mudança conceitual, a teoria da aprendizagem significativa, de David Ausubel (1982) toma novo espaço, visto que possui como princípio a atribuição de significados ao novo conhecimento, levando em consideração os conhecimentos previamente adquiridos e incorporados na estrutura cognitiva do aprendiz. Desta maneira, surgem oportunidades para que o professor busque outras metodologias, com o uso de ferramentas como os mapas conceituais, para promover a construção do conhecimento por parte do aluno. Em contrapartida, o estudante é incentivado a adquirir uma percepção de seu papel como ser crítico e reflexivo, num processo de construção desse conhecimento e articulando ideias (MARTINS, 2006).

O mapeamento de conceitos sobre temas de estudo surgiu por volta da década de 70, pesquisada inicialmente por Novak & Gowin (1964), na Universidade de Cornell nos EUA. A base teórica dos mapas conceituais corresponde à teoria cognitiva de aprendizagem significativa proposta por David Ausubel (1963), já inicialmente abordada na década de 60. Os mapas conceituais, ou mapeamentos de conceito, são diagramas que indicam a relação entre conceitos, ou entre palavras que são usadas para representar conceitos. Segundo Faria (1995), os mapas conceituais podem ser definidos como esquemas gráficos, para representar a estrutura básica de partes do conhecimento sistematizado, representado pela rede de conceitos e proposições relevantes desse conhecimento. Ainda, os mapas conceituais não objetivam apenas demonstrar informações sequenciais ou características de temporalidade, como ocorre em organogramas ou diagramas de fluxo. Os mapas conceituais seguem uma disposição hierárquica, onde os conceitos mais abrangentes estão na parte superior do mapa, e conceitos específicos vão se dispondo sucessivamente na parte inferior. E não são necessariamente auto-instrutivos, podendo haver uma possibilidade de complementação dos mesmos em alguma explanação, figuras, textos, ou até mesmo uma releitura da real intenção do mapeamento (NOVAK, 1984).

Apesar do avanço de mídias destinadas para a área de ensino, o sistema educacional ainda tem favorecido o ensino tradicional (PIETROCOLA, 2001). Conseqüentemente, o processo de ensino-aprendizagem ainda se dá de forma bastante memorística, onde o ensino mecânico ainda é

amplamente realizado, com a escolha de um livro-texto, que é seguido rigorosamente, o que resulta numa delimitação do curso e de qual nível de profundidade do conteúdo vai ser apresentado ao aluno (MOREIRA, 2000). Como motivação para a aplicação de mapas conceituais para o estudo das proteínas, segundo os estudos de Moreira (1997), a confecção de mapas conceituais proporciona ao estudante um incentivo para pensar e amadurecer conceitos diretos sobre o determinado tema, como também o coloca como agente ativo no processo de construção de conhecimento. Os estudantes podem fazer uso de ferramentas como mapas conceituais para integrar, reconciliar e diferenciar conceitos, inclusive na análise de artigos, textos, capítulos de livros, romances e experiências de laboratórios.

Assim, os estudantes estarão usando o mapeamento conceitual também como um recurso intrínseco de aprendizagem. Ainda, como instrumento de avaliação, os mapas propiciam uma visualização da organização conceitual, que por sua vez, o estudante atribui a um dado conhecimento. Esta concepção é aplicável, uma vez que o conteúdo das proteínas pode ser detalhado e bastante esclarecido a partir do uso de ferramentas para o estudo de conceitos. Em sala de aula, nas escolas da Rede Estadual de Ensino do Amazonas, é visível a dificuldade que os alunos passam para associar e aprender conceitos sobre proteínas, bem como outras classes bioquímicas. Daí surge a motivação principal do trabalho, que seria a ajuda e organização de conhecimentos como estes, para que os alunos tivessem mais clareza e entendimento de como estes conhecimentos podem ser associados entre si.

Diante de temas que apresentam uma complexidade gradativa, como o conteúdo das Proteínas, se faz interessante a aplicação de uma metodologia com ferramentas de organização de conceitos, como os mapas conceituais. O pressuposto teórico que embasa esta dissertação é a Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 1963). É apropriada uma reflexão sobre metodologias e ferramentas de ensino significativo, mas não apenas sobre as dificuldades do ensino de Proteínas dentro do conteúdo de Química, mas também como podem ser criadas atividades alternativas para que este tema, tão extenso e conceitual, seja viabilizado ao aluno para seu aprendizado, em sala de aula de forma participativa e interativa. A aplicação de mapas conceituais, ao ensino de temas da Bioquímica e Química de compostos naturais, já se mostrou eficazes como ferramenta para a aquisição de conhecimento e construção de conceitos, como no

trabalho de Azevedo *et al.*, 2004, dada a quantidade de conhecimentos que podem ser inter-relacionados sobre o tema.

Outra sugestão de aplicação para a organização de conceitos sobre proteínas pode ser encontrada na obra de Campbell (2000). A autora apresenta, no início de cada capítulo, um mapa conceitual sobre o tema a ser abordado pelo capítulo, proporcionando ao aluno uma visão geral dos conceitos-chave e seus relacionamentos, conforme serão tratados ao longo do livro. Ainda, Garcia (1992), ao investigar o relacionamento entre o uso dos mapas conceituais e o rendimento do aluno nas avaliações tradicionais de aula, verificou a existência de uma correlação positiva entre a realização dos mapas pelos alunos e uma melhora nos resultados dos rendimentos finais de aprendizado. Como método avaliativo, Araújo *et al.* (2007) avalia como positiva a contribuição dos mapas conceituais com temas amplos, de modo a verificar a organização da percepção do aluno, diante da sua própria aquisição gradual de conhecimentos e mudança conceitual.

Desta forma, os mapas conceituais se apresentam também como uma potencial ferramenta visual, capaz de representar um conjunto de informações com partes específicas, bem como a respectiva integração dessas partes, para a formação de uma totalidade de conhecimentos. Aprender significativamente estes temas, utilizando mapas conceituais como recursos de organização de conhecimento, se torna um processo de ensino-aprendizagem bem mais eficaz, uma vez que este conteúdo é bastante extenso, sendo repleto de conceitos e interligações adequadas para a aplicação contextualizada em cada área de estudo. Assim, podem ser realizados estudos mais aprofundados acerca do conteúdo de Proteínas.

Este trabalho de pesquisa oferece como possíveis contribuições a construção de uma concepção conceitual acerca do tema Proteínas, presente na vida cotidiana e principalmente na área de alimentos e fármacos. Segundo Teixeira Jr. e Silva (2007), o distanciamento do que é estudado, lido e interpretado como conhecimento acerca de temas de base química são expressos em fatores, estes evidenciados na vivência do docente em sala de aula, a saber: (i) a baixa compreensão de leitura dos estudantes; (ii) a pouca valorização da atividade de leitura no ensino de Ciências; (iii) os obstáculos de domínio de tarefas metacognitivas relacionadas com a leitura; (iv) a desmotivação dos alunos; e (v) as dificuldades por eles sentidas quando lêem textos

científicos. Portanto, segundo Francisco Jr. (2010), a leitura e a escrita devem ser habilidades a serem trabalhadas nas aulas de Ciências, visto que, muitas vezes, os estudantes são incapazes de interpretar questões e problemas de Física, Química, Matemática etc., devido às deficiências na capacidade de interpretação de enunciados.

Como recurso para a construção desta possível concepção, é sugerida a aplicação de mapas conceituais para o desenvolvimento de estratégias de estudo do tema em questão. Ainda, que este trabalho de pesquisa possa incentivar aos professores a iniciativa da abordagem de outros temas, que se caracterizem como extensos e com muitas informações conceituais, através de mapas, de forma a buscar maneiras alternativas para a assimilação deste conteúdo.

A partir da hipótese de que os mapas conceituais, no papel de ferramentas de ensino-aprendizagem, sejam potenciais auxílios para a compreensão e fixação de temas amplos, foram realizadas atividades de produção de mapas conceituais, antecedidas e precedidas de testes de verificação de conhecimentos. As análises dos resultados, tantos dos testes quanto dos padrões de mapas conceituais estabelecidos, serviram para a verificação qualitativa da hipótese e da possível contribuição da ferramenta. Ocorre a busca da integração entre o aprendiz, o objeto de estudo e o meio onde a aprendizagem irá acontecer. Segundo Almouloud (2007), não é o sujeito cognitivo que se configura como objeto central de estudo, mas sim a situação didática, onde são identificadas as interações entre o professor, o aluno e o conhecimento.

Desta maneira, é questionado se os mapas conceituais podem ajudar a estruturar melhor a forma como os alunos relacionam conceitos e conhecimentos sobre o tema Proteínas, abordados em sala de aula. Ainda, procura comprovar os quatro pilares que os mapas conceituais contemplados no trabalho de Costa (2009): o aluno pesquisa no material didático fornecido para obter conceitos (aprender a conhecer), faz uso do conhecimento estrutural (integração entre conhecer e agir – aprender a fazer), partilha os resultados através de um meio escrito ou oral (aprender a conviver) e exercita o aprender a ser, já que as atividades com mapas conceituais são exercícios que mobilizam a ética do aluno, bem como a sua iniciativa de tomada de decisões.

Os objetivos estão relacionados com a preocupação sobre a carência de atitudes pela parte dos profissionais da educação, no tocante à contribuição para a melhoria da qualidade do processo de ensino-aprendizagem do tema Proteínas em Ciências, e conseqüentemente na

aquisição de conhecimentos deste tema. A culminância se dá no incentivo ao aluno a pensar sobre como este vê e interage com os objetos de estudo. Assim, é apresentado o objetivo deste trabalho:

Propor os mapas conceituais como ferramentas, interferindo e contribuindo de forma positiva sobre o processo de ensino-aprendizagem do tema proteínas.

Assim, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos, para o alcance do objetivo geral:

- Verificar após a aplicação de mapas conceituais, se houve melhoria no nível de aquisição dos conhecimentos acerca do tema Proteínas;
- Propor uma seqüência didática, através da aplicação de mapas conceituais, para o aprendizado significativo dos conceitos sobre Proteínas;
- Disponibilizar para a comunidade em meios digitais as sugestões de atividades envolvendo mapas conceituais e Proteínas.

Desta maneira, a grande questão norteadora desta pesquisa foi: **os mapas conceituais podem se tornar instrumentos para o aumento da aquisição de conhecimentos dos discentes quando estes estudam o tema Proteínas?**

## ***Apresentação dos capítulos***

Por fim, se faz necessária a compreensão pela qual esta pesquisa foi conduzida, observando o confronto do arcabouço teórico utilizado e os dados coletados e os instrumentos utilizados na coleta de dados, bem como os procedimentos metodológicos empregados para a realização. A dissertação da pesquisa foi organizada sob a forma de capítulos, além da Introdução e Considerações Finais e Perspectivas Futuras. No Capítulo I, intitulado Pressupostos Teóricos, é apresentada a revisão bibliográfica da pesquisa, que por sua vez foi dividida em três etapas: na primeira etapa são feitas as considerações conceituais acerca do tema Proteínas, contido no Currículo de Química do Ensino Médio; na segunda etapa, são tecidas considerações sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, uma vez que esta foi pilar pedagógico para a abordagem da pesquisa; na terceira etapa, são estabelecidos parâmetros para a construção de mapas conceituais aplicados ao estudo das proteínas, bem como sua potencial aplicação como ferramenta para a abordagem do tema proposto no Ensino Médio.

No capítulo II, intitulado Aspectos Metodológicos e Procedimentos, são apresentadas o percurso efetuado pela pesquisa, a metodologia utilizada, a abordagem quantitativa e qualitativa que serviram como instrumento para coleta de dados, métodos e instrumentos, o ambiente da pesquisa, a estratégia que foi adotada para a inserção dos mapas conceituais para o estudo, bem como guiar todas as análises de resultados.

No Capítulo III, são apresentados os resultados coletados na pesquisa, e de posse dos dados obtidos, são feitas as análises estatísticas e então sistematizada a proposta que culmina na construção da página na internet, a qual é apresentada como proposta de sequência didática para a abordagem do tema Proteínas através dos mapas conceituais.

Ao final da dissertação, são realizadas as Considerações Finais sobre o trabalho, assim como as perspectivas futuras a partir da pesquisa, e em seguida as referências utilizadas, e os anexos e apêndices que foram pertinentes à pesquisa.

**CAPÍTULO 1**  
**PRESUPOSTOS TEÓRICOS**

## CAPÍTULO 1: PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

As proteínas constituem o mais abundante polímero biológico presente em um organismo vivo. Elas são componentes de mais da metade do peso seco das células humanas, desempenhando um papel muito importante em nosso organismo, pois fornece material tanto para a construção como para a manutenção de todos os nossos órgãos e tecidos. Koolman & Roehm (2005) afirmam que existem milhares de diferentes tipos de proteínas, onde cada uma desempenha uma função biológica específica. As funções das proteínas são muito mais diversificadas do que aquelas dos carboidratos e lipídios: componente estrutural e de sustentação, aceleram reações químicas (catalisadoras), protegem o organismo de doenças, atuam como reguladores químicos, transportam substâncias, dentre outras funções (UCKO, 1996).

Segundo Berg *et al* (2002), as proteínas podem ser de origem vegetal ou animal. No caso das primeiras, estas são consideradas incompletas, por serem pobres em variedade de aminoácidos essenciais. Os aminoácidos essenciais são aqueles que o organismo humano não é capaz de produzir. Já a proteína de origem animal, é considerada completa, por conter todos os aminoácidos essenciais. As proteínas são de extrema importância para o organismo humano, devido a sua função construtora e reparadora. Elas também participam da formação de hormônios, enzimas e anticorpos, sendo consideradas indispensáveis para a saúde.

Marzzoco & Torres (2006) afirmam que, quando proteínas são ingeridas sob a forma de alimentos ou suplementos alimentares, estas sofrem quebras de suas ligações químicas, durante o processo chamado de digestão, e posteriormente, absorvidas pelas células e metabolizadas, sendo transformadas em aminoácidos. Estes aminoácidos serão utilizados pelo nosso corpo onde eles forem mais necessários. Pinheiro *et al* (2005) demonstram um exemplo claro: quando ocorre o desequilíbrio da pele, em função da ausência de aminoácidos: os alimentos ricos em proteínas e a ingestão de água serão benéficos para a recuperação. Isso vale não somente para a pele, mas para todo o corpo, visto que os aminoácidos são funcionalmente construtores e reparadores.

Em Biologia Molecular, a estrutura nativa de uma proteína caracteriza a sua função biológica. A existência e a funcionalidade correta das proteínas levam à compreensão de como é a possibilidade de formação da estrutura nativa de uma proteína. Esta formação (enovelamento)

envolve processos de “enrolamentos” e “dobras” (*foldings*) da cadeia polipeptídica. Tal problema representou um foco de atenção dos especialistas bioquímicos e genéticos no início da 2<sup>a</sup>. metade do séc.XX, sendo percebido na atualidade como um desafio interdisciplinar, onde são necessárias diferentes ferramentas colaborativas, como da Química, Física, Biologia Celular e Molecular, Fisiologia etc. (NELSON & COX, 2007).

Segundo Murray *et al* (2003), as proteínas são importantes substâncias catalisadoras para reações metabólicas, sinalizadoras de processos celulares e constituintes estruturais de cabelos, ossos, tendões e dentes. Há uma imensa variedade e sofisticação das proteínas no organismo humano, refletindo a especificidade que cada uma delas possui para determinados processos biológicos. Neste capítulo, são apresentados os pressupostos teóricos em relação ao tema de Proteínas para o Ensino Médio, onde também serão feitas abordagens teóricas sobre aprendizagem significativa e a ferramenta mapas conceituais.

## **1.1 ESTRUTURA DAS PROTEÍNAS**

Sendo as proteínas consideradas as moléculas mais abundantes nas células vivas, estas por sua vez são formadas por peptídeos, que são constituídos por unidades básicas chamadas aminoácidos. Segundo NELSON & COX (2007), a seqüência de aminoácidos é fator determinante para a predição da estrutura tridimensional de um polipeptídeo, assim como conseqüentemente sua função biológica específica. Muitas das similaridades e identidades entre seqüências protéicas são obtidas através de estudos de comparação de seqüências de aminoácidos. As moléculas de aminoácidos unem-se através de ligações covalentes chamadas ligações peptídicas, a qual por desidratação interligam um grupamento  $\alpha$ -carboxila de um resíduo de aminoácido e o grupo  $\alpha$ -amino de outro resíduo de aminoácido.

Aminoácidos são as unidades de construção das proteínas. Eles contêm um grupo amina ( $-\text{NH}_2$ ) e um grupo carboxílico ( $-\text{COOH}$ ) na mesma molécula, ligados ao mesmo átomo de carbono adjacente ao grupo funcional, o chamado “carbono-alfa”. Cada aminoácido possui um pólo positivo e negativo. O carbono-alfa de um aminoácido possui quatro ligantes diferentes. Além de um átomo de hidrogênio, outro átomo ou grupo de átomos se liga ao carbono-alfa. Este

quarto grupo de átomos é chamado de cadeia lateral, e é o que diferencia um aminoácido do outro. Existem 20 principais aminoácidos, encontrados em proteínas, cada um com uma cadeia lateral característica, o que confere propriedades físico-químicas específicas (VOET & VOET, 2006). Na Fig. 1, segue um esquema representativo da estrutura básica de um aminoácido e sua cadeia lateral posicionada.

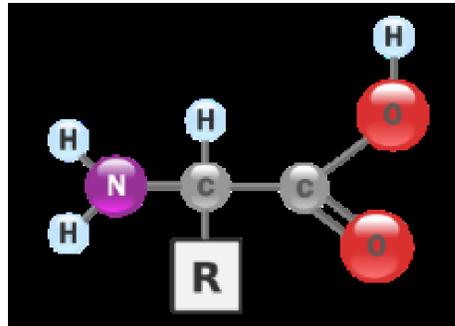


Fig. 1 – Esquema geral de um aminoácido: terminal amino, carbono alfa (quiral), cadeia lateral e terminal carboxila (NELSON & COX, 2007).

No grupamento da cadeia lateral R, posicionado na estrutura dos aminoácidos de modo representativo, é que se encontra a diferenciação molecular de cada aminoácido. A partir desta diferenciação, os aminoácidos podem apresentar propriedades físico-químicas diferenciadas entre si, de acordo com sua polaridade e carga elétrica. Assim, os aminoácidos podem ser classificados, e pode então ser prevista as interações com o meio em que estão em contato. Mais ainda, a polaridade e a carga elétrica dos aminoácidos são importantes para a determinação da forma tridimensional das moléculas das proteínas (UCKO, 1996). Na Fig. 2, são apresentados os aminoácidos essenciais, agrupados segundo suas cargas elétricas e polaridades.

Os aminoácidos essenciais não podem ser sintetizados pelo organismo humano, mas são requeridos para o processo de crescimento normal e a manutenção dos tecidos. Portanto, estes aminoácidos devem ser incluídos na dieta alimentar. Os dez aminoácidos essenciais não produzidos pelo corpo humano são: Arginina, Fenilalanina, Histidina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Treonina, Tritofano e Valina (MARZZOCO & TORRES, 2007).

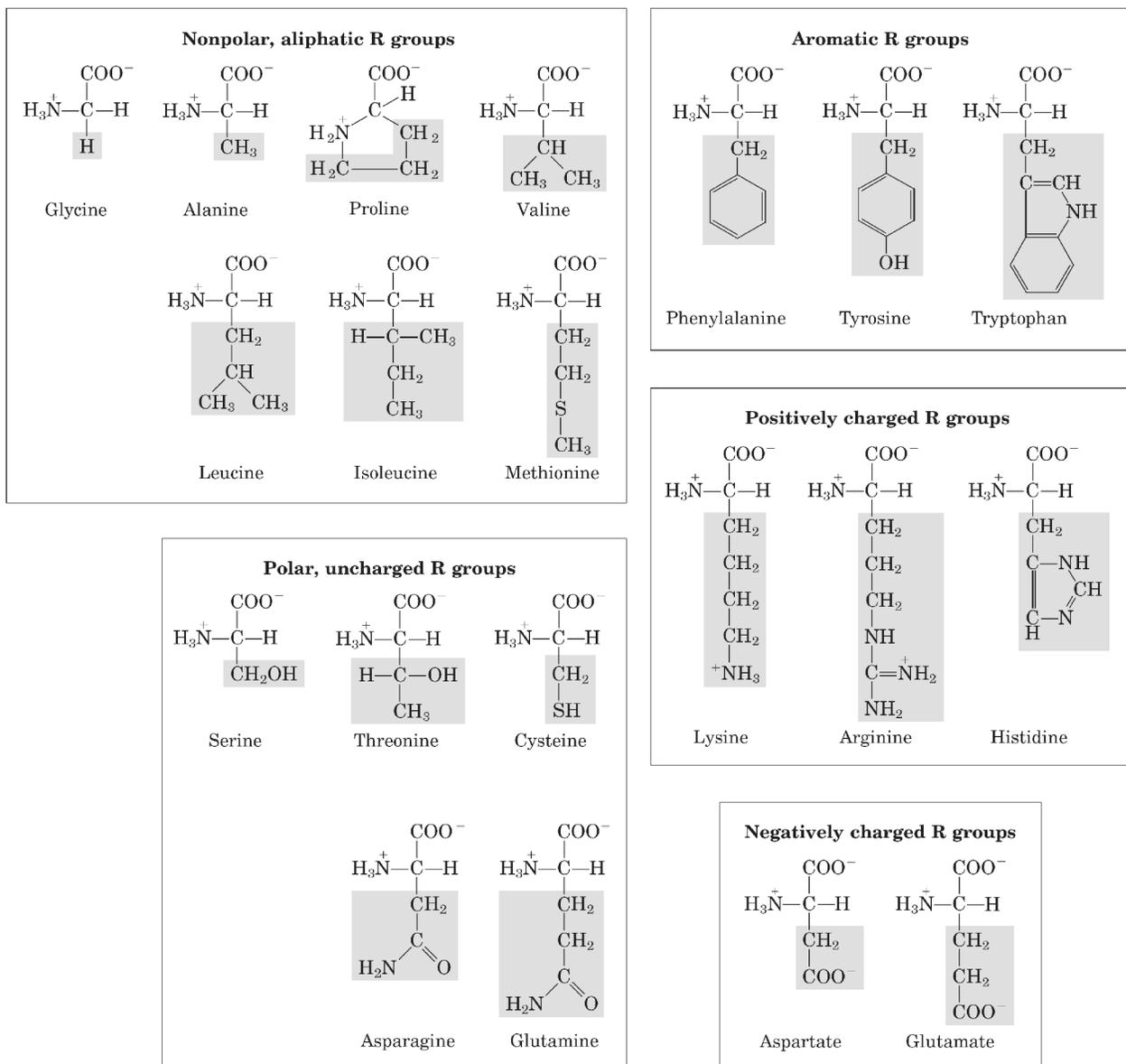


Fig. 2 – Os 20 principais aminoácidos e suas respectivas cadeias laterais (NELSON & COX, 2007).

Os aminoácidos podem sofrer uma reação entre o grupo carboxila de uma molécula e o grupo amino de outra, chamada de reação de condensação. Nesta reação, uma molécula de água é liberada, como num processo de desidratação, e uma ligação covalente amida se forma entre um aminoácido e outro, chamada de ligação peptídica. A Fig. 3 demonstra o mecanismo de formação de uma ligação peptídica entre dois aminoácidos para a formação de um peptídeo. A partir da

ligação de até 50 resíduos de aminoácidos, a molécula é considerada um peptídeo. Para uma quantidade de aminoácidos unidos superior a 50 resíduos, a molécula é considerada proteína.

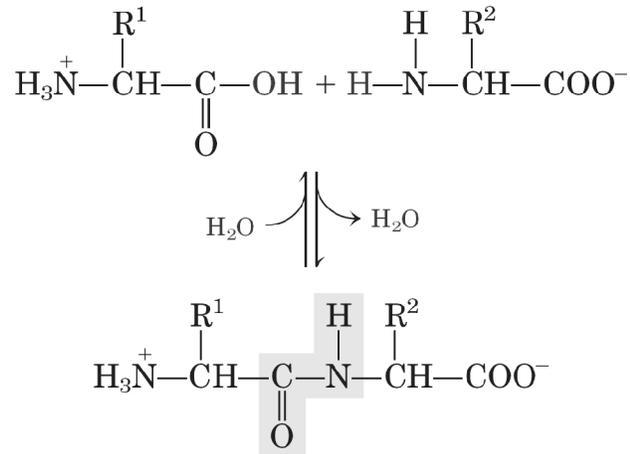


Fig. 3 – Esquema genérico da ligação peptídica que pode ocorrer entre dois aminoácidos (KOOLMAN & ROEHM, 2007).

Cada proteína tem um arranjo definido e característico formado a partir da combinação de unidades básicas de aminoácidos. A estrutura primária de uma proteína é a seqüência de seus aminoácidos. Ela informa exatamente quais estão presentes e a ordem na qual estes estão unidos. As cadeias laterais de cada aminoácido então interagem entre si, formando a estrutura secundária. É a estrutura primária que determina a função biológica de uma proteína no organismo, uma vez que a formação da estrutura tridimensional depende muito dos tipos de aminoácidos presentes. A troca de um único aminoácido, num total de centenas destes em uma cadeia, pode alterar completamente as propriedades da proteína e afetar diretamente a sua função biológica (VAN HOLDE *et al*, 2005).

A síntese e enovelamento de uma proteína segue uma ordem de etapas de formação das cadeias polipeptídicas (Fig. 4). O enovelamento das cadeias é realizado segundo as variações de energia livre de Gibbs ( $\Delta G$ ), assim como a variação de entalpia ( $\Delta H$ ) e a entropia ( $\Delta S$ ) no processo de enovelamento (*folding*), formando assim as estruturas dos polipeptídeos.

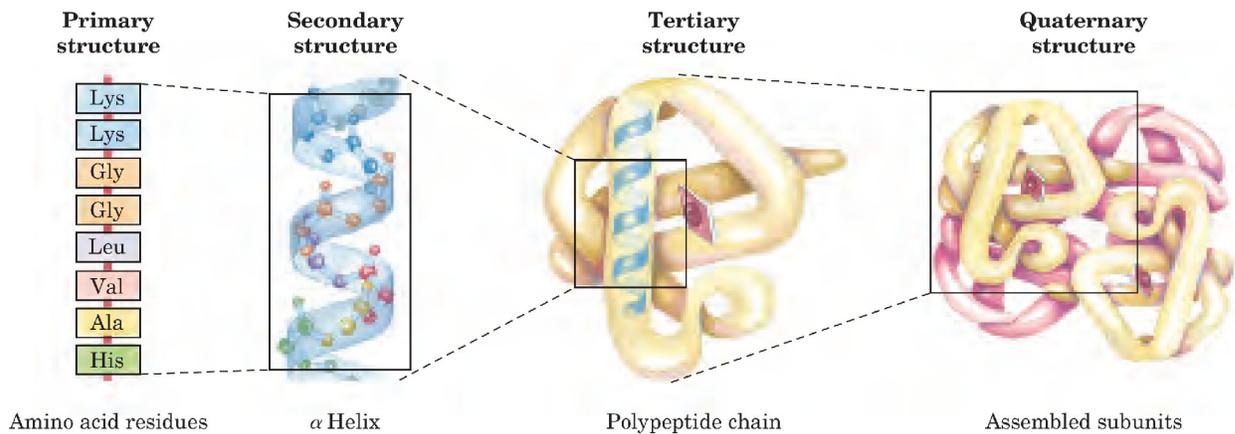


Fig. 4 – Etapas de enovelamento de uma proteína: estruturas primária, secundária, terciária e quaternária (NELSON & COX, 2007).

A conformação da estrutura secundária é permitida através da interação das ligações entre os carbonos- $\alpha$  do eixo seqüencial de aminoácidos. As rotações livres são possíveis somente em três casos de ligações covalentes do polipeptídeo: N –  $C_{\alpha}$  (amino terminal – carbono alfa),  $C_{\alpha}$  – C (carbono alfa – carbono carbonílico) e C – N (carbono carbonílico – amino terminal), caso esteja em consideração um resíduo de glicina, devido a presença de um hidrogênio na cadeia lateral, segundo mostra a Fig. 5. As conformações de prolina são ainda mais restritas, devido à pouquíssima liberdade de rotação da ligação N -  $C_{\alpha}$  (NELSON & COX, 2007).

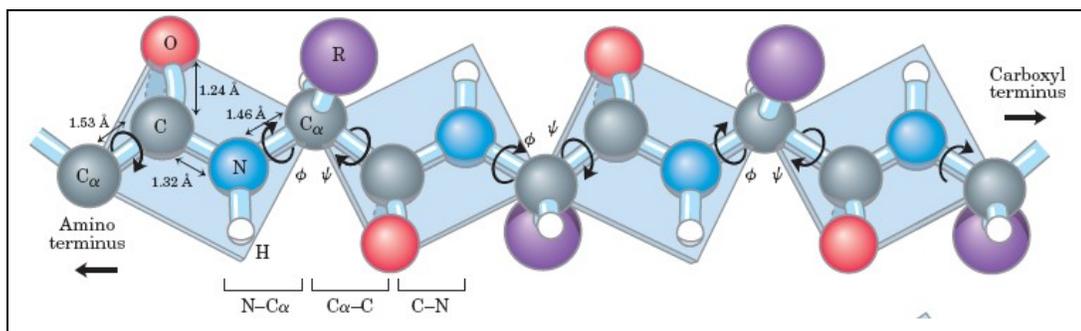


Fig. 5 – Possíveis rotações livres em ligações covalentes de um polipeptídeo (NELSON & COX, 2007).

As permissões para os ângulos de rotação da ligação são determinados em qualidade por um gráfico de Ramachandran (RAMACHANDRAN & SASISEKHARAN, 1968), demonstrando assim as estruturas espaciais de alfa-hélice ( $\alpha$ -hélice) e beta-folha ( $\beta$ -folha), (Fig. 6). Já as regiões

de *loop* são muito importantes para a estrutura tridimensional de um polipeptídeo, sendo ricas em resíduos de prolina e glicina, e configurando assim áreas de dobramento para a constituição da estrutura tridimensional. Essas regiões também podem ser ordenadas quando ocorre o acoplamento de um ligante, afetando também a funcionalidade biológica da proteína (KOOLMAN & ROEHM, 2005).

Segundo Van Holde *et al* (2005), as proteínas constituem um complexo físico-químico, através do posicionamento específico dos grupos químicos, num preciso arranjo tridimensional. Cada aminoácido apresenta uma maior probabilidade em assumir determinada posição para a formação de conformações estruturais terciárias. A cadeia principal de carbonos do polipeptídeo, contendo os grupamentos químicos, devem assumir uma conformação que seja tanto biologicamente ativa, quanto estável fisicamente. Um desafio bastante ousado é a biossíntese de polipeptídeos, uma vez que estas macromoléculas são compostas de dezenas de milhares de átomos. O número de conformações diferentes que uma cadeia polipeptídica pode assumir é da ordem milhares, com os dobramentos em pontos adequados, porém, para uma funcionalidade biológica eficaz da proteína madura, poucas são as conformações efetivas.

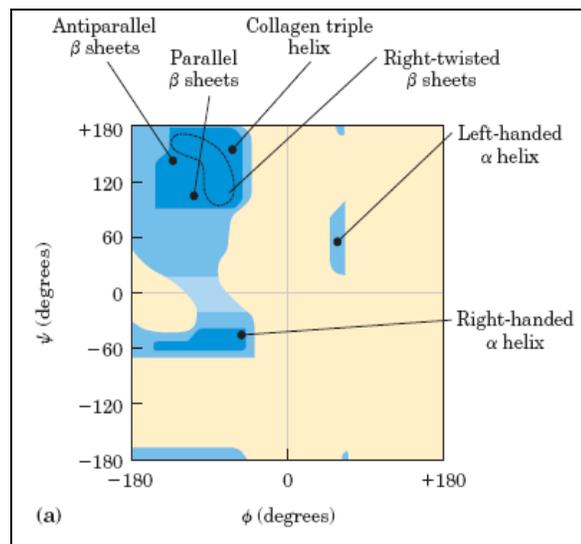


Fig. 6 – Gráfico de Ramachandran, para regiões permitidas de ângulos  $\phi$  e  $\psi$  (NELSON & COX, 2007).

### *Arranjo alfa-hélice (α-hélice)*

Segundo Berg, Tymoczko & Stryer (2002), o *backbone* de um polipeptídeo alfa-hélice é torcido de modo uniforme, onde a vista de cima de um polipeptídeo em alfa-hélice se assemelha a um túnel. Esta estrutura helicoidal é estabilizada por ligações de hidrogênio entre o grupo NH e o grupo CO de cada aminoácido. Desta forma, toda a cadeia principal do polipeptídeo apresenta os grupos NH e CO ligados, com exceção dos resíduos iniciais e terminais, em uma distância de 1,5Å. Este distanciamento permite um longo eixo helicoidal, ocorrendo na cadeia principal as rotações de ligações entre carbonos no mesmo sentido. A cadeia principal apresenta 3,6 aminoácidos (em média), por cada dobramento das hélices. Apesar desta liberdade, os aminoácidos já possuem uma conformação bem estabelecida, e são encontrados em lados opostos uns aos outros, ao longo da cadeia principal.

A estrutura secundária de uma proteína descreve as formas regulares tomadas por porções da cadeia principal da molécula. Estes arranjos são resultantes da formação de ligações de hidrogênio, devido a atração de um átomo de hidrogênio presente na molécula por um outro átomo eletronegativo. Na Fig. 7, é ilustrado o esquema da formação da estrutura secundária no formato de alfa-hélice, na direção amino terminal para a carboxi terminal.

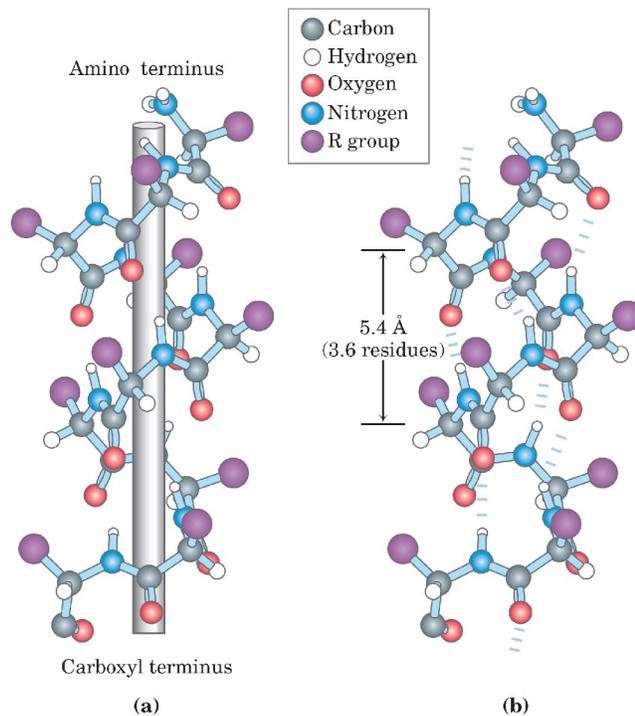


Fig. 7 – Esquema da disposição dos aminoácidos na estrutura de alfa-hélice (a) e formação das ligações de hidrogênio que formam a estrutura secundária (b) [MURRAY *et al*, 2003].

### *Arranjo beta-folha ( $\beta$ -folha)*

A estrutura secundária conhecida como beta-folha configura-se num arranjo onde os aminoácidos, quando vistos de ponta a ponta, formam um zigue-zague uniforme e em direções opostas (ou paralelas). Ao contrário do arranjo compacto da alfa-hélice, o peptídeo em arranjo beta-folha é bastante prolongado, onde sua maior estabilidade é devido às ligações de hidrogênio, estabelecidas entre o oxigênio da carbonila e o hidrogênio do grupo amina, pela região das ligações peptídicas da cadeia principal paralelo ou antiparalelo (BERG *et al*, 2002).

Em ambas as configurações, sempre é objetivado formar o maior número possível de pontes de hidrogênio, de vínculos entre os segmentos ou dobras da “folha”. Com essas interações, a maior parte das estruturas  $\beta$ -folhas não são perfeitamente planas, tendendo a uma leve torção, porém não tão acentuada como numa estrutura alfa-hélice (Fig. 8).

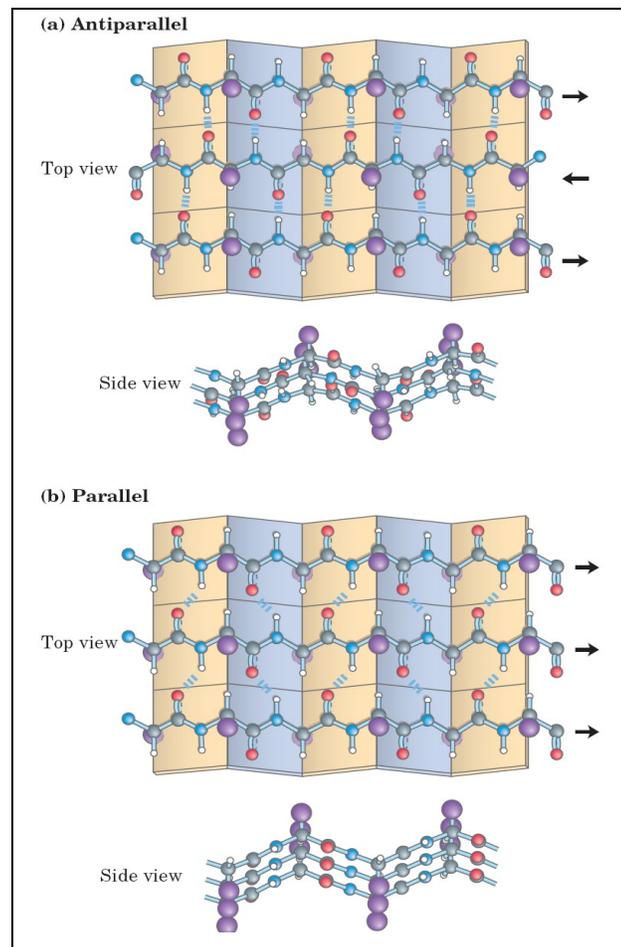


Fig. 8 – Demonstração de  $\beta$ -folhas paralelas e antiparalelas (NELSON & COX, 2007).

### ***Loops (alças) e turns (curvas)***

Segundo Murray *et al* (2003), cerca de metade dos resíduos que compõem um arranjo para proteínas globulares são dispostos em alfa-hélices e beta-folhas; a outra metade está disposta em *loops* e *turns*, e outras estruturas conformacionais. *Loops* e *turns* referem-se a curtos segmentos de poucos aminoácidos, que servem para unir duas unidades de estrutura secundária adjacentes.

Já uma  $\beta$ -turn envolve quatro resíduos de aminoácidos, em que a ligação de hidrogênio se dá no quarto resíduo de aminoácido, resultando numa curva de 180 graus. Os resíduos mais frequentes nestas configurações de  $\beta$ -turn são a prolina e a glicina (Fig. 9).

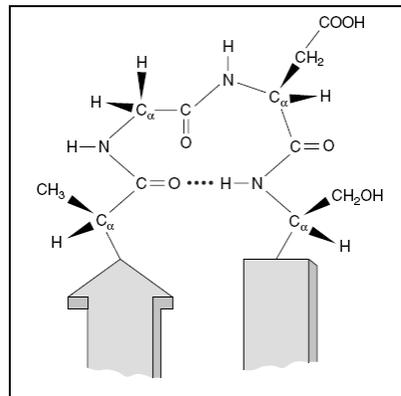


Fig. 9 – Região de  $\beta$ -turn para a união de duas estruturas secundárias de um polipeptídeo (NELSON & COX, 2007).

Segundo Nelson & Cox (2007), as *loops* (alças) são regiões que contêm um número de resíduos maior do que um  $\beta$ -turn para conectar regiões adjacentes de estrutura secundária. São notadamente perceptíveis na análise conformacional porque apresentam uma disposição espacial de resíduos irregulares; no entanto, fazem o papel de chaves biológicas bastante específicas para cada proteína.

Ainda, Murray *et al* (2003) elucidada que em muitas enzimas, os *loops* são a ponte para os domínios responsáveis acoplarem-se a substratos, que contêm geralmente resíduos de aminoácidos que são participantes de reações de catálise importantes. Uma vez que muitos *loops* e *turns* residem na superfície de proteínas e são, portanto, expostos a solventes, eles constituem locais de fácil acesso externo; ou ainda, podem configurar pontos de epítomos para o reconhecimento e ligação de anticorpos específicos.

Nem todas as regiões de proteínas são necessariamente ordenadas. Embora os *loops* sejam estruturalmente irregulares, eles apenas existem em uma determinada conformação estável, graças à interações do tipo ligação de hidrogênio, pontes salinas, e interações hidrofóbicas com outras regiões da proteína. Essas desordens “anormais” entre os resíduos de aminoácidos podem conferir à proteína uma elevada flexibilidade conformacional. Em muitos casos, estas regiões desordenadas vêm a assumir uma certa conformação ordenada mediante ao acoplamento de um ligante (BERG, TYMOCZKO & STRYER, 2002). Esta flexibilidade permite então que estas

regiões atuam como reguladores de ligantes – controlando mudanças estruturais e conformacionais que afetam a estrutura tridimensional e funcionalidade biológica da própria proteína.

## Formação da estrutura terciária: *fold*ing

Segundo Murray *et al* (2003), a estrutura terciária da proteína é o resultado das interações hidrofóbicas entre a estrutura secundária e o meio aquoso, formando assim um empacotamento de estruturas similares em formato. Este arranjo tridimensional é de fundamental importância, já que a conformação dos átomos na estrutura terciária da proteína, na maioria das moléculas, é coincidente com a estrutura nativa, ou seja, a estrutura que apresenta uma funcionalidade biológica específica, como pode ser visto na Fig. 10.

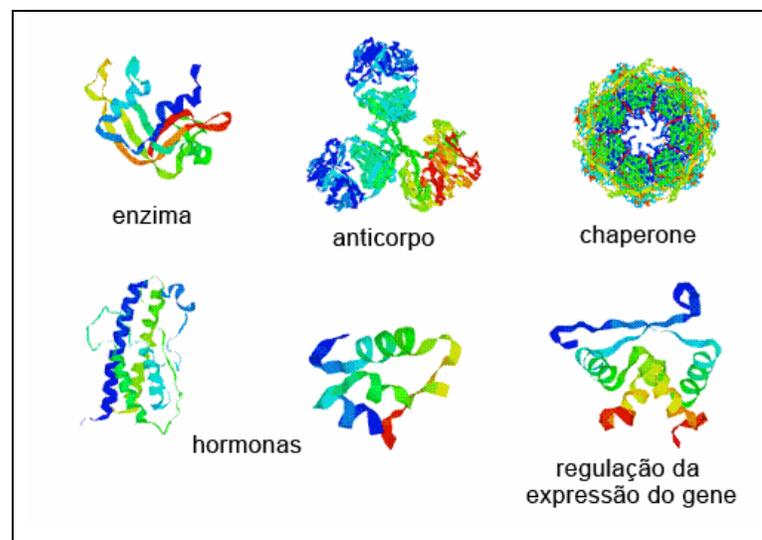


Fig. 10 – Estruturas terciárias que representam a estrutura biologicamente ativa da proteína. (MURRAY *et al*, 2003).

Como possibilidades de análise do enovelamento de proteínas, é levado também em consideração parâmetros termodinâmicos e cinéticos: o enovelamento é um processo espontâneo, onde a proteína vai enovelar tendendo ao estado termodinamicamente mais estável (mais baixa energia livre) e ao estado cineticamente não-aleatório. Existe então uma conformação tridimensional e uma energia livre, associada a esta conformação mais estável para a proteína (ATKINS & PAULA, 2005).

## 1.2 CONTRIBUIÇÕES DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

### 1.2.1 Teoria da aprendizagem significativa (TAS) de Ausubel

Contrastando com a aprendizagem significativa, Ausubel (1982) define aprendizagem mecânica (ou automática) como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e a aquela já armazenada.

Ausubel (1982) recomenda o uso de organizadores prévios que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente. Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si. A principal função do organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa.

Os organizadores prévios fornecem um quadro contextual no qual a pessoa vai incorporar detalhes progressivamente mais diferenciados. A diferenciação progressiva vê a aprendizagem significativa como um processo contínuo no qual adquirem significados mais abrangentes na medida em que são estabelecidas novas relações entre os conceitos.

Apesar de seu potencial em estabelecer, em um nível mais alto de generalidade, inclusividade e abstração, relações explícitas entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio do aluno, a estratégia dos organizadores tem um efeito na aprendizagem, mas pequeno, já que o aprendiz precisa ter algum conhecimento prévio relevante e apresentar uma predisposição para aprender (WAAL, 2004).

Segundo Cavalcanti & Maximiano (2009), outro importante princípio da aprendizagem significativa é a reconciliação integradora, o princípio programático segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre idéias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes. Para facilitar esse processo, o material instrucional deve procurar integrar qualquer material novo com material anteriormente apresentado.

Organizadores prévios, diferenciação progressiva e reconciliação integradora são os três conceitos centrais da teoria da aprendizagem significativa.

Em uma aprendizagem significativa não acontece apenas a retenção da estrutura do conhecimento, mas se desenvolve a capacidade de transferir esse conhecimento para a sua possível utilização em um contexto diferente daquele em que ela se concretizou (TAVARES, 2005). A aprendizagem é um processo que culmina na ampliação da estrutura cognitiva do estudante, através da incorporação de novas idéias às aquelas pré-existentes. Dependendo da relação entre as idéias, pode ocorrer uma *aprendizagem significativa* ou uma *aprendizagem mecânica* (CRUZ, 2001). A teoria da aprendizagem significativa foi postulada pelo psicólogo norte-americano David Paul Ausubel, por volta da década de 60, e está centrada basicamente na teoria cognitivista da aprendizagem.

*“Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo.”*  
(AUSUBEL, 1968).

Quando o aluno associa a nova informação ao conjunto de idéias que ele já conhece, temos uma aprendizagem significativa. Este aspecto que permite a associação da nova idéia é um aspecto relevante ao contexto da vez, ou seja, o fator que mais influencia na aprendizagem do tema é o que o aluno já tem em sua estrutura cognitiva. O estudante, então, deve ser ensinado de acordo, para que agregue significado novo ao que já possui e dê novo sentido ao conteúdo aprendido, num processo interativo (NOVAK, 1998).

Se uma informação não é apreendida de modo significativo, sua captação torna-se mecânica. Ao contrário da aprendizagem significativa, as informações são apreendidas praticamente sem interagir com as informações relevantes presentes na estrutura cognitiva. A nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal (MORAES, 2006).

O conceito central da teoria de Ausubel é o de “aprendizagem significativa”, um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, o *subsunçor*. Essa palavra não existe em português;

trata-se de uma tentativa de aporuguesar a palavra inglesa “*subsumer*” cujo significado se aproxima de inseridor, facilitador ou subordinador. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Para Ausubel (1968), é possível identificação de quatro tipos de aprendizagem:

- (1) significativa por recepção: o aprendiz recebe conhecimentos e consegue relacioná-los com os conhecimentos da estrutura cognitiva que já possui;
- (2) significativa por descoberta: o aluno chega ao conhecimento por si só e consegue relacioná-lo com os conhecimentos anteriormente adquiridos);
- (3) mecânica por recepção: o aluno recebe conhecimentos e não consegue relacioná-los com os conhecimentos que possui na estrutura cognitiva e
- (4) mecânica por descoberta: o aluno chega ao conhecimento por si só e não consegue relacioná-lo com os conhecimentos anteriormente adquiridos (WAAL, 2004).

### **1.2.2 Aprendizagem significativa, Aprendizagem Mecânica e Continuum**

O caráter mais humanista da TAS foi dado por Novak (1984), considerando o engrandecimento do cidadão através da construção de conhecimentos, onde atitudes e sentimentos positivos agora eram importantes fatores de favorecimento ao aprendizado.

Ausubel considera a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica não como dicotomias, mas sim como fazendo parte de um *continuum*. Inicialmente, o aluno poderá apreender a informação de forma mecânica, a qual passará a ser significativa à medida que é agregada e resgatada pelos conceitos subsunçores (MORAES, 2006). Os subsunçores (*subsumers*) são ancoradouros conceituais pré-existentes na estrutura cognitiva do aluno, de modo a integrar os novos conceitos, mais específicos e menos inclusivos, permitindo a interatividade de idéias antigas com as novas (MOREIRA, 1993).

A aquisição de informações, através da aprendizagem significativa, pode ocorrer de duas maneiras: por recepção e por descoberta. Na aprendizagem por recepção, os conceitos a serem

aprendidos encontram-se prontos e acabados. Ocorre, então, a relação destes conceitos com estruturas cognitivas existentes, provocando a reconstrução e adaptação de significados. Já na aprendizagem por descoberta, o próprio aluno identifica o conceito como sendo “novo” e define o melhor subsunçor para assimilá-lo, formando uma nova idéia. Através do quadro da **Fig. 11**, podemos observar a idéia de *continuum* na aprendizagem por recepção e por descoberta, segundo Moraes (2006).

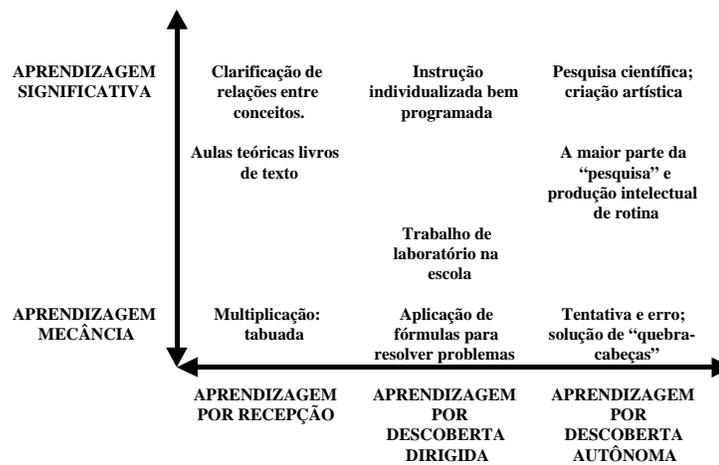


Fig. 11– *Continuum* distinto entre aprendizagem mecânica e significativa, que contém a aprendizagem por recepção e por descoberta. Pode-se chegar à aprendizagem mecânica ou significativa por descoberta ou por recepção (MORAES, 2006).

### 1.2.3 Condições Para a Aprendizagem Significativa

Observamos uma aprendizagem significativa quando o estudante consegue relacionar a nova informação a idéias que ele já possui, ligando-se a estrutura de conhecimento dele por um conceito subsunçor. Para Ausubel (1982), existem três fatores que são requeridos para que haja uma aprendizagem significativa: a não-arbitrariedade do material, a substantividade do conteúdo e a disposição do aluno para aprender significativamente.

- a. **Não-arbitrariedade do material:** o material deve ser potencialmente significativo ao estudante e se relaciona com as idéias pré-existentes em sua estrutura cognitiva. Estas relações ocorrem com as idéias relevantes existentes, onde os conhecimentos ancorem-se com

os conhecimentos “subsunçores”, também dentro da capacidade do estudante aprender a nova informação.

- b. Substantividade:** ao aprender de forma significativa, o aluno consegue reter a essência das informações, e não as palavras exatas que as expressam. Assim, o aluno pode exprimir, com suas próprias palavras, a idéia equivalente ao conceito estudado, facilitando sua apreensão e posterior recuperação desta informação.
- c. Disponibilidade para aprender significativamente:** deve ser levado em consideração o que o sujeito sente e já tem agregado em sua estrutura cognitiva para servir de ancoradouro para novos conhecimentos. As experiências de aprendizagem potencialmente significativas são aquelas que levam o aprendiz a um engrandecimento pessoal, intrinsecamente a um progressivo domínio conceitual, que permita o uso destas informações em resolução de problemas reais do cotidiano.

#### ***1.2.4 Tipos de Aprendizagem significativa***

Podemos distinguir a aprendizagem significativa em três tipos: aprendizagem representacional, aprendizagem de conceitos e aprendizagem proposicional.

**Aprendizagem representacional:** o aprendiz reconhece um signo (palavra, símbolo ou idéia) para a classificação do conceito. Como exemplo, podemos citar a classificação de aminoácidos, de acordo com a polaridade de suas cargas: polares e não-polares.

**Aprendizagem de conceitos:** não deixa de ser também uma aprendizagem representacional, porém, os conceitos são reconhecidos agora por outros conceitos que o ancoram. Como exemplo, temos a diferenciação entre estruturas primárias, secundárias, terciárias e quaternárias. A diferenciação entre estas estruturas é devido a interação físico-química existente entre seus aminoácidos.

**Aprendizagem proposicional:** neste tipo de aprendizagem, temos o aprendizado do significado de idéias expressas sob a forma de proposições e suas devidas associações. Por exemplo, temos a classificação das estruturas secundárias, segundo Nelson & Cox (2007):

- Existem dois tipos de estruturas secundárias: alfa-hélice e beta-folha.
- Alfa-hélice são estruturas em forma de espiral.
- Beta-folha são estruturas em formato pregueado.
- Em função do grau de liberdade, qual o aminoácido mais presente nas estruturas secundárias?

Os mapas conceituais são um bom exemplo deste tipo de recurso, já que apresentam informações visuais estáticas e informações verbais escritas. Mapas conceituais são redes hierárquicas de conceitos, onde podemos observar a posição de cada conceito dentro do tema estudado através de ligações adequadas de conceitos, ou seja, do mais inclusivo para o menos inclusivo (TAVARES, 2005). Os mapas conceituais, segundo Novak e Gowin (1999), são importantes estruturas para ilustrar como o conhecimento humano é organizado, de modo a se tornar significativo.

### **1.3 MAPAS CONCEITUAIS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM**

Novak (1984) desenvolveu uma técnica de mapeamento de conceitos, baseado na TAS de Ausubel (1968). Os mapas conceituais (MC) são representações gráficas semelhantes a diagramas, e mostram a relação entre conceitos ligados por palavras, em um domínio específico de conhecimento. Consistem então na organização hierárquica de conceitos: partimos do conceito mais abrangente, que se ramifica para os conceitos mais específicos e menos inclusivos.

Segundo Moraes (2006), os MC são um procedimento essencialmente cognitivista. Eles evidenciam as relações entre conceitos-chave, conforme a compreensão de um determinado tema. Porém, podemos fundamentá-los numa abordagem construtivista, pois na predisposição do aluno a organizar o conhecimento, surge a própria construção dele dos significados.

No mercado, encontram-se diversos *softwares* que servem como ferramenta para a diagramação de MC, como o *freeware* CMap Tools®. A construção de MC é um importante

recurso auxiliar tanto para o aluno (aprendizagem) quanto para o ensino (professor). Para o aluno, temos como principais aspectos a considerar (NOVAK, 1998):

- Esquematizar e resolver problemas e exercícios;
- Planejar o estudo individualmente;
- Preparar-se para avaliações;
- Perceber as relações entre as idéias de um dado conteúdo;

Para os professores, a elaboração de MC colabora em seu plano de ensino:

**Ensino de um novo tópico:** pode-se seguir com a subordinação de idéias e o seu esclarecimento, atentando para a identificação de conceitos-chave e a relação entre eles. O estudante pode então se localizar dentro de um novo tema agregado à estrutura cognitiva anterior.

**Reforço da compreensão:** pelo fato de resumir as interrelações entre conceitos-chave de um tema, os MC reforçam o entendimento por parte dos alunos.

**Verificação de aprendizagem:** os MC podem servir como ferramenta para a avaliação, identificando conceitos mal-compreendidos e permitindo ao professor acompanhar seu aluno individualmente mais de perto.

**Deteção de anormalidades cognitivas:** através dos MC, pode-se identificar alguma dificuldade de aprendizado dos temas estudados.

**Formação de hábito de estudo:** o professor pode incentivar o aluno a se organizar e fazer uso dos MC para ter a postura e consciência de buscar e aprofundar seus conhecimentos quando necessário.

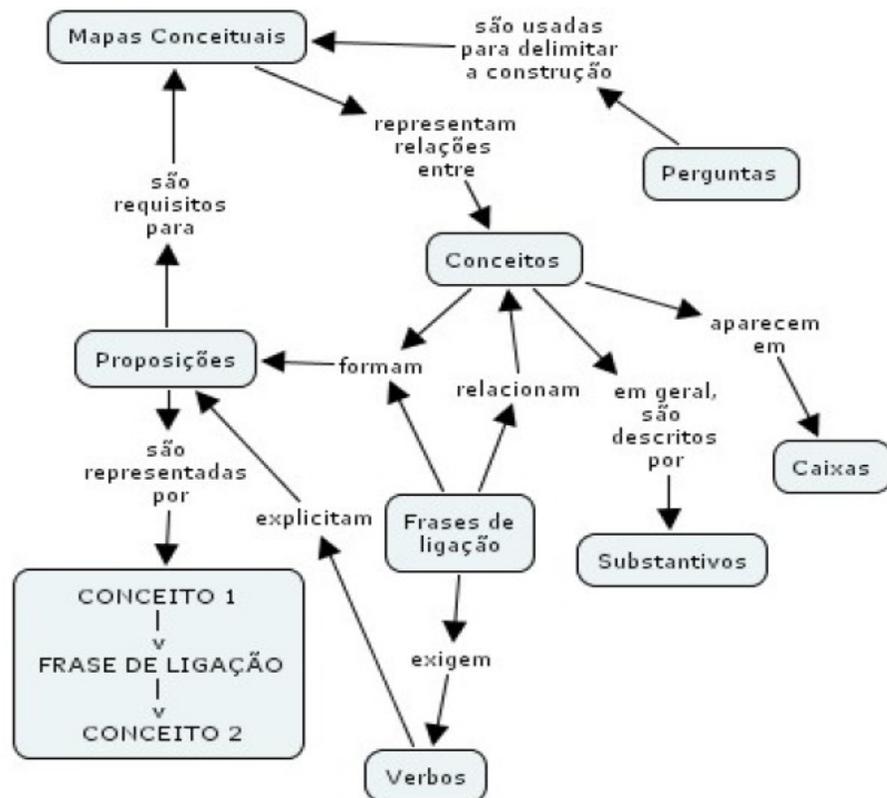


Fig. 12 – Exemplo de mapa conceitual (TAVARES, 2005).

### ***Operacionalizando os mapas conceituais como ferramentas***

Tratando-se dos temas de Ciências Naturais, a TAS de Ausubel (1968) tem importante contribuição, principalmente na condução dos alunos pelo processo de aquisição de informações. Através da cotidianidade de cada aluno, pode ser inserida a significância da teoria de Ciências, respeitando esses saberes e adaptando-os à medida que o aluno adquire estas informações. No tocante construtivista, tem-se a atuação do aluno em função da reconstrução de suas concepções e conhecimentos diante de um novo tema, ancorado pelos subsunçores, e reconstruindo e adaptando para a sua realidade. Dentre outras vantagens da utilidade da TAS para o Ensino de Ciências, temos como sua disponibilidade de ferramentas para o aluno.

Por sua função, os mapas conceituais são um meio para organizar e visualizar as idéias e conceitos, bem como as relações hierárquicas entre estes. E com a elaboração desses mapas, é

aproveitada grande parte da capacidade humana em reconhecer padrões em imagens visuais, facilitando assim o aprendizado. Isto não significa memorizar os mapas e jogar com todos os detalhes, mas usá-los para organizar o conteúdo do currículo e da sua aprendizagem, de uma forma bem sucedida. A técnica de mapeamento de conceitos é uma poderosa ferramenta de ensino para organizar a informação, sintetizá-la e apresentá-la graficamente.

Também é útil porque nos permite considerar todas as informações que contém o texto e as relações entre seus componentes, o que facilita sua compreensão, que é a maneira mais satisfatória e eficaz para a aprendizagem. Outro uso é que eles podem servir para relacionar oralmente, ou escrever textos que são lógicas, ordenado o tratamento de alguns informações. Portanto, eles são importantes como organizadores dos conteúdos de valor para a vida acadêmica e prática.

Além disso, o mapa evidencia a compreensão do processo de aprendizagem do aluno, entendendo que este se manifesta pela organização dos conceitos e a qualidade de suas relações. Traduz, de certa forma, como está organizada a estrutura cognitiva, e revela concepções, domínio do tema, lacunas, equívocos, criatividade na construção gráfica e nas idéias, permitindo tomar consciência das dificuldades e avanços realizados (RUIZ-MORENO, 2004).

Segundo Cogo *et al* (2009), a partir das diferentes possibilidades de aplicação em variados temas, constata-se que os Mapas conceituais configuram-se como ferramentas de ensino, promotoras da construção de um conhecimento complexo, que integra as partes ao todo, bem como as suas múltiplas implicações.

### ***Técnicas de Construção de mapas conceituais***

Há certa simplicidade na confecção de mapas conceituais, sempre respeitando as operações mentais do aprendiz. Ele pode ser usado didaticamente para desenvolver idéias e mostrar as relações entre elas. Segundo Tavares (2007), a técnica simplificada, para o uso com fins educativos, é constituído das seguintes etapas:

1. Leitura atenta do texto e ter entendimento com clareza. Se há palavras que os alunos não entendem ou não sabem, o auxílio do dicionário é oportuno, sempre verificando como os vocábulos e novos conceitos funcionam no contexto em que ocorrem.

2. Localização e destaque às idéias mais importantes: palavras-chave ou palavras com que construir o mapa, em geral, são nomes ou substantivos.

3. Estabelecimento de uma hierarquia dessas idéias ou palavras-chave:

a) idéias ou conceitos, cada uma delas delimitada pela digitação de um formato retângulo.

b) Conectores: A ligação ou relação entre duas idéias é representada por meio de um oblíquo, a linha vertical ou horizontal chamado conector ou a rampa que liga as duas idéias.

c) Setas: podem ser usados conectores, para mostrar que a relação de significado entre as idéias ou conceitos em conjunto é expressa principalmente em uma direção. Também são usadas para enfatizar a direção de relacionamentos, quando são considerados indispensáveis.

d) Descritores: se a palavra ou palavras (1, 2 ou 3) que descrevem a conexão estão escritos sobre eles ou conectores. Estes descritores são utilizados para "marcar" os relacionamentos. De grande importância para escolher a palavra certa, ou seja, aquela que melhor caracteriza a relação em questão, sob a sombra de sentido a ser dado com precisão.

### ***Validação de mapas conceituais***

É conveniente rever o mapa conceitual várias vezes, a fim de verificar se as ligações são importantes. Há momentos em que é necessário, ou desejável, colocar juntos dois subtemas ou questões específicas, que necessitam para evitar a sobreposição das linhas de conexão cruzada, a serem incluídos no mapa.

As imagens podem ser adequadamente representadas em mapas de várias maneiras diferentes. Na verdade, não é incomum construir dois mapas idênticos do mesmo texto, razão pela qual não pode haver um único modelo de mapa de conceito aplicável a qualquer texto.

Enquanto o mapa não é o mesmo que aqueles dos seus pares, embora todos tenham as mesmas informações manipuladas. Estará correto se as idéias mais importantes, ou conceitos que aparecem no texto, forem compreendidos corretamente, devidamente classificados e as relações com este bem caracterizados.

O mapa conceitual pode também ser construído adequadamente, se tiver significado para quem o realiza e ajuda a compreender o material analisado. Um mapa conceitual é claro suficiente, se algum de seus termos ou descritores, idéias, foi eliminada e poderia ser restaurada, seguindo a lógica dele. Alguns trabalhos de pesquisa, como o estudo de Schirmer & Sauerwein (2010), propõem como avaliação e interpretação de mapas conceituais um método de análise chamado Análise Estrutural, que consiste em transformar cada mapa em uma matriz de associação, somando a pontuação da matriz de cada mapa, estabelecendo assim uma pontuação.

Em qualquer caso, é necessário construir o mapa várias vezes o mesmo texto, para eliminar falhas que podem surgir na primeira versão. Geralmente, na segunda versão são estabelecidas as relações de forma mais clara e explícita. Além disso, quanto à clareza, a segunda versão e até terceira ou quarta, vai ser aprimorada na correção. Irá melhorar a distribuição e evitar a desordem dos conceitos. Um mapa conceitual é claro se ele está devidamente distribuída e apresentada harmonioso e equilibrado.

**CAPÍTULO 2**  
**ASPECTOS METODOLÓGICOS E PROCEDIMENTOS**

## **CAPÍTULO 2: ASPECTOS METODOLÓGICOS E PROCEDIMENTOS**

No desenvolvimento de uma pesquisa científica, há a necessidade de direcionamentos sistematizados, afim de que as respostas para as questões norteadoras sejam investigadas e satisfatoriamente respondidas. Esta etapa de investigação não é algo essencialmente fechado em regras rígidas, mas sim composto de passos que permeiam tanto responder à pesquisa, quanto interagir com sua realidade e contexto em que está inserida. A problematização, como fase do processo investigativo, é a motivação da busca por respostas, uma vez que “sem a interrogação, não pode haver conhecimento científico; nada é evidente, nada nos é dado, tudo é construído” (BACHELARD, 1981). Também para Popper (1975), toda discussão científica deve partir de um problema, ao qual se oferece uma espécie de solução provisória (teoria-tentativa), e logo após ocorrendo a crítica desta solução, de modo a eliminar o erro, e no caso da dialética (tese – antítese – síntese), surge uma renovação deste processo, chegando a novos problemas para solucionar.

Neste capítulo, os aspectos metodológicos e procedimentos serão descritos detalhadamente, de forma a contextualizar todo o trabalho de pesquisa. Primeiro, são apresentadas a descrição do percurso da pesquisa e seus caminhos. Logo em seguida, são apresentados os sujeitos envolvidos no estudo, assim como o local da pesquisa. É feita também uma caracterização inicial da aplicação da metodologia, seguida dos aspectos referentes aos instrumentos da pesquisa. Por fim, são apresentados detalhadamente os momentos do trabalho da pesquisa, bem como a aplicação dos instrumentos e suas contribuições.

### ***2.1 Descrição do percurso da pesquisa e seus caminhos***

O trabalho de pesquisa foi realizado à luz de uma abordagem quantitativa e qualitativa, uma vez que os resultados expressam não apenas o quantitativo de um universo estudado, mas as evidências do contexto da realidade pesquisada, através da especificidade dos dados que foram obtidos. Segundo Alves-Mazzotti e Gewandszajder (2002), tanto a abordagem quantitativa e

qualitativa possuem as suas peculiaridades: a pesquisa quantitativa fornece resultados que são dados claros e evidentes da realidade observada; a pesquisa qualitativa fornece resultados e dados influenciados por crenças, valores, impressões e representações, os quais estão presentes na realidade em que os sujeitos estão inseridos, refletindo e justificando as atitudes destes sujeitos.

Ainda, Marconi e Lakatos (2010) enfatizam que ambas possuem sua relevância dentro da pesquisa, uma vez que em trabalhos desta natureza, são empregados artifícios quantitativos, objetivando a coleta sistemática de dados sobre populações e programas, bem como suas respectivas amostragens. Por fim, esta pesquisa também se apresenta como sendo uma investigação-ação participativa, sendo um enfoque diferente do método tradicional de se fazer investigação científica, agora conceituando os sujeitos da pesquisa como participantes em interação com os investigadores. Assim, há também a possibilidade de transformação da realidade dos sujeitos, do autoconhecimento diante de suas limitações, e da melhoria de sua condição de vida, agora como ser reflexivo e atuante.

A escolha da investigação-ação participativa (SEVERINO, 2002), como natureza do trabalho realizado, também foi devido à percepção do cenário do campo de pesquisa, uma vez que a pesquisadora já atuou como docente de Química e Biologia no nível Médio (2007 – 2008), e atualmente é docente de Química e Bioquímica no Ensino Superior. Durante esta caminhada docente, foi verificado empiricamente a dificuldade que os alunos possuem em assimilar e trabalhar com conceitos relacionados a Química e Bioquímica (dentro da competência de Biologia), mais especificamente sobre proteínas, suas estruturas e funções. Mesmo com o esforço da docente em aproximar cada vez mais os temas relacionados a proteínas ao cotidiano dos alunos, muitas das vezes estes não possuíam os conceitos básicos, que por sua vez eram fundamentais para o ancoramento dos novos conhecimentos adquiridos. A partir desta percepção, surge o interesse em buscar alternativas para complementação do ensino-aprendizagem do tema proteínas no Ensino Médio. Por ser um tema de natureza bastante conceitual e abstrata na sua concepção científica, tem na sua aplicação e exemplificação cotidiana uma justificativa maior, para que o interesse do aluno seja mantido e este aprenda com estas aplicações também.

A corrente filosófica de pensamento que orientou este trabalho foi a corrente do materialismo dialético, onde é possível que haja uma discussão não apenas baseada na

coletividade, mas também nos indivíduos e nos interesses que os permeiam (KONDER, 1985). Este pensamento reflete também na mudança de cada indivíduo, no âmbito de buscar seus interesses, como a aquisição de conhecimento para a transformação da realidade em que vivem no presente, com vistas a novas perspectivas de ação.

## **2.2 Perfil dos sujeitos e o local da pesquisa**

A pesquisa foi realizada em uma escola da Rede Estadual de Ensino na Zona Centro-oeste da cidade de Manaus. O grupo escolhido para que a pesquisa fosse realizada foram estudantes do 3º. Ano do Ensino Médio. As observações da pesquisadora eram realizadas em sala de aula, diante da interação da professora e alunos como o tema proteínas. A confecção dos mapas conceituais também foi realizada em sala de aula, e foram realizados três encontros com as turmas, no mês de setembro de 2010. A professora da escola possui formação acadêmica em Biologia, com pós-graduação em área correlata, atuando na docência há 05 anos.

A primeira iniciativa da escolha deste grupo foi por se tratar de alunos finalistas, e que os fenômenos relativos a aprendizagem poderiam ser avaliados como resultantes da formação básica. Diante da situação já exposta, quanto a abrangência e extensão do tema proteínas, existe a necessidade de um certo nível de abstração dos discentes, visto que são disposições e conceitos formados a partir de sistemas atômico-moleculares. Segundo Ferreira (2003), as pesquisas relacionadas com cognição demonstram que os indivíduos, com uma certa maturidade cognitiva já estabelecida, podem organizar e expressar melhor seus conhecimentos prévios e conhecimentos adquiridos, o se caracteriza como fator crucial para este tipo de estudo e aquisição de conhecimento.

A metodologia para o trabalho proposto tem como delineamento experimental sua aplicação em um público-alvo de três turmas de alunos do 3º. Ano do Ensino Médio, do turno noturno, totalizando um universo de aproximadamente 100 estudantes, freqüentando as aulas normalmente. Cada turma comportava em média de 35 a 40 alunos. Os estudantes tinham faixa etária de 18 a 48 anos, e 92% trabalhavam durante o dia. A participação dos alunos com os mapas conceituais foi realizada com a participação da docente da escola, e com o apoio da pesquisadora,

que auxiliou nas dúvidas dos alunos quanto à confecção da atividade. O livro-texto das referidas disciplinas, fornecidos pelo Governo do Estado, eram portados por 45% dos alunos nas aulas, pois a maioria dos alunos chegava a escola vinda direto do emprego, e alegavam que o livro didático era incômodo de ser carregado durante todo o dia e o trajeto para a aula diária.

A fim de validação da metodologia e efeito comparativo de resultados, a metodologia foi aplicada também a alunos do Ensino Superior, o denominado “grupo de comparação”. Foram 51 alunos no total, que realizaram as etapas da pesquisa do início ao fim. Os estudantes pertenciam a um centro universitário privado, apresentando uma faixa etária de 20 a 55 anos. Ao final das etapas, os resultados também foram tabulados e analisados, de modo comparativo aos resultados encontrados com os alunos do Ensino Médio, conforme metodologia de Almeida (2006).

### ***2.3 Caracterização inicial da aplicação da metodologia***

As etapas metodológicas utilizadas seguem uma ordem coerente, de forma a reproduzir as etapas de construção do conhecimento, bem como os processos intermediários de reconstrução do conhecimento prévio, para adequação ao conhecimento adquirido. Segundo Ausubel (1979), a postura de aprofundamento teórico sobre determinada temática favorece a aprendizagem significativa, uma vez que o aprendiz poderá observar diferentes abordagens sobre um mesmo tema, adquirindo mais subsídios para a construção de uma definição própria e mais elaborada sobre determinado conceito.

As etapas da pesquisa foram realizadas em três momentos de sala de aula. A pesquisadora optou por realizar todas as etapas em sala de aula, pois na ocasião de os alunos confeccionarem os mapas em domicílio, poderia acarretar no baixo comprometimento da atividade e/ou não realização da etapa. As etapas realizadas foram as seguintes:

1º. Momento: observação da dinâmica em sala de aula, aula expositiva sobre o tema proteínas, suas estruturas e funções.

2º. Momento: aplicação de pré-teste, diagnóstico inicial e início da confecção de mapas conceituais.

3º. Momento: finalização dos mapas conceituais, aplicação de pós-teste e diagnóstico final.

Inicialmente, as aulas sobre o conteúdo Proteínas foram ministradas pela docente da disciplina, sendo observadas pela pesquisadora, realizadas em 1 encontro, de duração de dois tempos de aula no turno noturno, que equivale a um total de 80 minutos. As aulas contemplaram temas sobre aminoácidos, ligações peptídicas, estrutura das proteínas (primária, secundária, terciária e quaternária), interação entre cadeias principais e laterais, arranjos alfa-hélice e beta-folha, enovelamento e funcionalidade biológica, processo de desnaturação conformacional, importância das proteínas para a área da saúde e relação com o cotidiano do estudante. Uma observação interessante foi que ao iniciar a série de três encontros para a aplicação da metodologia, foi percebido que um dos fatores limitantes para o processo de ensino-aprendizagem era o tempo reduzido para as aulas no turno noturno. Abaixo, segue o roteiro de observação das aulas:

#### I. OBJETIVO(S) DA AULA

II. CONTEÚDOS TRABALHADOS (Comunicativos, gramaticais e/ou em termos de habilidades).

III. RECURSOS DIDÁTICOS UTILIZADOS (Uso do quadro, de textos, livro didático, apostilhas, equipamentos, recursos audiovisuais, reálías, etc.)

IV. CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS (Da escola e da sala de aula – descrição dos elementos que compõem a infra-estrutura para as atividades curriculares)

V. CARACTERÍSTICAS DOS ALUNOS (Classe social, faixa etária, número de alunos (do sexo masculino e do feminino), nível de interesse, atitudes, comportamentos evidenciados, etc.)

VI. DESENVOLVIMENTO DA AULA (Relato descritivo da aula, ou seja, das seqüências das atividades levadas a efeito, etc.)

VII. RELACIONAMENTO PROFESSOR / ALUNO (Descrição das evidências colhidas em termos do tipo de relação existente entre alunos e professor; se é cordial, tensa, formal, informal, permissiva, etc.; se o professor consegue liderar a turma ou não, se tem bom manejo de turma, etc.)

VIII. TENDÊNCIAS METODOLÓGICAS DO(A) PROFESSOR(A) (Se os métodos, técnicas e outros procedimentos do professor no trabalho com os conteúdos se dão dentro das abordagens tradicional, estrutural, cognitiva ou comunicativa, ou de forma eclética).

IX. COMPETÊNCIA TÉCNICA E HABILITAÇÃO PROFISSIONAL DO(A) PROFESSOR(A) Descrever a habilitação profissional do professor(a): instituição em que estudou, curso, ano de conclusão, que disciplinas está oficialmente habilitado a ensinar; se tem cursos de pós-graduação ou outros cursos na área; se ensina apenas na escola observada (e há quanto tempo) ou se também trabalha noutro(s) estabelecimentos; se ensina outra disciplina, etc.)

X. APRECIÇÃO DA AULA PELO OBSERVADOR (Uma apreciação pessoal sobre a aula observada como um todo, considerando a interação de todos os elementos do ensino aqui abordados. Considerar também, e principalmente, o desempenho do(a) professor(a) em relação à dinâmica da aula, à utilização do tempo, à propriedade dos conteúdos, etc.

Os resultados da observação foram detalhadamente expostos na seção de discussões.

## ***2.4 Instrumentos da pesquisa***

Os instrumentos da pesquisa utilizados para a coleta de dados foram a observação, diagnóstico inicial com os estudantes, através de pré-teste, realização de atividade proposta com mapas conceituais, e diagnóstico final com os estudantes através de pós-teste. Era esperado, com a aplicação e resultados do pré-teste e pós-teste, que houvessem diferenças entre o grau de aquisição do conhecimento sobre o tema.

Logo após a observação da aula expositiva da docente-regente da competência, a metodologia se baseia na aplicação de um pré-teste, para verificação do nível de conhecimento inicial do aprendiz; da construção de mapa conceitual sobre o tema, assim a compreensão do

aluno sobre o tema; e por último de um pós-teste, para a verificação de uma possível contribuição positiva que a confecção do mapa conceitual possa ter efetuado. Foram realizadas amostragens para a elaboração de dados e para posteriores análises quantitativas e qualitativas, adaptadas da metodologia aplicada no trabalho de pesquisa de Almeida (2006).

## **2.5 Momentos do trabalho de pesquisa**

### **Primeiro momento: a observação em sala de aula**

O primeiro momento da pesquisa a ser realizado foi a observação da aula ministrada pela docente-regente da competência Química em sala de aula, onde a pesquisadora entrou em contato com os sujeitos da pesquisa, e estes entraram em contato com o tema proposto. Ainda, nesta etapa foi possível observar a realidade escolar dos alunos (material, cognitiva, contextual) e as dificuldades relatadas pela docente-regente e pelos estudantes, quanto a competência Química e o tema proteínas. Este primeiro momento foi realizado nas três turmas do 3º.ano.

A princípio, o conteúdo é ministrado a cada turma através de uma aula teórica em sala de aula. A aula teórica é realizada pelo docente da disciplina, com duração de aproximadamente 80 minutos, e conforme programa estabelecido no planejamento bimestral da disciplina. Na aula teórica, os alunos captaram os conceitos acerca do tema, com base em um resumo sobre o tema Proteínas (UCKO, 1996), constituindo essa etapa como fase cognitiva do processo. A etapa construtiva foi realizada posteriormente, na discussão da inter-relação de conceitos, de forma a organizá-los de forma hierárquica numa próxima atividade de construção do mapa conceitual.

### **Segundo momento: diagnóstico inicial e início da confecção de mapas conceituais**

Para a análise da eficácia dos mapas conceituais, como instrumentos de complementação de aprendizagem, foram aplicados testes prévios no início do estudo (Apêndice B), a fim de identificar possíveis concepções alternativas que os alunos possuem acerca dos conceitos sobre

Proteínas, a partir da aula expositiva em sala. Os pré-testes também tinham a finalidade de captar em quais temas os alunos apresentavam maior dificuldade de compreensão e fixação.

Os testes eram questionários fechados, compostos de 10 questões de múltipla escolha, cada questão com 05 alternativas (A a E). Os testes foram expressos em porcentagem de acertos. A estrutura do pré-teste pode ser visualizada no Anexo 1. Logo após a aplicação dos pré-testes, os alunos participaram da confecção dos mapas conceituais sobre o tema. De posse deste diagnóstico, foram reforçados os conceitos que os alunos apresentavam mais dúvidas, dentro de um texto-base, fornecido pela pesquisadora. Neste momento, os alunos também iniciaram o reconhecimento de conceitos para a confecção de mapas conceituais, em uma atividade disponível no Apêndice A, etapa esta a ser concluída no terceiro momento.

### **Terceiro momento: Produção de mapas conceituais e diagnóstico final**

Cada estudante trabalhou individualmente durante o desenvolvimento de todos os momentos. Para o terceiro momento, foi fornecido ao aluno um texto-base, encontrado em Ucko (1996), disponível no Anexo 1, como material de apoio para a produção de mapas conceituais, apenas com o intuito de relembrar os conceitos expostos no primeiro momento.

As aulas iniciais são destinadas ao primeiro contato dos alunos com a produção e dinâmica dos mapas conceituais. Foi fornecido aos alunos um texto sobre a temática abordada, onde eram pré-selecionados 16 conceitos no quadro branco para o estudo (Apêndice A). Também eram esclarecidas as ações de um estabelecimento de possíveis palavras de ligação, bem como a estruturação da leitura não-linear de um mapa conceitual sobre o tema.

As atividades desenvolvidas com mapas conceituais seguem uma seqüência didática, onde a maturidade do aluno é trabalhada conforme ele vai adquirindo familiaridade com a ação de estabelecer relações entre conceitos.

#### **1. Atividade: reconhecimento de conceitos-chave**

Nesta atividade, o aluno analisa o texto-base sobre o tema proteínas, e vai verificando quais as idéias principais do texto. Assim, o aluno pode reconhecer os principais conceitos-chave

dentro do texto-base, que uma vez selecionados, servem para a confecção de um mapa conceitual. Os conceitos foram sugeridos como parte do instrumento da pesquisa, pois devido ao tempo reduzido de aula, não seria possível realizar todos os conceitos expostos pelo texto-base. Cada aluno então pode construir o seu mapa conceitual, a partir das palavras fornecidas como conceitos.

## **2. Atividade: confecção do mapa conceitual (CMap Tools®)**

Uma vez de posse dos conceitos, o aluno pode iniciar a atividade de montar o mapa conceitual, onde é feito o relacionamento dos conceitos entre si, a partir do texto-base fornecido. Esta etapa é interessante como método avaliativo, pois utilizando o mapa conceitual como ferramenta de avaliação, o professor pode então verificar qual seria o nível de percepção do aluno quanto ao conteúdo. A docente-regente da disciplina inclusive achou oportuno, como forma de incentivo a atividade, estabelecer uma pontuação para a atividade de produção dos mapas conceituais.

Com o mapa conceitual construído pelo aluno, parte da estruturação cognitiva é percebida pelo professor. Este então, tendo o papel de interventor da reconstrução deste conhecimento, age quando julgar necessário, ou quando solicitado por algum aprendiz, seja pra sanar uma dúvida sobre o tema de estudo, bem como sobre a estruturação do mapa conceitual em si. A intervenção tem a função de conseguir conciliar a representação do conhecimento, da forma mais coerente possível, com a informação fornecida sobre o tema Proteínas. Como sugestão, o mapa conceitual físico pode então ser organizado em um documento digital, realizado em um software específico chamado CMap Tools, disponível em <http://cmap.ihmc.us/download/>.

A ferramenta CMap Tools permite uma visualização mais organizada e também um acompanhamento a distância pelo professor, uma vez que a versão do mapa conceitual produzido pelo aluno pode ser enviada por email. Uma cópia do mapa conceitual pode ser guardada como contra-prova, sendo devolvido o original para os aprendizes realizarem as possíveis sugestões complementares. O mapa conceitual que fica com a pesquisadora como contra-prova serve também para trabalhos futuros, sobre o processo de cognição e aprendizado, por exemplo.

### **Diagnóstico final: aplicação de pós-testes aos alunos**

A produção de mapas conceituais foi seguida então da aplicação de pós-testes aos alunos participantes, de modo a verificar a contribuição dos mapas conceituais para a fixação do conteúdo. Estes pré-testes foram realizados também com a finalidade de diagnosticar se, a partir da implementação de uma ferramenta, complementar à metodologia de sala de aula, os alunos melhoravam seu aproveitamento do conteúdo de proteínas.

Foi aplicado então um pós-teste (Apêndice C) com as mesmas 10 questões do pré-teste, porém com o posicionamento das questões em ordem aleatória. Esta disposição aleatória foi realizada apenas para que o aluno pudesse ter uma releitura de seu aprendizado. Assim, o pré-teste e o pós-teste foram comparados, onde foi estabelecida uma média de acertos por parte dos estudantes em cada um dos testes. Ainda, os resultados quantitativos obtidos foram dispostos em gráficos para que fossem comparados os acertos pelos alunos, quando avaliados antes e depois do processo de construção dos mapas conceituais, expressos em porcentagens. Foram estabelecidos também a variância e o desvio padrão em relação aos dados obtidos, a fim de mostrar a variabilidade dispersiva destes dados em relação a uma média (VIEIRA, 2008).

**CAPÍTULO 3**  
**CONCEPÇÃO DO PRODUTO**

## CAPÍTULO 3: CONCEPÇÃO DO PRODUTO

Nas escolas, a realidade quanto aos recursos didáticos para o ensino é bastante precária. Muitas das vezes, apenas o livro didático é utilizado como material de apoio ao ensino. No local de desenvolvimento da pesquisa, apenas a obra Feltre (2004) era utilizada como base para a fundamentação das aulas, onde o capítulo que contemplava o tema Proteínas era superficial, porém de alguma forma contextualizado com a temática de Alimentos e Saúde. Outra situação detectada era que nem sempre os alunos portavam o livro didático em sala de aula, já que o volume era pesado e os estudantes, na maioria das vezes, eram oriundos do emprego. Neste contexto, as potencialidades da Internet e do computador para o ensino são negligenciadas.

As tecnologias de informação e comunicação (TIC) são ferramentas que vem se tornando cada vez mais utilizadas em âmbitos educacionais. Estas tecnologias, por sua vez, tem se tornado potencialmente mais interessantes aos jovens, pois a rapidez e a facilidade no acesso às informações tornam o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico. Aos professores, é interessante a incorporação das TIC em sua metodologia de ensino e cotidiano, pois este hábito pode se tornar uma estratégia de renovação e formação continuada (FIOLHAIS & TRINDADE, 2003).

Recursos digitais disponíveis na Internet, como simulações computacionais, animações e *sites* “explicativos” já vem surgindo como possíveis agentes da atualização curricular do Ensino Médio há algum tempo. A cada dia, é encontrado um número maior de *sites* com diversos *applets*, jogos, ambientes virtuais, *web*-conferências, *chats* e outros recursos multimídia. Dentre estes recursos, se destacam os *applets* são pequenos simuladores de experimentos, utilizados principalmente em Ciências, para experimentos que são inviáveis de reprodução em sala de aula ou laboratório comum (MEDEIROS & MEDEIROS, 2002). Como fundamento da ideia principal de formulação do produto, a modalidade digital escolhida foi a *homepage*, que segundo Polato (2009), tem o intuito de oferecer novas formas e incentivar a observação e experimentação de metodologias de ensino diferentes das tradicionais, já utilizadas em sala de aula. Para Cox (2003), é salientado ainda que, apesar da facilidade que hoje se tem a *homepages* de diversos conteúdos, este tipo de ferramenta didática somente se torna válida e adequada se estiver a serviço dos conteúdos a serem desenvolvidos em sala, com finalidade de complementação, e não apenas como única fonte de obtenção do conhecimento.

Não há como falar de Internet e Educação sem citar a participação fundamental do professor neste processo. A Internet nada mais é do que um meio de comunicação, que pode ser tanto em tempo real, como em tempo assíncrono. Porém, para a sua utilização ser potencialmente eficaz em sala de aula, o professor também tem sua parcela de contribuição neste processo. Há algum tempo, Tajra (1998) já destacava que a Internet e suas ferramentas poderiam promover projetos educacionais, e uma divulgação maior na localização de informações e comunicação de conhecimentos. Podem ser realizadas pesquisas, intercâmbio de aprendizados entre professores e alunos, inclusive possibilitando a discussão de informações atuais e sua validade dentro da construção do conhecimento. Mas para que este processo ocorra, se faz necessária a formação adequada do professor, e que este também se mostre disposto a iniciar uma mudança do tradicionalismo que vemos hoje em sala de aula. Diante desta nova perspectiva da situação escolar, surge a concepção do produto que foi norteadado por esta pesquisa.

A proposta do trabalho de pesquisa, bem como os resultados, permitiram oferecer subsídios para criar um repositório virtual de idéias e concepções acerca do uso de mapas conceituais, como ferramentas de ensino das Proteínas. Ainda, que o repositório *on-line* tenha efeito como uma proposta para a utilização da incorporação de mapas conceituais ao ensino de outros temas e disciplinas. Diante das alternativas possíveis, foi concebida a idéia de criação de uma *homepage*, onde outros professores possam ter acesso a idéias de utilização dos mapas conceituais em sala de aula, e não somente com o tema Proteínas. A proposta de *homepage* é encontrada na rede mundial, no endereço <http://mapasconceituais.webnode.com/>. No Apêndice D, pode ser visualizada a página principal do site proposto, bem como as seções e funcionalidades disponíveis.

Existem seis seções disponíveis na proposta de *homepage*, ilustrada na **Fig. 13**. Estas seções foram concebidas para nortear o professor a uma conduta metodológica de ensino com os mapas conceituais. Na seção “O que são mapas conceituais?”, é feita uma abordagem sobre as principais concepções sobre mapas conceituais, como surgiram e qual as principais contribuições para o processo de ensino-aprendizagem. Na seção “Estrutura das proteínas”, é realizada uma breve sinopse sobre o tema proteínas, suas funcionalidades e aplicações. Na seção de “atividades”, são expostas quatro tipos de sugestões para a utilização dos mapas conceituais para ações em sala de aula. A seção “galeria de mapas” ilustra exemplos de mapas conceituais que podem ser utilizados em atividades.

Uma destas atividades aplicável aos alunos está ilustrada na Fig. 14. A seção “Referências” traz obras, *sites*, artigos e programas para um estudo mais aprofundado sobre o tema. E por último, a seção “contato” permite ao visitante a comunicação com a pesquisadora, onde também outras sugestões, críticas e dúvidas podem ser contempladas. É salientado ainda que o material está disponível tanto para professores, quanto para alunos que queiram material complementar ao seu estudo.

[Página Inicial](#) | [Mapa do site](#) | [RSS](#) | [Imprimir](#)

**:: Mapas conceituais ::** Pesquisar:

**O que são mapas conceituais?**  
**Aprendizagem Significativa**  
**Estrutura das proteínas**  
**Atividades**  
**Galeria de mapas**  
**Referências**  
**Contato**

Ensino de Proteínas

**Bem-vindo ao site**

Este site tem por objetivo sugerir como os Mapas Conceituais podem ser utilizados como ferramentas de ensino da Estrutura de proteínas. Aqui você irá encontrar sugestões de atividades em sala com Mapas Conceituais, material teórico sobre Mapas Conceituais, Aprendizagem Significativa e Estrutura das proteínas. Ainda, todas as atividades sugeridas com os Mapas Conceituais podem ser adaptadas para a abordagem de outros temas, que não apenas os temas de Bioquímica. Podem ser utilizadas por professores em sala de aula e por alunos que queiram aprofundar seus estudos.

**Palavras-chave**

[atividades](#) [galeria](#)

**Contato**

**Prof. Karla Nunes**

Manaus - AM - Brasil  
[karlanunez@gmail.com](mailto:karlanunez@gmail.com)

Sinta-se à vontade para entrar em contato!  
Suas opiniões, críticas e sugestões serão bem-vindas!

Fig. 13 – Página Inicial da Home Page proposta. Disponível em <http://www.mapasconceituais.webnode.com>.

Complete o mapa conceitual abaixo com os seguintes conceitos:  
 (AMINOÁCIDOS) (SUBSTRATO) (CARBOXILA) (ESTRUTURA SECUNDÁRIA) (ESTRUTURA TRIDIMENSIONAL) (CATALISADORES BIOLÓGICOS)

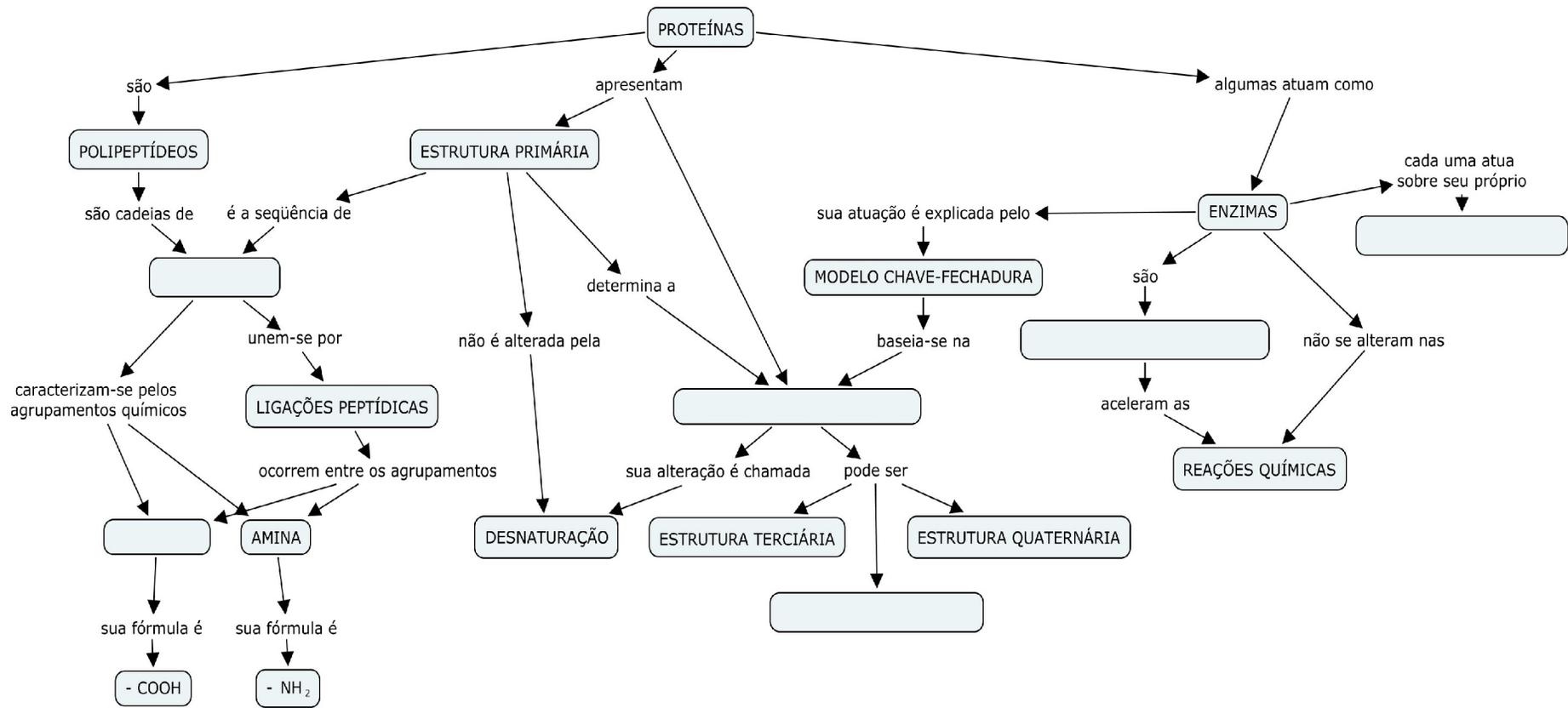


Fig. 14 – Exemplo de atividade envolvendo mapa conceitual, organizada com o CMap Tools e disponível no site Mapas Conceituais.

**CAPÍTULO 4**  
**RESULTADOS E DISCUSSÕES**

## CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, serão apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia proposta: pré-testes, construção de mapas conceituais e pós-testes. O público alvo foi de alunos do 3º.ano do Ensino Médio do turno noturno, em uma escola estadual da Zona Centro-oeste da Cidade de Manaus. De um total de 100 alunos, apenas 67 alunos participaram efetivamente da atividade, finalizando os três momentos da pesquisa: pré-teste, confecção de mapas conceituais e pós-teste. Esta quantidade relativamente baixa de alunos concluintes da atividade é devido a baixa frequência destes nas aulas.

Confeccionando um grupo de comparação, participaram duas turmas de alunos do Ensino Superior, participando do mesmo processo de aplicação de MC e estudo das Proteínas. Estes alunos também foram submetidas à análise, apenas a título de validação da metodologia proposta. Este grupo de comparação totalizou 51 alunos, dos quais todos participaram efetivamente dos momentos da pesquisa.

A análise quantitativa trata dos dados obtidos através da coleta dos pré-testes e pós-testes, e foi quantificada segundo análise estatística, realizada com o auxílio do aplicativo Microsoft Excel, onde também foram gerados os gráficos apresentados. Além da análise quantitativa, foi feita uma análise qualitativa, onde foram analisados MC confeccionados pelos alunos do Ensino Médio, e classificados em três categorias que contemplam a expressão de conceitos diante do tema de estudo.

Considerando as classes de aprendizagem significativa (Aprendizagem representacional, Aprendizagem de conceitos ou Aprendizagem proposicional), a classe predominante em relação aos MC confeccionados pelos alunos foi a Aprendizagem representacional. A partir de análises realizadas com os MC, pôde ser detectada a percepção do aprendiz em reconhecer um signo (no caso, palavras selecionadas) para a hierarquização de conceitos dentro do MC. Como se trata de um contato inicial com os MC, é compreensível que os alunos ainda tenham de se familiarizar com a técnica de confecção para produzir mapas mais elaborados. Poucos foram os MC que contemplaram a classe de Aprendizagem significativa de conceitos, onde ocorre o reconhecimento de conceitos, através do processo de ancoragem em outros conceitos. Essa classe

de aprendizagem significativa requer um pouco mais de abstração e reflexão diante do tema a ser tratado e suas interrelações.

Na prática, como docente e pesquisadora neste trabalho, foram detectados alguns aspectos interessantes quanto a confecção e manipulação de conceitos novos. A partir da construção de MC, o aluno pôde se localizar dentro do conteúdo, ancorando novos temas agregados aos temas aprendidos anteriormente. Os MC também serviram para reforçar o entendimento dos alunos, inclusive sobre conceitos aprendidos anteriormente, já que a leitura era praticada durante toda a atividade e os conceitos antigos tiveram de ser resgatados para realizar o processo de ancoragem.

Uma vez construídos os MC, estes também se tornam documentos que servem como instrumento avaliativo, pois diante das percepções dos alunos, é permitido ao professor acompanhar os conceitos que foram incoerentemente associados. Assim, são detectadas as dificuldades de aprendizado, ou possíveis incompreensões, que necessitem de um reforço. Numa perspectiva futura, a correção de MC ajudaria o aluno a formar um hábito de leitura e estudo, não apenas deste tema, mas de outros temas conceituais como este.

Diante da proposta de aproveitamento do conteúdo através da utilização de MC, os alunos conseguiram uma melhoria satisfatória no desenvolvimento e compreensão do tema, detectados através das abordagens qualitativa e quantitativa. Na próxima seção, os resultados das análises quantitativas e qualitativas serão discutidos e analisados mais detalhadamente.

#### ***4.1 Análise quantitativa dos dados***

A partir da aula expositiva sobre o tema “Proteínas”, foi realizado um pré-teste com o grupo experimental, em uma duração total de uma aula de aproximadamente 80 minutos. O formato do pré-teste pode ser visualizado na seção de anexos. O pré-teste serviu como parâmetro inicial para a verificação do nível de conhecimento acerca do tema Proteínas. Logo após a realização do pré-teste, foi iniciada a construção de MC, relativo ao tema. Em algumas turmas, a realização dos MC ocorreu com o uso de mais de uma aula. Após a construção de MC, foi aplicado um pós-teste, a fim de verificar a fixação do conteúdo.

O pós-teste foi aplicado juntamente à atividade de conclusão dos MC, num intervalo de tempo de 80 minutos. O formato do pós-teste pode ser visualizado na seção de anexos. O pós-teste também foi aplicado aos alunos do Ensino Superior, a fim de verificar também a eficácia da ajuda dos mapas conceituais para este tipo de aquisição sobre o tema, em função do desempenho dos estudantes.

Na Tabela 1, são relacionados o número total de alunos do Ensino Médio, os quais foram concluintes do pré-teste ao pós-teste, bem como a respectiva frequência de pontuação. Os testes foram divididos em 10 questões, e alguns alunos no pré-teste obtiveram uma pontuação igual a zero. Esta quantidade de alunos foi adicionada à categoria de alunos que obtiveram 1,0 ponto. A média da pontuação obtida pelos alunos no pré-teste foi de 2,871 pontos, com um desvio padrão de  $\pm 1,642$ . Por sua vez, a média da pontuação obtida pelos alunos no pós-teste foi de 6,343 pontos, com um desvio padrão de  $\pm 1,981$ . A representação gráfica dos resultados comparados do pré-teste e do pós-teste encontra-se na Fig. 15 .

Comparando as médias de pontuação obtidas, pôde ser percebido que o desempenho dos alunos é maior no pós-teste. Esta diferença entre as médias obtidas é considerada assim um importante indicativo de que a atividade de construção de MC contribuiu, de forma significativa, para a melhora do aspecto de aprendizagem. Portanto, a partir da verificação de que a pontuação dos alunos teve um considerável incremento, é possível afirmar que houve uma contribuição positiva do estudo, e uma sistematização inicial do conhecimento adquirido. Através dessa organização do conhecimento, os alunos demonstraram um aumento na aquisição destes, em um determinado intervalo de tempo.

Tabela 1 – Relação da quantidade total de alunos do Ensino Médio: pontuação obtida no pré-teste e pós-teste.

PONTUAÇÃO	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
	TOTAL DE ALUNOS	%	TOTAL DE ALUNOS	%
Até 1,0	16	23.88	1	1.49
2,0	16	23.88	0	0.00
3,0	14	20.90	3	4.48
4,0	8	11.94	12	17.91
5,0	8	11.94	10	14.93
6,0	5	7.46	4	5.97
7,0	0	0	12	17.91
8,0	0	0	16	23.88
9,0	0	0	9	13.43
10,0	0	0	0	0
MÉDIA	2.871		6.343	
DESVIO PADRÃO	1.642		1.981	

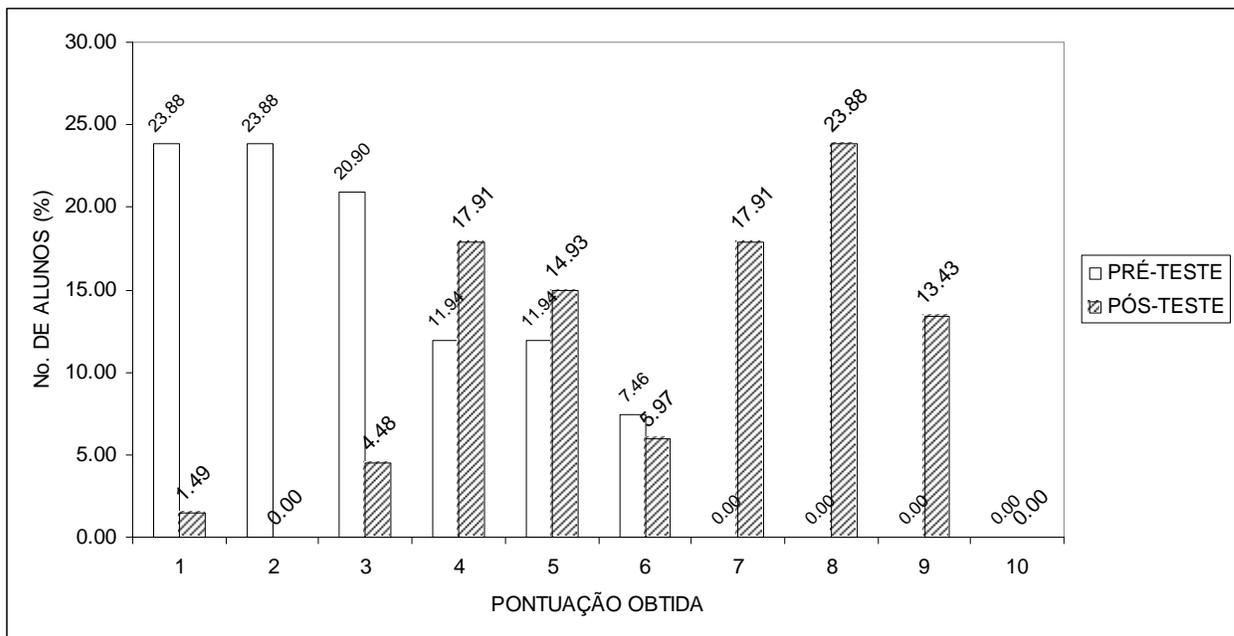


Fig. 15 – Gráfico da porcentagem de alunos do Ensino Médio pela pontuação de acertos obtidos no pré-teste e pós-teste. As porcentagens das pontuações de 0,0 e 1,0 pontos obtidos estão somadas no gráfico.

A fim de validação da metodologia de contribuição de MC para o ensino do tema, e para efeito comparativo entre os Níveis Médio e Superior, foi também aplicada a seqüência didática ao Ensino Superior. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 2, onde são apresentados a média de pontuação para o pré-teste de 2,588 pontos, bem como o desvio padrão de 1,734; para o pós-teste, é apresentada uma média de 6,750, com um desvio padrão de 1,998. A representação gráfica dos resultados comparados do pré-teste e do pós-teste encontra-se na Fig. 16. Pode ser visualizado o considerável aumento no desempenho dos alunos deste nível, uma vez que estes, teoricamente, já possuem uma vivência e percepção maior, em relação aos alunos do Ensino Médio. Porém, é necessário salientar que os alunos do Ensino Médio que participaram da pesquisa pertenciam ao 3º.ano, e os participantes do Ensino Superior pertenciam ao 1º.período, caracterizando assim uma diferença temporal não muito distante.

Assim como verificado nos resultados com o grupo experimental, o grupo de comparação também obteve resultados esperados, após a realização das atividades envolvendo MC. A

Fig. 17 ilustra graficamente os resultados para o grupo de alunos do Ensino Médio e do Ensino Superior. Fazendo um comparativo das médias de pontuação obtidas, também foi notado que o desempenho dos alunos é maior no pós-teste. Com a diferença entre as médias obtidas, pode se considerar que a atividade de construção de MC tem sua parcela de contribuição ao processo de ensino-aprendizagem dos alunos. Ainda, os resultados evidenciam que atividades envolvendo a ferramenta MC podem ser interessantes para o acompanhamento de estudos, tanto no Nível Médio, quanto no Nível Superior.

**Tabela 2** – Relação da quantidade total de alunos do Ensino Superior pela pontuação obtida no pré-teste e pós-teste.

PONTUAÇÃO	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
	TOTAL DE ALUNOS	%	TOTAL DE ALUNOS	%
Até 1,0	14	27.45	0	0.00
2,0	10	19.61	0	0.00
3,0	13	25.49	4	7.84
4,0	6	11.76	4	7.84
5,0	5	9.80	4	7.84
6,0	3	5.88	13	25.49
7,0	0	0.00	7	13.73
8,0	0	0.00	4	7.84
9,0	0	0.00	13	25.49
10,0	0	0.00	2	3.92
MÉDIA	2.588		6.750	
DESVIO PADRÃO	1.734		1.998	

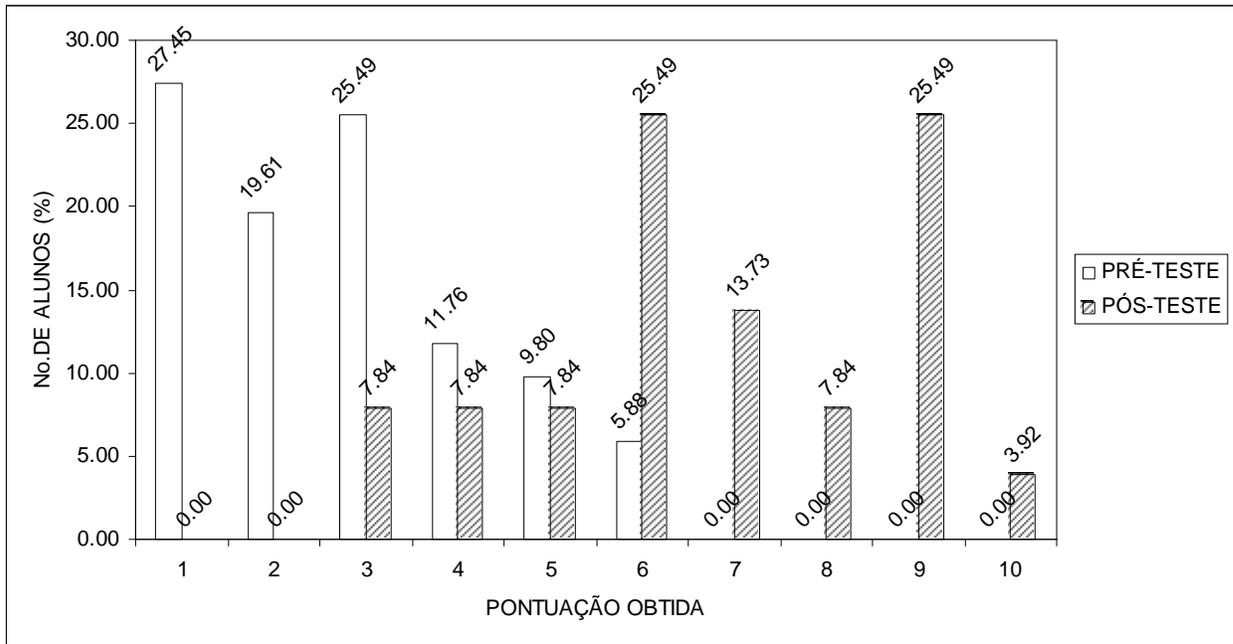


Fig. 16 – Gráfico da porcentagem de alunos do Ensino Superior pela pontuação de acertos obtidos no pré-teste e pós-teste. As porcentagens das pontuações de 0,0 e 1,0 pontos obtidos estão somadas no gráfico.

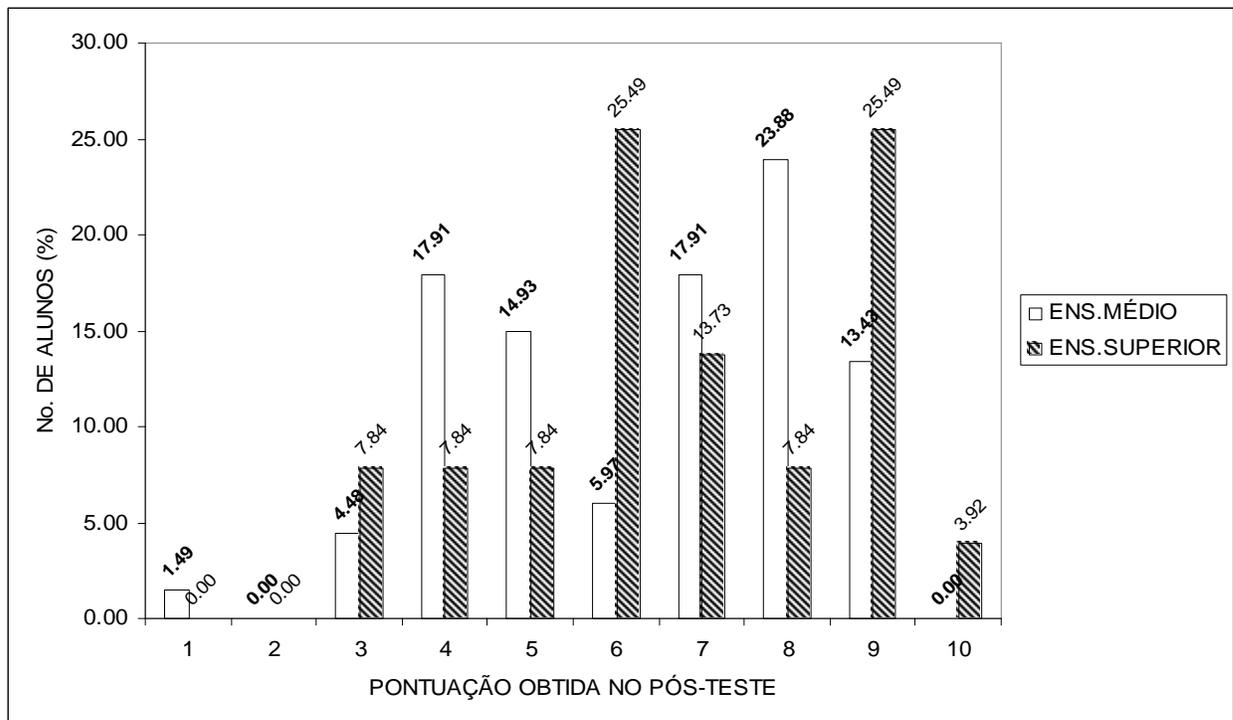


Fig. 17 - Gráfico comparativo da porcentagem de alunos do Ensino Médio e do Ensino Superior pela pontuação obtida no pós-teste. As porcentagens das pontuações de até 1,0 pontos estão somadas no gráfico.

A análise seguinte se refere à quantidade de estudantes que assinalaram a alternativa correta nos testes prévios e posteriores. Esta análise serviu como verificação da evolução pontual em cada questão. A média de acertos pelos alunos, que no pré-teste era de 29,85% de acertos das 10 questões formuladas, subiu para 62,39% de acertos. Na Fig. 18, é apresentada a representação gráfica da evolução dos acertos por questão. Pode ser visualizado claramente que houve um incremento no quantitativo de acertos, tomando a média destes antes e depois da atividade proposta com MC. Ainda, é salientado que as questões dos testes prévios e posteriores tiveram seu ordenamento trocado, a fim de não se obter acertos diretamente memorizados.

Tabela 3 – Acertos assinalados por questão dos testes prévio e posterior, aplicados ao Ensino Médio. O gabarito encontra-se em negrito.

QUESTÕES	ALTERNATIVAS					PÓS-TESTE	ALTERNATIVAS					PÓS-TESTE	
	A	B	C	D	E	(%)	A	B	C	D	E	%	
1	<b>38</b>	26	3	0	1	56.72	<b>60</b>	2	5	0	0	89.55	
2	33	10	12	<b>9</b>	13	13.43	30	7	6	<b>20</b>	4	29.85	
3	12	13	19	<b>21</b>	5	31.34	17	4	27	<b>12</b>	7	17.91	
4	<b>8</b>	24	15	15	8	11.94	<b>41</b>	15	4	3	4	61.19	
5	22	<b>28</b>	8	5	4	41.79	8	<b>51</b>	4	3	1	76.12	
6	16	9	<b>24</b>	13	5	35.82	5	3	<b>49</b>	8	2	73.13	
7	<b>17</b>	11	12	19	8	25.37	<b>39</b>	6	14	6	2	58.21	
8	22	6	<b>13</b>	23	6	19.40	2	9	<b>54</b>	1	1	80.60	
9	<b>17</b>	8	14	27	1	25.37	<b>38</b>	2	9	10	8	56.72	
10	17	9	13	<b>25</b>	3	37.31	3	4	1	<b>54</b>	5	80.60	
MÉDIA DE ACERTOS						29.85	MÉDIA DE ACERTOS						62.39

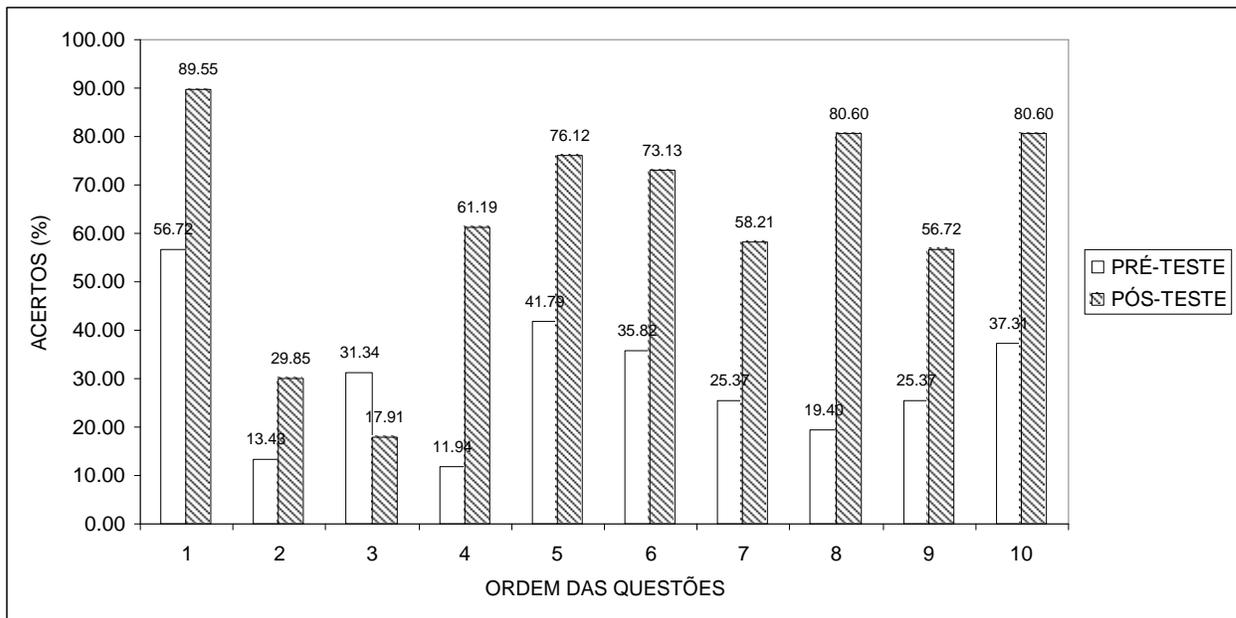


Fig. 18 - Gráfico comparativo de evolução de acertos de alunos do Ensino Médio por questão.

Foi realizada também uma última análise quantitativa sobre acertos dos alunos em função da área de estudo. Tal análise permitiu a verificação das áreas de maior afinidade e compreensão por parte dos aprendizes, bem como as áreas de maior dificuldade em assimilação. As dez questões foram então separadas em 6 áreas, as quais correspondem aos principais itens de estudo sistematizado sobre o tema Proteínas, expostas na Tabela 4. A Fig. 19 demonstra um comparativo entre os acertos por área em função do pré-teste e o pós-teste realizados com os alunos do Ensino Médio. Na área correspondente a questionamentos sobre as interações químicas (A4), foi obtida uma evolução de 19,40% para 80,60% de acertos, bem como nas outras áreas de estudo do tema, houve uma evolução nesta mesma porcentagem, revelando assim que um certo nível de abstração foi então adquirido pelos estudantes.

Enquanto isso, na área A2 sobre estudos relacionados com a cadeia carbônica principal, há uma queda de 31,34% para 17,91% de acertos. É suposto que esta queda se deva por causa da compreensão de qual seria a importância da cadeia principal de átomos de carbono e seu relacionamento com a formação da proteína, uma vez que esta exige um pouco mais de abstração para o entendimento. Como os conhecimentos são interligados e os conceitos formalizam esta

disposição seqüencial, é bem provável que os alunos tenham confundido as interações subseqüentes como apenas sobreposições atômicas, não relacionando que a primeira interação para o enovelamento funcional das proteínas seria a do dobramento da cadeia carbônica principal.

Tabela 4 – Quantidade de acertos por área de estudo do tema Proteínas, demonstrando o incremento obtido a partir da pontuação.

ÁREA DE ESTUDO	PRÉ-TESTE (%)	PÓS-TESTE (%)
A1: AMINOÁCIDOS	35.07	59.70
A2: CADEIA PRINCIPAL	31.34	17.91
A3: ESTRUTURA	28.73	67.16
A4: INTERAÇÕES	19.40	80.60
A5: APLICAÇÃO COTIDIANA	25.37	56.72
A6: FUNCIONALIDADE	37.31	80.60

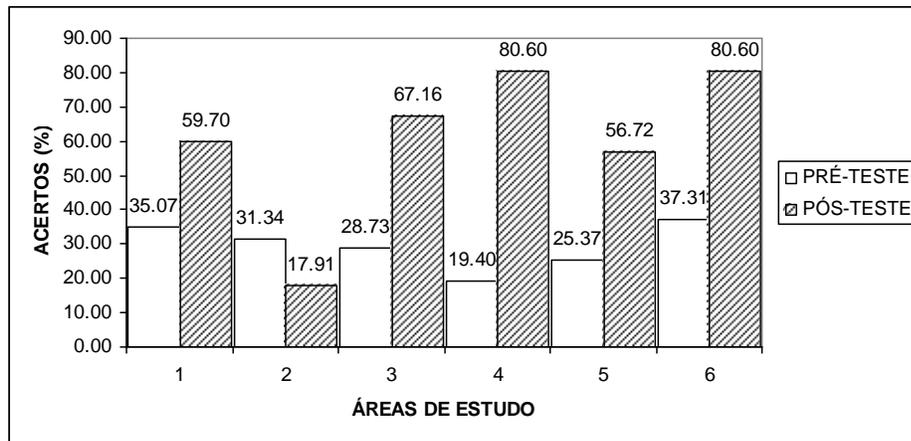


Fig. 19 – Gráfico comparativo de acertos dos alunos do Ensino Médio por área de estudo do tema Proteínas.

Considerando que os grupos experimental (Ensino Médio) e comparação (Ensino superior) são constituídos por alunos de diferentes níveis, poderia haver a conclusão de que são grupos totalmente distintos desde o início da pesquisa, o que poderia dificultar as análises e inferências estatísticas. Entretanto, a demonstração do desvio padrão relacionou o grau de heterogeneidade das amostras, bem como a equivalência destas amostras entre si, sendo assim consideradas representativas da mesma população.

## **4.2 Análise qualitativa dos dados**

Nesta seção, são apresentadas as análises qualitativas realizadas a partir das observações dos MC confeccionados pelos aprendizes. Conforme descrito na metodologia, foi considerada uma das técnicas de análise documental de conteúdo (BARDIN, 2004). Como a técnica de observação do conteúdo de Proteínas não se restringiu em apenas uma área do conhecimento, podendo ser utilizada no contexto químico e biológico, mostrando de uma forma mais objetiva e clara as possíveis variantes que foram analisadas.

Reforçando a escolha da técnica de análise qualitativa, esta se mostrou adequada para a análise de significados e suas correlações, dentro da temática Proteínas. Em função da flexibilidade no modo de análise, coube a percepção da pesquisadora adaptar de acordo com as peculiaridades e objetivos do estudo. A análise qualitativa foi dividida em três etapas sugeridas, que foram efetuadas da seguinte forma:

**Pré-análise de MC:** foram selecionados os MC a serem analisados, a partir da leitura flutuante prévia, captando assim as primeiras impressões que o material escrito pelo aluno pudessem causar. Desta forma, a exaustividade foi aplicada, considerando todos os documentos durante a análise; outro aspecto considerado foi o de representatividade do objetivo da pesquisa e a pertinência de confecção dos MC. A partir dessas impressões, os MC foram julgados e classificados quanto a sua coerência e objetividade com o proposto na atividade em sala. Com base nesta organização prévia, foi realizada uma exploração mais minuciosa.

**Exploração do material:** nesta etapa, houve a identificação das categorias dos MC construídos. Estes mapas foram confeccionados pelos alunos de acordo com as orientações da atividade proposta (Apêndice A). Esta atividade consistiu em construir um MC, a partir dos conceitos selecionados previamente, e com a ajuda de um texto-base para consulta. Foi atribuída então uma categoria para cada MC confeccionado. A Tabela 5 ilustra a distribuição dos MC em categorias e subcategorias, segundo sua frequência e porcentagem de ocorrência. Na seção de anexos, são apresentadas as ilustrações de um exemplo de MC por categoria atribuída.

**Tratamento dos dados obtidos e interpretação:** nesta etapa, podem ser adotadas algumas operações estatísticas básicas, para a representação das frequências em função das categorias a que os mapas conceituais foram classificados, permitindo assim inferências e interpretações sobre os resultados obtidos e os objetos de estudo.

Diante da análise qualitativa de mapas conceituais, é percebido então que 41,80% dos alunos conseguiram alcançar os objetivos propostos de construção de um MC acerca do tema Proteínas. Ainda, 26,85% dos alunos conseguiram realizar o MC, porém com alguns conceitos finais sem a atribuição de significados, ou com ligação repetitiva entre os conceitos. Na categoria (B), 20,90% dos alunos confeccionaram mapas conceituais com várias relações de significados sem conectores identificados, ou com conexões pobres e pouco coerentes. Na categoria (C), 10,45% dos alunos realizaram um mapa conceitual incompleto, superficial ou muito incoerente com a atividade proposta.

Tabela 5 – Categorias e subcategorias para as relações de significado apresentados nos mapas conceituais de alunos do Ensino Médio.

<b>CATEGORIAS</b>	<b>SUBCATEGORIAS</b>	<b>FREQÜÊNCIA</b>	<b>%</b>
(A) MAPAS CONCEITUAIS COM VÁRIAS RELAÇÕES DE SIGNIFICADOS E CONECTORES IDENTIFICADOS	(A1) ATRIBUIÇÃO DE SIGNIFICADOS PARA TODOS OS CONCEITOS APRESENTADOS	28	41,80
	(A2) ATRIBUIÇÃO DE SIGNIFICADOS PARA ALGUNS DOS CONCEITOS APRESENTADOS	18	26,85
(B) MAPAS CONCEITUAIS COM VÁRIAS RELAÇÕES DE SIGNIFICADOS SEM CONECTORES IDENTIFICADOS		14	20,90
(C) MAPAS CONCEITUAIS SUPERFICIAIS		7	10,45

**CONSIDERAÇÕES FINAIS  
E PERSPECTIVAS FUTURAS**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Este estudo foi iniciado com o objetivo de propor uma metodologia de suporte ao ensino presencial, podendo ser realizado alternativamente de forma a distância, numa perspectiva ausubeliana. A proposta foi sugerir a aplicação de MC, como ferramenta de complementação e possível avaliação do conhecimento que foi adquirido sobre o tema Proteínas.

Foi então realizada a aplicação da metodologia de produção de MC aqui proposta, acompanhada da análise dos resultados comparativos do pré-teste e pós-teste executados, diante da aprendizagem significativa dos alunos. Nos encontros para a construção dos MC, os alunos receberam um texto de apoio, extraído do capítulo relacionado a Proteínas (UCKO, 1996). Desta forma, os aprendizes poderiam traçar os MC considerando não apenas os conceitos apresentados durante as aulas expositivas, mas também com base no material distribuído. O que motivou essa necessidade do material de apoio foi justamente a uniformidade de conteúdo, já que nem todos os alunos trazem o livro didático para as aulas presenciais, mas apenas as anotações dos cadernos; e com isso, constituindo um incentivo a mais para a participação de todos os alunos.

Ainda, foram verificadas as vantagens e desvantagens do uso de MC para o ensino de Proteínas, dada a complexidade do conteúdo e a peculiaridade da ferramenta proposta. Para o ensino de um conteúdo com muitos conceitos, como é o caso de Proteínas, podem ser detectadas algumas vantagens para o aprendizado através de MC (PELIZZARI et al, 2002): (a) O conhecimento é adquirido de maneira significativa, retido e lembrado por mais tempo, a partir da leitura mais aprofundada e atenta do material de apoio; (b) Aumento da capacidade de apreender outros conteúdos, aplicando a significância hierarquizada de conceitos, já que a metodologia pode se fixar como hábito de estudo; (c) Favorece a reaprendizagem e o resgate de informações, já concebidas em outras aulas, proporcionando assim a ancoragem de novos conhecimentos. Porém, como desvantagem do método, pode ocorrer apenas a “acomodação” pura e simples dos conhecimentos conceituais, com o risco de se perder na aprendizagem mecânica, em um processo do aluno apenas “decorar” os conteúdos, Outro risco seria da pouca ou nenhuma contextualização para a realidade do aluno.

Outra desvantagem para a dedicação dos alunos à atividade de estudos através de MC era o fator tempo. Como o tempo era bastante reduzido, e as aulas de Química contavam apenas com três tempos semanais de 40 minutos cada, muitas das atividades de construção do MC, tiveram de ser finalizadas como trabalho de casa. Com isso, alguns alunos não finalizaram totalmente o relacionamento de todos os conceitos do MC proposto. Porém, a maioria mesmo assim finalizou e conseguiu realizar a tarefa. Apenas foram considerados os alunos que realizaram as três etapas: aplicação de pré-teste, construção de MC e aplicação de pós-teste.

Desta forma, uma vez aplicados o pré-teste e o pós-teste, foram obtidos os dados da relação acertos *versus* quantidade de alunos. Pôde ser percebido que a grande maioria dos estudantes teve uma pontuação de acertos muito baixa, quando ainda não foram submetidos a atividade com MC. Na avaliação do pré-teste referente a alunos do Ensino Médio, somente dois alunos conseguiram acerto de 06 questões, de um total de 10 questões sugeridas..

Ainda, é percebida uma razoável quantidade de alunos que teve uma aquisição de conhecimentos sobre o tema proteínas. Isso leva a crer que a atividade desenvolvida com MC teve sua parcela de contribuição, tanto na melhoria do entendimento, quanto na compreensão do tema, auxiliando no processo cognitivo e na fixação do conteúdo. Informalmente, os próprios alunos, que desenvolveram a atividade com MC do início ao fim, relataram que a construção foi um pouco trabalhosa no começo, mas que depois o conhecimento sobre proteínas se tornou mais claro, devido às muitas leituras do material disponível, necessárias para a interpretação e criação das interligações de conceitos.

Diante dos resultados obtidos, a utilização de MC em atividades de estudo podem alavancar e interferir de forma positiva sobre o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo Proteínas. Foi possível então afirmar que as atividades com MC podem ser consideradas como potenciais ferramentas para a complementação de estudos de temas muito extensos, como o caso das Proteínas. Ainda, que esta atividade serve não apenas como um suporte a outras atividades e metodologias de ensino, mas como um método avaliativo para a percepção de como o aluno está interpretando e entendendo o tema. Porém, um estudo mais aprofundado sobre a relação de atividades com MC e desempenho escolar precisa ser realizada. Uma proposta seria realizar atividades com grupos de alunos em que não se tenha a participação de MC na metodologia de

ensino. Assim, resultados de pré-teste e pós-teste seriam comparados aos resultados do grupo de alunos sob a contribuição dos MC.

Como consequência, foi formulada uma proposta de sequência didática para o ensino de estrutura das proteínas, através de MC, e aplicável também a outros níveis de ensino. A sequência didática proposta poderá ser utilizada por outros professores, não somente para o estudo de Proteínas, mas como também para a abordagem de outros temas da Química. Esta proposta de sequência didática pode também ser implementada pelos docentes com outras atividades, para a melhoria de aplicação ou até mesmo de adaptação desta metodologia.

Por último, a proposta culminou numa *homepage*, disponível em <http://mapasconceituais.webnode.com>, onde a sequência didática com as atividades sugeridas com MC fossem organizadas, a fim de disponibilizar as idéias para outros docentes e alunos, que porventura gostariam de estudar o tema por conta própria. A *homepage* ainda é uma alternativa de divulgar o trabalho realizado, e alavancar parcerias para o desenvolvimento da proposta em outras áreas do conhecimento.

As ferramentas didáticas, assim como os recursos da informática, não são suficientes para a melhoria do Ensino de Ciências nas escolas e universidades. Devem ser criadas condições, ou pelo menos iniciadas como práticas pelos professores, para que esta melhoria ocorra. Deve haver um processo de democratização nas decisões da escola, onde um conteúdo rígido e engessado possa ser complementado em atividades diferenciadas. São importantes também as adequações dessas instituições de ensino, com equipamentos disponíveis, bem como construção e acesso a laboratórios de Ciências e de Informática. Os programas de aperfeiçoamento para professores deve ser incentivado, mas que os professores também tenham a iniciativa de participarem e aproveitarem essas oportunidades de renovação.

As dificuldades existentes nas instituições de ensino também são fatores limitantes para um desenvolvimento satisfatório das atividades diferenciadas. O material de apoio nas escolas deve ser também mais diversificado, com tabelas, revistas, CDs, e não apenas o livro didático como única fonte. Outra dificuldade a ser vencida é o aumento da carga horária das aulas, pois para o desenvolvimento desta pesquisa, foi necessário “emprestar” horários de outros professores,

a fim de não interromper as atividades. E por último, que o ensino seja mais contextualizado, para que o aluno consiga relacionar o conhecimento científico com a sua vivência e seu cotidiano.

Uma perspectiva futura seria a implementação de uma atividade mais elaborada, como o relacionamento de conceitos em um MC e a utilização de hipertexto, como um recurso a mais de enriquecimento do tema. O hipertexto é uma alternativa de aprofundamento do estudo sobre proteínas, uma vez q torna o MC mais dinâmico através de um acompanhamento não-linear do conhecimento construído. Assim, é oportunizado também a compilação de vários MC, que uma vez interligados os conceitos em comum por *hiperlinks*, dão uma noção de maior abrangência do registro do conhecimento adquirido.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR Jr., O. Mudanças conceituais (ou cognitivas) na educação em ciências: revisão crítica e novas direções para a pesquisa. *Revista Ensaio*, v.03, N.01, jun.2001.

ALMEIDA, V. O. Mapas conceituais como instrumentos potencialmente facilitadores da aprendizagem significativa de conceitos da Óptica Física. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

ALMOULOUD, S. A. Fundamentos da didática matemática. Curitiba: Ed. UFPR, 2007.

ALVES-MAZZOTTI, A. J. & GEWANDSZAJDER, F. O método nas Ciências Naturais e Sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

ARAÚJO, N. R. S., BUENO, E. A. S., ALMEIDA, F. A. S. & BORSATO, D. Mapas conceituais como estratégia de avaliação. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, Londrina, v. 28, n. 1, p. 47-54, jan./jun. 2007.

ARRUDA, S. M. & VILLANI, A. Mudança conceitual no Ensino de Ciências. In: *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.11,n2: p.88-99, ago.1994.

ATKINS, P. & PAULA, J. *Physical Chemistry for Life Science*. New York: W. H. Freeman, 2005.

AUSUBEL, D. P. *Educational Psychology: a cognitive view*. New York: Holf, Rinehart & Winston, 1968.

AUSUBEL, D. P. *A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.

AUSUBEL, D. P. *A psicologia da aprendizagem significativa verbal*. In: *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva por David P. Ausubel*. Lisboa: Plátano, 2000.

AZEVEDO, A. M. P., AMORETTI, M. S. M., TIMM, M. I. & ZARO, M. A. Mapas conceituais e o jogo: estratégias pedagógicas de ensino e aprendizagem de Bioquímica. Informática na Educação: teoria & prática, Porto Alegre, v.7, n.1, jan./jun. 2004.

BACHELARD, G. A filosofia do não. São Paulo: Abril Cultural, 1981.

BARDIN, Laurence. A análise de conteúdo. 3.ed. Lisboa: Edições 70, 2004.

BERG, J. M., TYMOCZKO, J. L. & STRYER, L. Biochemistry. 5ed. New York: W. H. Freeman & Co., 2002.

CAMPBELL, M. K. Bioquímica. 3a. Ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

CÁPUA, M. F. Um estudo com alunos do curso de Projetos Elétricos, noturno, CTI-FURG envolvendo Energia Elétrica, Educação Ambiental e Mapas Conceituais. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande, 2008.

CAVALCANTI, R. R. G. & MAXIMIANO, F. A. Mapas conceituais como ferramenta para determinar a estrutura conceitual de alunos do Ensino Superior sobre o tema Equilíbrio Químico. In: Atas VII ENPEC. Florianópolis, Dezembro/2009.

COGO, A. L. P., PEDRO, E. N. R., SILVA, A. P. S. S. & SPECHT, A. M. Avaliação de mapas conceituais elaborados por estudantes de enfermagem com o apoio de software. Revista Texto Contexto Enfermagem. Florianópolis, n.18, Julho/ 2009.

COSTA, S. A. Mapas conceituais: um caminho para a aprendizagem significativa. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2009.

COX, K. K. Informática na Educação Escolar. Campinas: Autores Associados, 2003.

CRUZ, C. C. A teoria de Ausubel. Disponível em [http://www.decom.fee.unicamp.br/~cristia/Tese/ausubel\\_hp.pdf](http://www.decom.fee.unicamp.br/~cristia/Tese/ausubel_hp.pdf). Acesso em 09/2002.

FARIA, W. Mapas conceituais: aplicações ao ensino, currículo e avaliação. São Paulo: EPU, 1995.

FELTRE, R. Química: Química Orgânica. 6<sup>a</sup>.ed. São Paulo: Moderna, 2004.

FIOLHAIS, C. & TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. Revista Brasileira em Ensino de Física. Vol.25, No. 03, Setembro/2003.

FRANCISCO JR., W. E. Estratégias de leitura e educação em Química: que relações? Revista Química Nova na Escola. Vol. 32, N<sup>o</sup> 4, Novembro/ 2010

GARCIA, F. M. G., Los mapas conceptuales de J. D. Novak como instrumentos para la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Enseñanza de las Ciencias, v.10 (2), p. 148-152, 1992.

HEWSON, P. W.; THORLEY, N. R. The conditions of conceptual change in the classroom. International Journal of Science Education, v. 11,p. 541-553, 1989.

KONDER, L. O que é dialética? São Paulo: Abril Cultural, 1985.

KOOLMAN, J. & ROEHM, K. H. Color Atlas of Biochemistry. New York: Thieme, 2005.

MARCONI, M. A, LAKATOS, E. V. Metodologia do trabalho científico. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, R. L. C. A utilização de mapas conceituais no estudo de Física no Ensino Médio: uma proposta de implementação. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, 2006.

MARZZOCO, A. & TORRES, B. B. Bioquímica Básica. São Paulo: Guanabara Koogan, 2007.

MEDEIROS, A. & MEDEIROS, C. F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol.24, No.02, Junho/ 2002.

MORAES, R. M. A teoria da aprendizagem significativa – TAS. Disponível em [www.cdb.br/prof/arquivos/717\\_49\\_20050528095227.doc](http://www.cdb.br/prof/arquivos/717_49_20050528095227.doc). Acesso em 10/2006.

MOREIRA, Marco Antônio. A Teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectiva. Revista Brasileira de Ensino de Física. V.22, No. 01, mar/2000.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais como recurso instrucional e curricular em física. Porto Alegre: IFUFRGS, Fascículos do CIEF, Série Ensino-aprendizagem, n.2, 1993.

MOREIRA, Marco Antônio. Conferência feita no Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. Burgos, Espanha, 15 a 19 de setembro, 1997.

MURRAY, F. K., GRANNER, D. K., MAYES, P. A. & RODWELL, V. W. Harper's Illustrated Biochemistry. 26ed. New York: Lange Medical, 2003.

NELSON, D. L. & COX, M. M. Lehninger : Principles of Biochemistry. 4ed. Sarvier: Wisconsin, 2007.

NOVAK, & GOWIN, D. B. Learning how to learn. Cambridge: University Press, 1984.

NOVAK, J. D. Aprender, criar e utilizar o conhecimento: mapas conceptuais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas. Lisboa: Plátano edições técnicas, 1998.

NOVAK, J. D. & GOWIN, D. B. Aprender a aprender. 2ed. Lisboa: Plátano, 1999.

PEIXOTO, J. P., TEIXEIRA, M., COELHO, D., MOREIRA, D. MOTA, P. S. Estudos de Caso: O Método ABP Caso *Home Concept*. São Paulo: Espaço Atlântico, 2006.

PELIZZARI, A., KRIEGL, M. L., BARON, M. P. FINCK, N. T. L. & DOROCINSKI. I. Teoria da Aprendizagem significativa segundo Ausubel. Revista PEC, v.02, n.01, p.37, jul.2001-jul.2002.

PIETROCOLA, M. Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

PIETROCOLA, M. Construção e Realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. Investigações em ensino de ciências (Investigaciones em Enseñanza de las Ciências; Investigations in Science Education) Vol 4, nº 3, dez. 1999.

PINHEIRO, D. M., PORTO, K. R. A. & MENEZES, M. E. S. A Química dos alimentos: carboidratos, lipídios, proteínas e minerais. Maceió: EDUFAL, 2005.

POLATO, A. Tencologias + conteúdos = oportunidades de ensino. In: Revista Nova Escola, nº. 223, jul.2009.

POPPER, K. R. Conhecimento objetivo: uma abordagem evolucionária. São Paulo: Editora Itatiaia, 1975.

RAMACHANDRAN, G. N. & SASISEKHARAN, V. Conformation of polypeptides and proteins. Adv. Prot. Chem. 23, 283, 1968.

RUIZ-MORENO, L. Mapas conceptuales: uma experiencia innovadora em el curso de Formacion de profesores em Ciencias de la Salud de la Universidade Federal de São Paulo. Revista de Educacion en Biologia. Córdoba, v.7, n.01, 2004.

SCHIRMER, S. B. & SAUERWEIN, I. P. S. Um ensaio sobre a interpretacao de Mapas Conceituais no Ensino da Física. In: Atas XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2010.

SEVERINO, Antonio Joaquim. Metodologia do trabalho científico. 22a ed. São Paulo: Cortez, 2002.

SILVA, G. Mapas conceituais como instrumentos de promoção e avaliação da aprendizagem significativa de conceitos de calorimetria, em Nível Médio. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, 2007

STRIKE, K. A.; POSNER, G. J. Conceptual change and science teaching. European Journal of Science Education. v. 4, n. 3, p. 231-240, 1982.

TAJRA, S. F. Informática na Educação: Professor na atualidade. São Paulo: Érica, 1998.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação. 28a. Reunião Anual. 2005.

TAVARES, R. Construindo Mapas Conceituais. Ciências & Cognição. No.12, 2007.

TEIXEIRA JÚNIOR, J.G. e SILVA, R.M.G. Perfil de leitores em um curso de Licenciatura em Química. Química Nova, v. 30, n. 5, p. 1365-1368, 2007.

UCKO, D. Química para as Ciências da Saúde. São Paulo: Manole, 1996.

VAN HOLDE, K. E., JOHNSON, W. C. & HO, P. S. Principles of Physical Biochemistry. New Jersey: Prentice Hall, 2005.

VIEIRA, S. Elementos de Estatística. 4ª. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

VOET, D. & VOET, J. G. Bioquímica. São Paulo: Ed. Médica Panamericana, 2006.

WAAL, Paula. TELLES, Marcos. DynamicLab Gazette. reflexões sobre a aprendizagem on-line. Aprendizagem Significativa (Ausubel). Abril, 2004. disponível em <http://www.dynamiclab.com/moodle/mod/forum/discuss.php?d=421>. acesso em 22/08/2006.

## **APÊNDICES E ANEXOS**

**Apêndice A: Atividade de construção de mapas conceituais**

**A partir dos conceitos abaixo, confeccionar um mapa conceitual, utilizando como suporte o texto-base sobre Estudo das Proteínas.**



## Apêndice B: PRÉ-TESTE APLICADO AOS ALUNOS

<i>Pré-teste</i>	TURMA:	TURNO:	DATA:	NOTA:
	PROFESSOR:		CURSO:	
	DISCIPLINA:			
	ALUNO:			

**TESTE DE CONHECIMENTOS**

- As unidades básicas formadoras das proteínas são chamadas de .....:
  - Aminoácidos
  - Carboidratos
  - Fibrosas
  - Estrutura terciária
  - Nenhuma das alternativas.
- Como é chamada a forma carregada dos aminoácidos?
  - Poli-peptídeo
  - Alfa-hélice
  - Solubilidade
  - Dipolar
  - Nenhuma das alternativas.
- A cadeia principal de uma proteína forma a base de uma estrutura secundária estável através de uma interação química. Qual seria esta interação?
  - Pontes dissulfeto
  - Ligações iônicas
  - Ligações de hidrogênio entre as cadeias laterais
  - Ligações de hidrogênio entre grupos do carbono alfa
  - Nenhuma das alternativas
- Como é chamada a seqüência de aminoácidos interligados?
  - Estrutura primária
  - Estrutura secundária
  - Estrutura terciária
  - Estrutura quaternária
  - Nenhuma das alternativas
- “A estrutura ..... de uma proteína é sua complexa forma tridimensional resultante das dobras da cadeia polipeptídica através da interação entre cadeias laterais.”  
A alternativa que completa corretamente a lacuna seria:
  - Alfa-hélice
  - Estrutura terciária
  - Pontes de hidrogênio
  - Proteínas conjugadas
  - Nenhuma das alternativas
- O nome do processo de desorganização da estrutura de uma proteína (através do calor, solventes orgânicos ou variação de pH) é chamado de.....
  - Cadeias laterais
  - Compensação natural
  - Desnaturação
  - Hidrólise
  - Nenhuma das alternativas
- Como é chamada a estrutura secundária que consiste num arranjo em forma de espiral?
  - Alfa-hélice
  - Beta-folha
  - Poli-peptídeo
  - Grupo amino
  - Nenhuma das alternativas
- “A ligação ..... é a interação química que permite unir um aminoácido ao outro aminoácido.” A alternativa que completa corretamente a lacuna seria:
  - Glicosídica
  - Enrolamento
  - Peptídica
  - Sintética
  - Nenhuma das alternativas
- Os aminoácidos que não podem ser sintetizados pelo nosso corpo, mas são necessários para a saúde, de modo que estes precisam ser incluídos na dieta, são chamados de.....
  - Essenciais
  - Típicos
  - Condensados
  - Naturais
  - Nenhuma das alternativas
- A cadeia ..... é o que faz um aminoácido ser diferente do outro, ou seja, é o q que os diferencia.  
A alternativa que completa corretamente a lacuna seria:
  - Adicional
  - Dissulfeto
  - Desnaturada
  - Lateral
  - Nenhuma das alternativas

**Apêndice C: PÓS-TESTE APLICADO AOS ALUNOS**

<i>Pós-teste</i>	TURMA: PROFESSOR: DISCIPLINA: ALUNO:	TURNO:	DATA: CURSO:	NOTA:
------------------	---	--------	-----------------	-------

**TESTE DE CONHECIMENTOS**

- A cadeia ..... é o que faz um aminoácido ser diferente do outro, ou seja, é o q que os diferencia.  
A alternativa que completa corretamente a lacuna seria:
  - Adicional
  - Dissulfeto
  - Desnaturada
  - Lateral
  - Nenhuma das alternativas
- A cadeia principal de uma proteína forma a base de uma estrutura secundária estável através de uma interação química. Qual seria esta interação?
  - Pontes dissulfeto
  - Ligações iônicas
  - Ligações de hidrogênio entre as cadeias laterais
  - Ligações de hidrogênio entre grupos do carbono alfa
  - Nenhuma das alternativas
- Como é chamada a seqüência de aminoácidos interligados?
  - Estrutura primária
  - Estrutura secundária
  - Estrutura terciária
  - Estrutura quaternária
  - Nenhuma das alternativas
- “A estrutura ..... de uma proteína é sua complexa forma tridimensional resultante das dobras da cadeia polipeptídica através da interação entre cadeias laterais.”  
A alternativa que completa corretamente a lacuna seria:
  - Alfa-hélice
  - Estrutura terciária
  - Pontes de hidrogênio
  - Proteínas conjugadas
  - Nenhuma das alternativas
- Como é chamada a forma carregada dos aminoácidos?
  - Polipeptídeo
  - Alfa-hélice
  - Solubilidade
  - Dipolar
  - Nenhuma das alternativas.
- O nome do processo de desorganização da estrutura de uma proteína (através do calor, solventes orgânicos ou variação de pH) é chamado de.....
  - Cadeias laterais
  - Compensação natural
  - Desnaturação
  - Hidrólise
  - Nenhuma das alternativas
- Os aminoácidos que não podem ser sintetizados pelo nosso corpo, mas são necessários para a saúde, de modo que estes precisam ser incluídos na dieta, são chamados de.....
  - Essenciais
  - Típicos
  - Condensados
  - Naturais
  - Nenhuma das alternativas
- “A ligação ..... é a interação química que permite unir um aminoácido ao outro aminoácido.” A alternativa que completa corretamente a lacuna seria:
  - Glicosídica
  - Enrolamento
  - Peptídica
  - Sintética
  - Nenhuma das alternativas
- Como é chamada a estrutura secundária que consiste num arranjo em forma de espiral?
  - Alfa-hélice
  - Beta-folha
  - Polipeptídeo
  - Grupo amino
  - Nenhuma das alternativas
- As unidades básicas formadoras das proteínas são chamadas de .....:
  - Aminoácidos
  - Carboidratos
  - Fibrosas
  - Estrutura terciária
  - Nenhuma das alternativas.

**Apêndice D: site produzido como sugestão de material de suporte.**

[Página Inicial](#) | [Mapa do site](#) | [RSS](#) | [Imprimir](#)

---

:: Mapas conceituais ::

Pesquisar:

**O que são mapas conceituais?**

**Estrutura das proteínas**

**Atividades**

**Galeria de mapas**

**Referências**

**Contato**

Ensino de Proteínas

Contato

**Prof. Karla Nunes**

Manaus - AM - Brasil

[karlanunez@gmail.com](mailto:karlanunez@gmail.com)

Bem-vindo ao site

Este site tem por objetivo sugerir como os Mapas Conceituais podem ser utilizados como ferramentas de ensino da Estrutura de proteínas. Aqui você irá encontrar sugestões de atividades em sala com Mapas Conceituais, material teórico sobre Mapas Conceituais, Aprendizagem Significativa e Estrutura das proteínas. Ainda, todas as atividades sugeridas com os Mapas Conceituais podem ser adaptadas para a abordagem de outros temas, que não apenas os temas de Bioquímica. Podem ser utilizadas por professores em sala de aula e por alunos que queiram aprofundar seus estudos.

Sinta-se à vontade para entrar em contato!  
Suas opiniões, críticas e sugestões serão bem-vindas!

Palavras-chave

[atividades](#) [galeria](#)

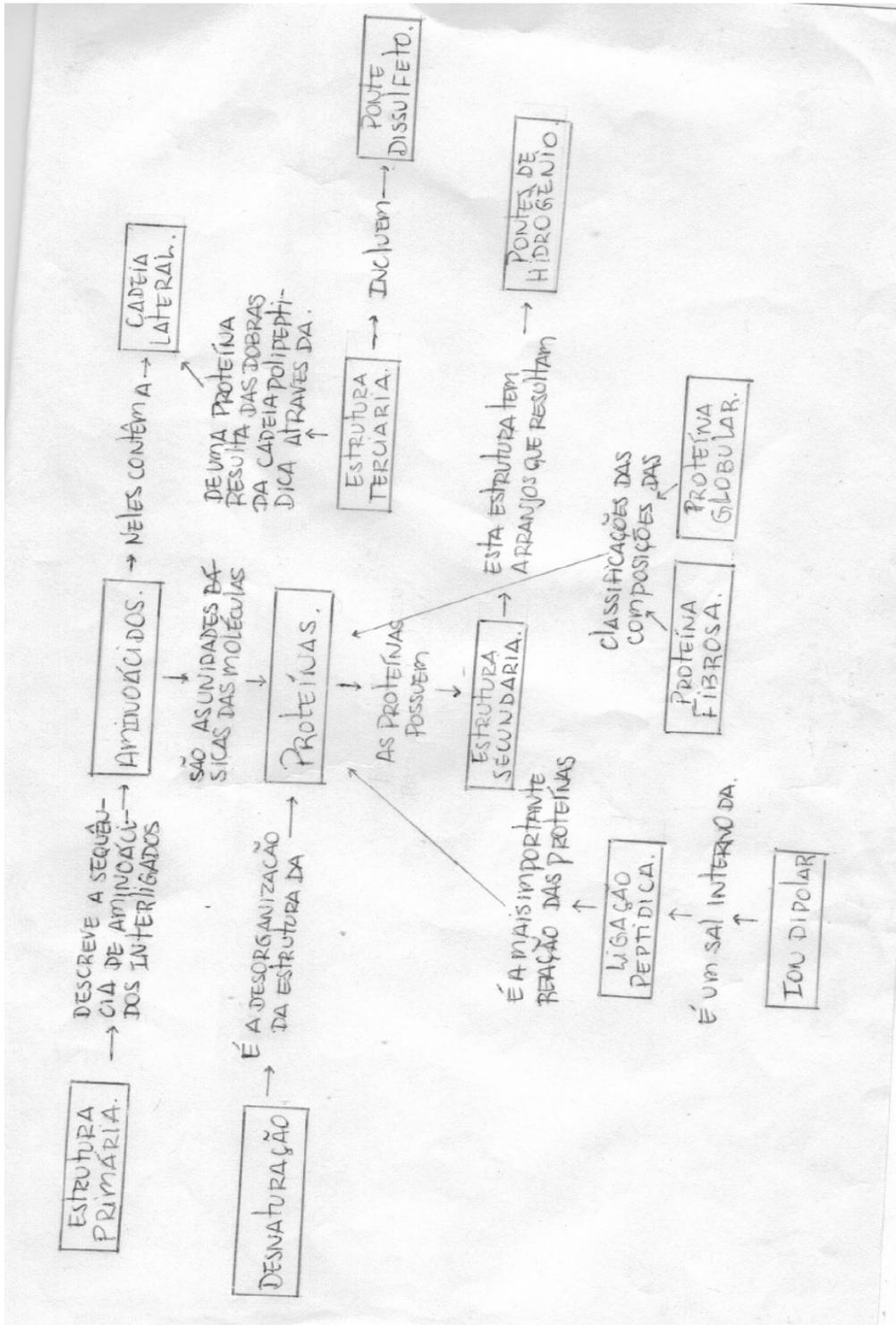
**Anexo 1: TEXTO-BASE: ESTUDO DAS PROTEÍNAS (UCKO, 1996)**

1. Aminoácidos são as unidades básicas das moléculas das proteínas. Eles contêm tanto um grupo amina,  $-NH_2$ , como um carboxílico,  $-COOH$ , além de outro átomo ou grupo de átomos, a cadeia lateral, ligada ao carbono alfa. Esta cadeia lateral é o que faz um aminoácido diferente do outro. Existem cerca de 20 aminoácidos principais.
2. As cadeias laterais dos aminoácidos são não polares, polares, neutras ou carregadas. Todos os aminoácidos do organismo (exceto glicina, que não tem enantiômeros) têm a configuração L. Eles podem existir como moléculas duplamente carregadas chamadas *zwitterions*. Dez são conhecidos como aminoácidos essenciais porque não podem ser sintetizados pelo nosso corpo, mas são necessários para a saúde, de modo que eles precisam ser incluídos na dieta.
3. Dois aminoácidos podem reagir entre si para formar uma ligação amida entre o grupo carboxílico de uma molécula e o grupo amina de outra. Uma molécula de água é liberada e um dipeptídeo se forma. As proteínas consistem de grandes polímeros de condensação de aminoácidos, polipeptídeos. A estrutura primária descreve a seqüência de aminoácidos interligados.
4. A estrutura secundária de uma proteína descreve as formas regulares tomadas por segmentos da cadeia principal da proteína. Esses arranjos resultam de pontes de hidrogênio. A alfa-hélice consiste no enrolamento de uma cadeia polipeptídica num arranjo espiralado. A cadeia pregueada é formada de cadeias polipeptídicas correndo em paralelo.
5. Estrutura terciária de uma proteína é sua complexa forma tridimensional, que resulta das dobras da cadeia polipeptídica através da interação das cadeias laterais. Estas interações incluem as fortes ligações dissulfeto e as fracas ligações hidrofóbicas de hidrogênio e salinas. A função de uma proteína depende de sua forma, ou conformação, que por sua vez depende da sua estrutura primária.
6. Cada proteína tem uma forma normal em solução chamada conformação nativa, que é requerida para sua atividade. Desnaturação é desorganização desta estrutura protéica. Ela é causada pelo calor, solventes orgânicos, ácidos e bases, íons metálicos, e agentes oxidantes ou redutores. Uma importante propriedade de uma proteína é seu grande tamanho. As proteínas portanto formam colóides antes que soluções. A mais importante

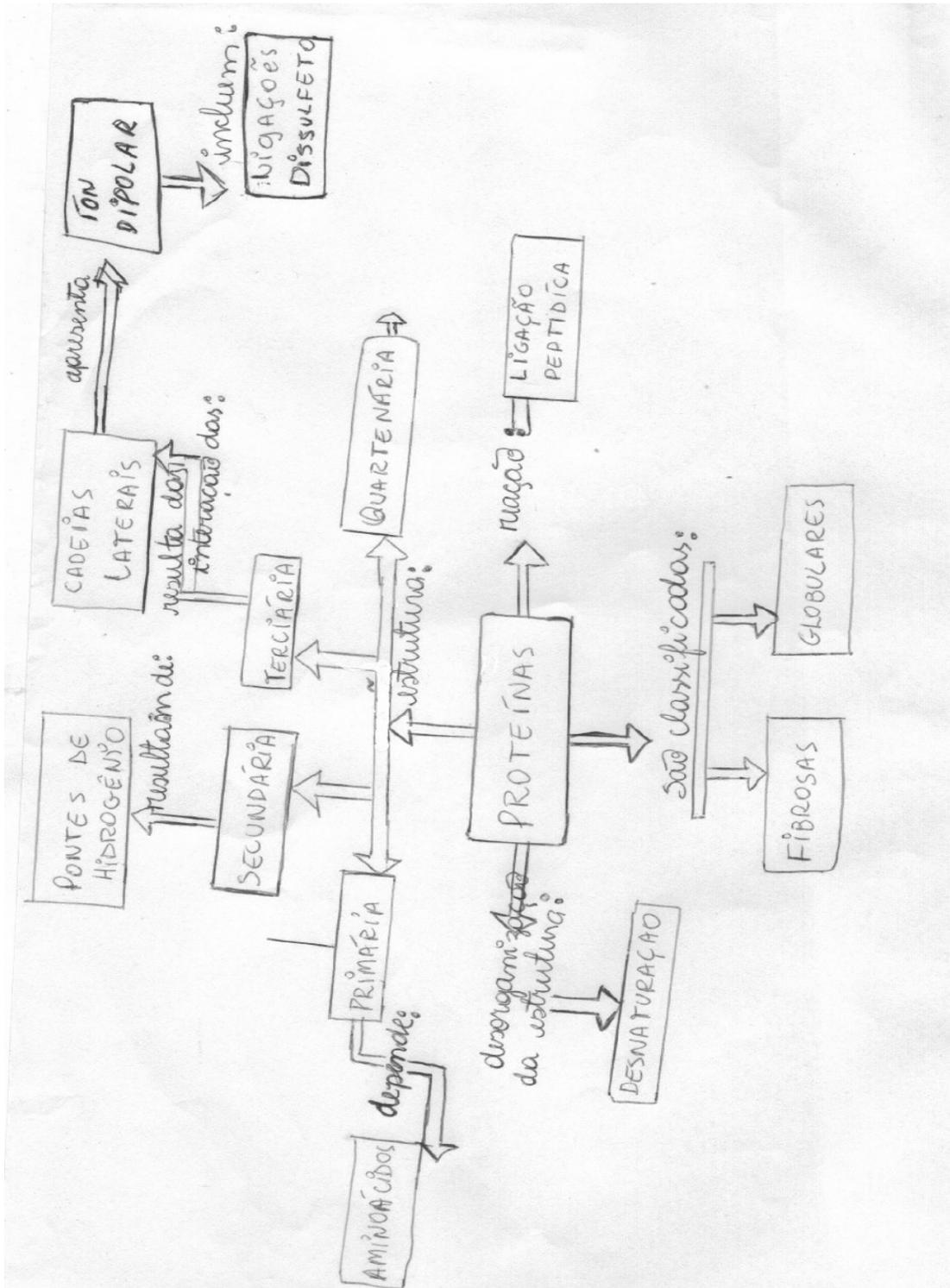
reação das proteínas é sua hidrólise, a quebra das ligações peptídicas pelas moléculas de água.

7. As proteínas podem ser classificadas, de acordo com sua forma, solubilidade em água e composição, em fibrosas, globulares e conjugadas. Com base em sua função, elas podem ser divididas em enzimas, proteínas estruturais, proteínas contráteis, proteínas de transporte, hormônios, proteínas de armazenamento, proteínas de defesa e toxinas. Exemplos importantes são o colágeno e a hemoglobina. O colágeno é a proteína mais abundante do seu corpo. É o principal componente do tecido de suporte e do tecido conjuntivo. A unidade básica consiste de uma tripla hélice, formadas pelo entrelaçamento de três cadeias polipeptídicas. A hemoglobina, transportadora de oxigênio das hemácias, contém quatro cadeias separadas, cada uma com um grupo heme.

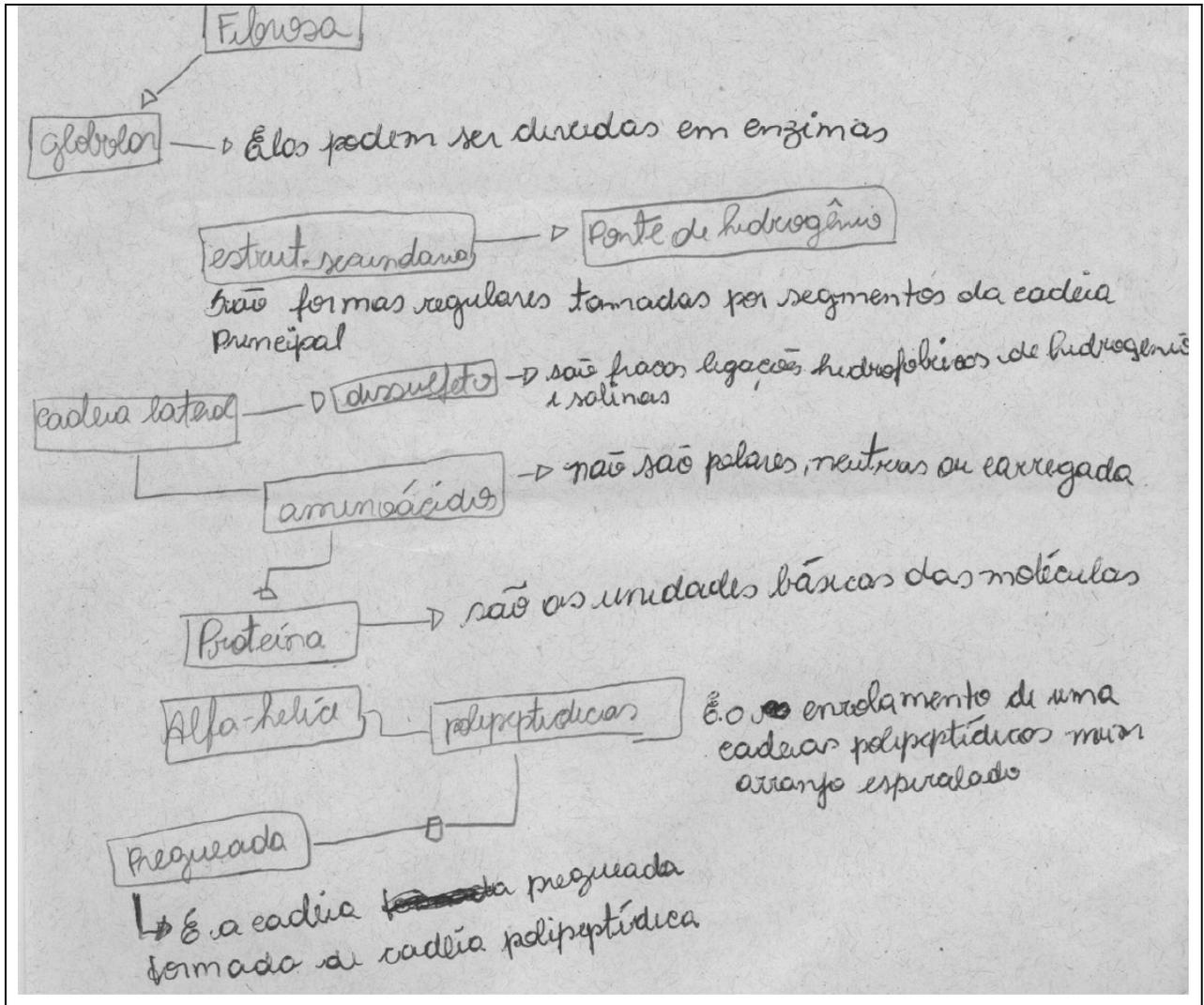
**Anexo 2: EXEMPLO DE MAPAS CONCEITUAIS COM VÁRIAS RELAÇÕES DE SIGNIFICADOS E CONECTORES IDENTIFICADOS: (A1) ATRIBUIÇÃO DE SIGNIFICADOS PARA TODOS OS CONCEITOS APRESENTADOS.**

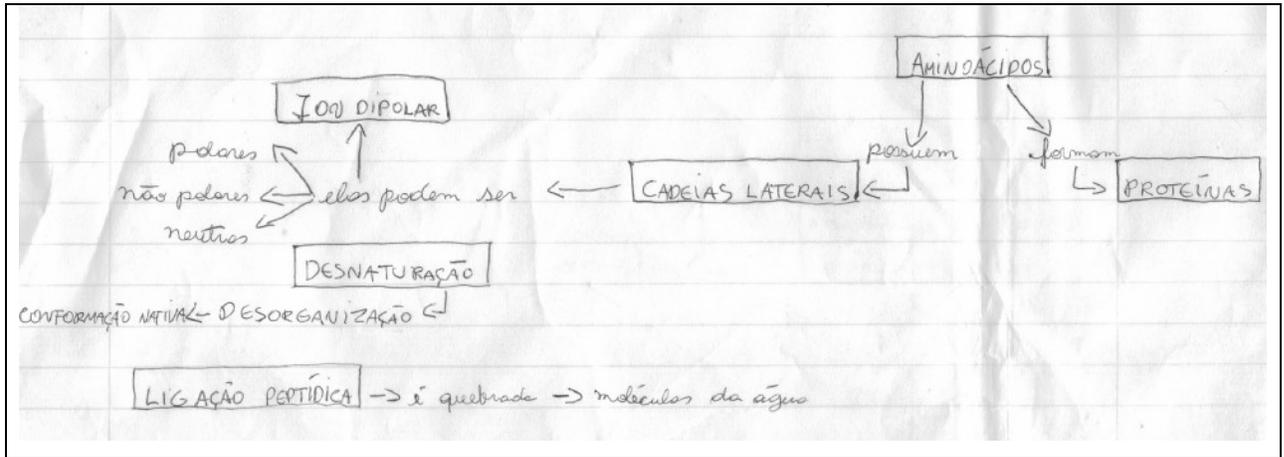


**Anexo 3: MAPAS CONCEITUAIS COM VÁRIAS RELAÇÕES DE SIGNIFICADOS E CONECTORES IDENTIFICADOS: (A2) ATRIBUIÇÃO DE SIGNIFICADOS PARA ALGUNS DOS CONCEITOS**



**Anexo 4: MAPAS CONCEITUAIS COM VÁRIAS RELAÇÕES DE SIGNIFICADOS SEM CONECTORES IDENTIFICADOS**



**Anexo 5: (C) MAPAS CONCEITUAIS SUPERFICIAIS**

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.