

João Mário Lopes Brezolin

**MAPAS CONCEITUAIS E AVALIAÇÃO DE
APRENDIZAGEM: A CONSTRUÇÃO DO
CONHECIMENTO NO ENSINO DE REDES DE
COMPUTADORES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao curso de Mestrado em Educação da Faculdade de Educação da Universidade de Passo Fundo, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação, sob orientação da Prof.^a Dr.^a Neiva Ignês Grandó.

Passo Fundo

2011

Para as minhas filhas Helena e Gabriela.

Quero agradecer a todos os que me apoiaram nessa jornada:

.A meu esposa Carmem, que sempre esteve ao meu lado durante esta caminhada.

A minha mãe Solange pelo apoio e incentivo nos momentos difíceis assim como aos meus irmãos Fabio e Antônio.

À minha orientadora, professora Dr.^a Neiva Ignês Grando, que, com muita habilidade, determinação e conhecimento, conduziu-me na realização desta pesquisa.

Aos demais professores e funcionários do Programa ccde Pós-Graduação em Educação da Universidade de Passo Fundo, que também contribuíram para minha aprendizagem e, dessa forma, para o meu crescimento pessoal e profissional.

RESUMO

A compreensão dos conceitos sobre Redes de Computadores é fundamental para os alunos que desejam compreender as tecnologias da informação. A transposição didática desses conhecimentos é uma tarefa complexa, que exige de alunos e professores comprometimento no processo pedagógico. Do discente exige-se o desenvolvimento da capacidade de abstração, do raciocínio lógico, e do professor, a elaboração de estratégias que permitam auxiliar o processo de aprendizagem dos alunos assim como possibilitem avaliá-lo. Nesse contexto, esta pesquisa propôs-se a investigar as contribuições do uso de mapas conceituais como estratégia de ensino e aprendizagem na disciplina Rede de Computadores, com base na fundamentação teórica de Vygotsky, Ausubel, Novak, Johnson-Laird e Levy. Participaram do estudo os acadêmicos dessa disciplina, do Curso Superior em Sistemas para a Internet do IFSUL, Campus Passo Fundo. A pesquisa caracterizou-se pela abordagem qualitativa e, o seu *corpus* foi constituído de mapas conceituais elaborados pelos alunos, questionários e registros das observações das atividades realizadas em sala de aula. Com base nos resultados da pesquisa, pode-se observar as potencialidades desta tecnologia, uma vez que atua como um importante instrumento de avaliação, autorregulação e compartilhamento do conhecimento. Seja pelo enfoque da Aprendizagem Significativa, seja da teoria histórico-cultural ou dos modelos mentais, revelou indícios dos processos realizados pelos discentes na construção individual e coletiva do conhecimento, mostrando-se profícua como estratégia de avaliação. Pelo viés do discente, mostra-se como um importante recurso para a organização e partilha dos conhecimentos elaborados, potencializando os processos de construção coletiva. Além disso, progressivamente, capacita o discente, torna-o mais autônomo, protagonista do seu processo individual de conhecimento.

Palavras-chave: Mapas conceituais, Modelos mentais, Teoria histórico-cultural, Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

The understanding of the concepts on Computers Networks is fundamental to students who wish to understand information technologies. The didactic transposition of this knowledge is a complex task that demands commitment from students and teachers in the pedagogical process. The development of the abstraction capacity and of the logic reasoning is demanded from the student. From the teacher, it is demanded the development of strategies that can help in the learning process of the students as well as the development of evaluation strategies. In this context, this research investigates the contributions of the use of conceptual maps as a teaching and learning strategy in the subject of Computer Networks, with the theoretical foundation of Vygostky, Ausubel, Novak, Johnson-Laird, and Levy. The academics of that subject of the Internet Systems graduation course from IFSUL, Passo Fundo, participated of this study. The research had a qualitative approach and its body was made up of concept maps prepared by students, questionnaires and records the observations of the activities in the classroom. Based in the results of the research, the potentiality of this technology – which acts as an important evaluation instrument, self-regulation, and knowledge sharing – was observed. Under the focus of Meaningful Learning as well as the Historical and Cultural Theory or of the Mental Modules, it revealed traces of the processes performed by the students in the individual and collective building of knowledge, proving itself useful as an evaluation strategy. Through the point of view of the student, it is an important resource for the organization and sharing of the elaborated knowledge, enhancing the processes of collective construction. Moreover, it progressively enables the student, i.e., makes them more autonomous, protagonists of their own individual process of knowledge.

Keywords: Conceptual Maps, Mental Models, Historical Cultural Theory, Meaningful Learning.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Arquitetura de rede | 18 |
| Figura 2 - Protocolos de rede..... | 19 |
| Figura 3 – Zona de Desenvolvimento Proximal..... | 29 |
| Figura 4 - Questão foco | 46 |
| Figura 5 - Estacionamento de conceitos | 47 |
| Figura 6 - Skeleton Expert..... | 48 |
| Figura 7 - Armazenamento de mapas conceituais | 49 |
| Figura 8 - Criação de pastas ou modelos de conhecimento..... | 50 |
| Figura 9 - Compartilhamento de mapas conceituais | 51 |
| Figura 10 - Recurso de busca de modelos de conhecimento..... | 52 |
| Figura 11 - Exemplo de mapa do projeto CMEX..... | 53 |
| Figura 12 – Trabalho camada de aplicação – Grupo A | 59 |
| Figura 13 - Mapa elaborado manualmente pelo aluno A3 | 60 |
| Figura 14 - Trabalho LTSP - Grupo A | 61 |
| Figura 15 - Mapa individual - Aluno A2..... | 63 |
| Figura 16 – Trabalho camada de transporte - Grupo B..... | 64 |
| Figura 17 - Trabalho camada de internet - Grupo C..... | 66 |
| Figura 18 - IPV6..... | 67 |
| Figura 19 - Camada de enlace - Aluno A3 | 69 |
| Figura 20 - Resposta a questionário - Aluno A3 | 70 |
| Figura 21 – Questionário – Aluno B1 | 70 |
| Figura 22 - Roteamento de pacotes - Aluno C3 | 71 |
| Figura 23 - Trabalho estacionamento de conceitos - Aluno A3 | 72 |
| Figura 24 - Mapa inicial sobre arquitetura de rede - Aluno C3..... | 73 |
| Figura 25 Mapa final sobre arquitetura de rede - Aluno C3..... | 74 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|---------|---|
| ARP | <i>Address Resolution Protocol</i> |
| CEFET: | Centro Federal de Educação Tecnológica |
| CMEX: | <i>Center for Mars Exploration</i> |
| IFET | Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia |
| IFSUL: | Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul Rio-grandense |
| ETP: | Escola Técnica de Pelotas |
| ETFPel: | Escola Técnica Federal de Pelotas |
| FTP | <i>File Transfer Protocol</i> |
| HTTP | <i>Hypertext Transfer Protocol</i> |
| ICMP | <i>Internet Control Message Protocol</i> |
| IHMC: | <i>Institute for Human and Machine Cognition</i> |
| IP | <i>Internet Protocol</i> |
| JPEG: | <i>Joint Photographic Experts Group</i> |
| NASA | <i>National Aeronautics and Space Administration</i> |
| P2P | <i>Peer-to-peer</i> |
| PDF: | <i>Portable Document Format</i> |
| PDE: | Plano de Desenvolvimento da Educação |
| RC: | Rede de Computadores |
| SMTP | <i>Simple Mail Transfer Protocol</i> |
| TI: | Tecnologia da Informação |
| TCP | <i>Transmission Control Protocol</i> |
| TSI: | Técnico em Sistemas de Informação |
| TSPI: | Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet |
| TM: | Técnico em Mecânica |
| UDP | <i>User Datagram Protocol</i> |
| XML: | <i>Extensible Markup Language</i> |
| ZDP: | Zona de Desenvolvimento Proximal |

SUMÁRIO

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 9 |
| 2 | METODOLOGIA DA PESQUISA..... | 12 |
| 2.1 | O contexto envolvido na pesquisa | 12 |
| 2.1.1 | O Curso Superior de Tecnologia e a disciplina de Rede de Computadores | 13 |
| 2.1.2 | A disciplina Redes de Computadores | 14 |
| 2.1.3 | Sujeitos da pesquisa..... | 20 |
| 2.2 | Caracterização da pesquisa | 21 |
| 3 | CONTRIBUIÇÕES PARA A PESQUISA..... | 23 |
| 3.1 | Formação de conceitos..... | 23 |
| 3.2 | Sistemas de conceitos..... | 37 |
| 3.3 | Modelos mentais | 40 |
| 3.4 | Mapas conceituais..... | 43 |
| 3.4.1 | Avaliação de mapas conceituais | 45 |
| 3.4.2 | Estratégias para a elaboração de mapas conceituais..... | 45 |
| 3.4.3 | CmapTools..... | 49 |
| 4 | Mapas conceituais como estratégia de aprendizagem na disciplina Redes de Computadores . | 55 |
| 4.1 | Análise do trabalho com mapas conceituais | 58 |
| | CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES..... | 77 |
| | REFERÊNCIAS | 80 |

1. INTRODUÇÃO

O processo de aprendizagem do homem reflete a sua capacidade de formular e manipular, registrar os símbolos, refletindo sobre os mesmos numa perspectiva de construção cognitiva. Em seu processo civilizatório, ele elaborou tecnologias de registro e difusão da informação como a escrita e a imprensa e avança para outras alternativas potencializadas pelas tecnologias de rede. Levy (2009) apontou para uma terceira tecnologia fundamental para o desenvolvimento da humanidade: o endereço IP (*Internet Protocol*), um marco no processo de difusão de informação que possibilitou a troca e o compartilhamento de conhecimento em escala mundial. O IP está inserido na complexa infraestrutura de software e hardware, que fornece o suporte necessário para o funcionamento da internet. Trata-se do protocolo de rede responsável por estabelecer o caminho lógico que as informações devem percorrer.

As intensas mudanças sociais, econômicas e culturais no mundo originadas pelos recursos disponibilizados pela Internet estabeleceram um novo paradigma de ensino. Nesse, a prática pedagógica demanda o permanente diálogo entre a subjetividade do sujeito e os recursos tecnológicos proporcionando um processo de aprendizagem experimental, aberto e inventivo. O espaço de aprendizagem passou a ser mundializado, no qual os grupos interagem em um processo coletivo de construção de conhecimento. Na mesma proporção que a rede proporciona o acesso esta riqueza de informações, estabelece desafios aos usuários quanto à capacidade de filtrar os conhecimentos que efetivamente possibilitem o seu crescimento intelectual.

O crescimento e o desenvolvimento da internet propiciaram o surgimento de novos serviços de rede e também a necessidade de profissionais que a suportem. Dessa forma tornou-se imprescindível formar pessoas que compreendam o funcionamento e possam dar suporte às redes de computadores e seus serviços. Com base nessa demanda, inserem-se nos currículos dos cursos superiores da área da tecnologia da informação disciplinas que proporcionem a formação de habilidades e competências que permitam a qualificação dos discentes nessa área. O desenvolvimento das redes foi acompanhado pelo surgimento de novos recursos de hardware e software, que progressivamente adicionaram maior complexidade aos estudos da área, estabelecendo um desafio para professores e alunos.

A disciplina em colaboração transdisciplinar e interdisciplinar dota o discente de aporte teórico/prático sobre os principais conceitos desta área de conhecimento, estabelecendo os alicerces para disciplinas afins e para a vida profissional. Nesta perspectiva, os Institutos Federais (IFETS) têm a missão de proporcionar a capacitação técnica e tecnológica dos discentes que irão atuar no mercado de trabalho. Além disso, encontram-se entre as atribuições dos institutos o fomento a pesquisa e a inovação tecnológica. A disciplina Redes de Computadores (RC) do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para a Internet (TSPI), administrada no Instituto Federal Sul-Riograndense (IFSUL) do *campus* Passo Fundo, é um exemplo desse desafio tanto para os professores que a ministram como para os alunos, que dependem dessa iniciação para desenvolver seus conhecimentos.

Pesquisas apontam que uma parcela considerável de discentes apresenta dificuldades nessa área decorrentes da grande quantidade de informações e do alto grau de abstração exigido para a compreensão de seus conceitos. E mais: os conceitos básicos não compreendidos podem dificultar e/ou impedir a aquisição de novos conceitos ou a interação destes com os demais saberes, podendo alijar o processo de aprendizagem do discente. Outro ponto importante a ser considerado são os métodos de avaliação, que muitas vezes não permitem identificar corretamente as dificuldades dos discentes, as quais somente serão reveladas em sua vida profissional.

Considerando o exposto, percebeu-se a necessidade de refletir sobre o processo de aprendizagem da disciplina, buscando definir novas propostas teórico-metodológicas, que venham somar positivamente na ação pedagógica em sala de aula e fornecer uma formação sólida para os alunos sobre o conhecimento que compõe a disciplina de Redes de Computadores. Dessa forma delimitou-se como problema de pesquisa a seguinte questão: Os mapas conceituais podem qualificar o processo de ensino-aprendizagem na disciplina Redes de Computadores?

O presente estudo analisou as e as implicações derivadas da adoção dos mapas conceituais como instrumento de avaliação sistemática do processo de ensino e aprendizagem na disciplina Redes de Computadores à luz das contribuições teóricas de Vygotsky, Ausubel, Novak, Johnson-Laird e Levy. A partir da elaboração dos mapas conceituais pelos discentes no curso da disciplina procurou-se avaliar: o processo de aprendizagem individual do aluno, as influências das interações dos alunos com os pares, o caráter regulador e autorreflexivo dos mapas conceituais no processo de elaboração de conhecimento dos mesmos. Para o docente o estudo oportunizou a análise das contribuições do uso dessa tecnologia em sala de aula e as potencialidades da ferramenta de autoria Cmap-tools.

O texto desta pesquisa está organizado em três capítulos, iniciando no primeiro com a apresentação do foco da pesquisa e, a seguir, contextualizando a pesquisa pela definição do local, dos participantes, da metodologia e da tipificação da pesquisa. O segundo capítulo compreende a revisão bibliográfica e as teorias que embasam o desenvolvimento do projeto. O último capítulo compreende a descrição do processo de investigação realizado com uma das turmas da disciplina de Redes de Computadores, seguido pelas considerações finais da pesquisa.

2. METODOLOGIA DA PESQUISA

O capítulo compreende o contexto de pesquisa, a motivação, os sujeitos envolvidos, os objetos de análise e a descrição dos procedimentos utilizados.

2.1. O contexto envolvido na pesquisa

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSUL) *campus* Passo Fundo, no qual o pesquisador exerce a função de professor. Com sede em Pelotas, onde estão a reitoria e pró-reitorias responsáveis pela gestão do Instituto, a instituição tem origem na década de 1909, quando o presidente Nilo Peçanha integrou as 19 Escolas de Aprendizes e Artífices à rede federal de ensino com o intuito de fomentar o ensino técnico no país.

No Rio Grande do Sul, esse processo se iniciou em 1917 em Pelotas, com a fundação da Escola de Artes e Offícios, encampada pelo município como Escola Technica Profissional e, posteriormente, Instituto Profissional Técnico. O presidente Getúlio Vargas, em 1942, integrou o instituto à rede federal como Escola Técnica de Pelotas (ETP), única instituição dessa natureza no estado. Em 1959, como as demais escolas industriais e técnicas do Brasil, a Escola Técnica Federal de Pelotas (ETFPel) foi transformada em autarquia, o que lhe assegurou autonomia didática e de gestão. Em 1994, a lei 8948 instituiu o Sistema Nacional de Educação Tecnológica, transformando as Escolas Técnicas Federais (ETFs) em Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs), aptos a oferecer cursos superiores de graduação e pós-graduação. Esse processo se consolidou para a ETFPel em 1999 (INSTITUTO FEDERAL..., 2010, p. 12).

O Plano de Expansão da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica, um dos pilares do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), em 2005 promoveu a construção de 64 unidades de ensino, dentre as quais a do *campus* Passo Fundo.

Em 2008, a partir da proposta de promover a integração e verticalização da educação básica ao ensino profissional e superior, otimizando a infraestrutura, os quadros de pessoal e os recursos de gestão, procedeu-se à transformação dos CEFETs em Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFETs). Nesse ano o CEFET-RS aderiu a esse plano e

passou a ser reconhecido como Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-riograndense (IFSUL).

Inicialmente, o ensino na instituição preocupava-se em oferecer uma sólida formação técnica segundo a concepção taylorista-fordista, marcada pela produção em massa, pelo trabalho fragmentado, simplificação de tarefas, controle de tempo e etapas definidas. Contudo, com os novos paradigmas políticos e econômicos definidos pela globalização e pelos avanços tecnológicos, a informação e o conhecimento passaram ser o novo vetor de desenvolvimento. Dessa forma, determinam uma nova concepção de interação do sujeito com a sociedade e reverterem numa transformação da ação pedagógica (INSTITUTO FEDERAL..., 2010, p. 15).

Nessa perspectiva, a escola técnica responde aos desafios da sociedade contemporânea e define como seu objetivo a formação do discente, cujo acesso às informações, ao conhecimento, aos valores possibilite a contribuição efetiva na construção de um modelo social permeado pelo desenvolvimento econômico e humano, na busca de solidariedade e justiça social. Tomando o trabalho como princípio educativo, visa desenvolver o senso ético e motivar a sensibilidade através da cultura, para que seus alunos, como cidadãos críticos e solidários, capazes de usar do conhecimento, do potencial da ciência e do método científico, comprometam-se politicamente com um projeto de sociedade mais justa. O IFSUL tem a função social proporcionar um ensino público, gratuito e de qualidade em diferentes níveis de ensino visando formar cidadãos capazes de compreender criticamente a realidade assim como prepara-los para a inserção no mundo do trabalho. Cabe também ao Instituto implementar ações que estimulem a pesquisa e extensão. (INSTITUTO FEDERAL..., 2010, p. 19-20). Nesse contexto, surge a necessidade da elaboração de estratégias pedagógicas inovadoras que qualifiquem o processo de ensino-aprendizagem e atendam as demandas sociais.

2.1.1. O Curso Superior de Tecnologia e a disciplina de Rede de Computadores

O *campus* de Passo Fundo iniciou suas atividades em outubro de 2007, ofertando, inicialmente, dois cursos: Curso Técnico em Mecânica (TM) e Curso Técnico em Sistemas de Informação (TSI). A demanda por qualificados profissionais na área de Tecnologia da Informação e as pesquisas realizadas por entidades regionais especializadas viabilizaram a implantação de um curso superior de tecnologia na área de informática em agosto de 2009.

O Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet tem duração de seis semestres, tendo em sua grade curricular disciplinas que contemplam as áreas de desenvolvimento de software, manutenção de hardware, sistemas operacionais, redes de computadores e gestão. Cada semestre do curso compreende duas etapas do processo, devendo o discente ser aprovado em ambas; por sua vez, o aluno que não obtiver êxito nas etapas oferecidas terá oportunidade de reavaliação e recuperação de competências.

2.1.2. A disciplina Redes de Computadores

Redes de Computadores (RC) é a primeira disciplina especificamente da área de redes no currículo do curso superior com a função de proporcionar aos alunos o aporte teórico/prático para as demais disciplinas da área desenvolvidas nos semestres seguintes. No curso, a carga horária é de 60h, distribuídas em três períodos de aula semanais.

As aulas da disciplina ocorrem em um laboratório equipado com doze micro-computadores utilizados pelos discentes para realizar experimentos práticos. Nesses estão instalados softwares que permitem a realização de testes de conectividade, análise da infraestrutura e tráfego de redes e instalação de máquinas virtuais. Estes recursos permitem avaliar o comportamento da rede e seus protocolos em ambientes operacionais heterogêneos.

O foco da disciplina é estudar o processo de comunicação entre computadores de uma mesma rede ou de redes remotas. A disciplina aborda os seguintes aspectos: aplicação, arquiteturas e infraestrutura de rede de computadores; integração de ambientes heterogêneos por meio do uso de redes; troca de informações entre redes geograficamente distribuídas; serviços de rede; integridade dos dados; segurança; tecnologias emergentes em redes de computadores (INSTITUTO FEDERAL..., 2009). A disciplina de RC é um dos pilares da área da tecnologia da informação, tornando imprescindível ao aluno a compreensão do seu funcionamento e das tecnologias agregadas.

A disciplina tem seus conteúdos dispostos em unidades inter-relacionadas, que são progressivamente apresentadas aos alunos visando à composição de uma visão abrangente dessa tecnologia. Tem como fio condutor o conceito de arquitetura de rede, a ser esclarecido, partindo de uma abordagem *top-down* iniciando pelas camadas lógicas, que identificam operações realizadas em nível de sistema operacional, e seguindo para as camadas que descrevem o funcionamento dos dispositivos físicos da rede. Segundo Kurose e Ross (2006,

p.16), esta abordagem facilita o entendimento das tecnologias de rede, pois o primeiro contato do discente com o conteúdo ocorre por meio dos serviços de rede, conteúdo que, segundo o autor, desperta maior interesse do discente, pois permite relacioná-lo com suas atividades cotidianas.

A comunicação em rede ocorre por meio de protocolos padronizados, o que permite a troca de informações entre usuários da rede, independentemente das aplicações ou sistemas operacionais que estes venham a utilizar. Por exemplo, usuários de diferentes redes podem acessar um mesmo site por meio de navegadores diferentes (como Internet Explorer ou Firefox), que podem estar instalados em sistemas operacionais distintos (como os das plataformas Windows e Linux), e mesmo assim ter acesso às páginas armazenadas no mesmo. E mais, é possível acessar o mesmo site por meio de infraestruturas de rede diferentes, como uma rede wireless ou de uma rede cabeada. Em ambos os casos, o objetivo será alcançado graças ao uso de regras comuns de comunicação determinadas pelos protocolos das redes correspondentes. Os protocolos de rede estabelecem uma linguagem comum por meio da qual os clientes de rede podem se comunicar, ou seja, estabelecem regras para a troca de informações. Para que a comunicação seja estabelecida, conjuntos de protocolos que realizam tarefas específicas são acionados ao mesmo tempo. Para compreender o processo de interação entre os mesmos trabalha-se com o conceito de arquitetura de rede. Partindo do modelo TCP/IP, que se impôs pela forte influência da rede mundial de computadores, é possível estruturar os protocolos de redes em uma arquitetura composta por cinco camadas: aplicação, transporte, rede (ou internet), enlace e física. Cada uma executa funções específicas e essenciais para o processo de comunicação.

Na camada de aplicação encontram-se os protocolos responsáveis por realizar a interface com o usuário final. É nesta camada que se encontram protocolos como o HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*), FTP (*File Transfer Protocol*), SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*), responsáveis, respectivamente, por gerenciar os serviços de acesso a páginas *web*, transferência de arquivos e envio de mensagens eletrônicas. Esses serviços se caracterizam por utilizar uma arquitetura conhecida como cliente-servidor: de um lado há um cliente que solicita serviços, de outro, um servidor que os provê.

Um exemplo clássico é o servidor web que por meio do serviço HTTP disponibiliza acesso aos sites nele armazenados. Para que um cliente acesse um desses sites deve encaminhar uma solicitação ao servidor que a processa e retorna a página solicitada, ou seja, realiza a transferência de hipertexto encaminhando ao navegador web do cliente o conteúdo da página solicitada. Essa conversa ocorre por meio de troca de mensagens entre os pares as

quais são formatadas de acordo com as especificações do protocolo HTTP, possibilitando que ambos os lados compreendam o conteúdo das mensagens trocadas. A camada de aplicação também compreende protocolos que operam em arquiteturas P2P (*Peer-to-peer*), que não exigem um servidor central, e híbridas que abrangem as características das duas primeiras.

A camada de transporte contém protocolos responsáveis pelo controle do envio e recebimento dos dados trocados pelos clientes de rede. Existem protocolos orientados à conexão como o TCP (*Transmission Control Protocol*) que exigem confirmação dos dados enviados e o UDP (*User Datagram Protocol*), que em favor do desempenho não exige confirmação. Esta camada é responsável por realizar a divisão da mensagem a ser transmitida em fragmentos menores, conhecidos como “segmentos”, os quais são encaminhados à medida que o transmissor recebe a confirmação dos dados já recebidos pelo destinatário. Após o recebimento de todos os segmentos, o protocolo de transporte do destinatário recompõe a mensagem recebida e encaminha-a para o protocolo de aplicação correspondente.

A camada de internet ou rede é o núcleo desse modelo e possui a função de realizar o endereçamento dos clientes de rede. É por meio do endereço IP (*Internet Protocol*), vinculado às interfaces de rede dos *hosts*, que se torna possível localizar os clientes e realizar a troca de informações. O endereço IP possui um prefixo que informa a qual *subrede* pertence um cliente, e um sufixo, que o identifica unicamente nesta. Essas características permitem que os protocolos desta camada realizem outra função importante: o roteamento de pacotes. O estabelecimento do processo de comunicação depende da comparação dos prefixos do endereço de origem e de destino dos clientes de rede. Caso sejam iguais, estabelece-se uma comunicação local (roteamento direto), em caso contrário realiza-se o encaminhamento desta mensagem para outras sub-redes na busca do seu destinatário (roteamento indireto).

Essa sistemática é análoga ao sistema postal utilizado pelos correios, no qual o CEP indica a área de uma residência e o seu número permite a sua localização exata. O CEP de origem indica de onde a mensagem partiu e o de destino para onde deve ser enviada. Se ambos pertencem à mesma região, a agência local do correios pode por si realizar o encaminhamento dessas mensagens, em caso contrário, esta deve ser encaminhada para a agência de correio que responde pelo CEP de destino indicado. Mais precisamente, o envio de das mensagens pela rede é análogo ao envio de cartas registradas. Isso se deve ao fato de que a identidade do destinatário ainda deve ser confirmada por meio do endereço físico da placa de rede, uma espécie de chassi, que identifica unicamente este hardware.

Esse processo é realizado pelo protocolo ARP (*Address Resolution Protocol*), que descobre o endereço físico da interface destinatária e adiciona essa informação ao segmento

de dados que será encaminhado ao meio físico. Tal informação garante que as mensagens cheguem corretamente ao seu destino. Esta camada ainda oferece outro serviço, especificado pelo protocolo ICMP (*Internet Control Message Protocol*), que são os testes de conectividade, ou seja, a verificação de que o caminho necessário para a troca de mensagens está disponível.

A camada de enlace tem a função de realizar a interface com o meio físico inserindo marcações no bloco de dados que será encaminhada a esse, permitindo a identificação desse quadro de dados pelo destinatário e verificando a disponibilidade do meio físico para o recebimento da mesma. A camada física, por fim, é responsável pelas especificações do hardware responsável pela transmissão de dados. Um protocolo popular que opera nessas duas camadas é o Ethernet, padrão nas redes locais de computadores responsável pelo controle e troca de mensagens através de um meio físico compartilhado.

Os protocolos das camadas da arquitetura são acionados progressivamente, passando para as camadas correspondentes o resultado da execução de suas funções. O transmissor inicia o processo de envio de dados executando um movimento descendente nas camadas da arquitetura de rede, que inicia pelos protocolos da camada de aplicação e culmina na criação de um pacote de dados que é enviado ao destinatário pelo meio físico. Nesse processo, cada camada adiciona informações ao pacote de dados, encaminhando-o para a camada imediatamente inferior.

Ao chegar ao seu destino, o pacote de dados começa a ser aberto, ou seja, tem o seu conteúdo lido e encaminhado para as camadas superiores, descrevendo um movimento ascendente até a camada de aplicação do destinatário, que interpreta os dados enviados. Nesse processo cada camada extrai do pacote as informações que lhe competem e encaminha os dados restantes para a camada imediatamente superior, num processo contínuo, até que os dados sejam entregues aos protocolos de serviço da camada de aplicação. A Figura 1 exemplifica esse processo.

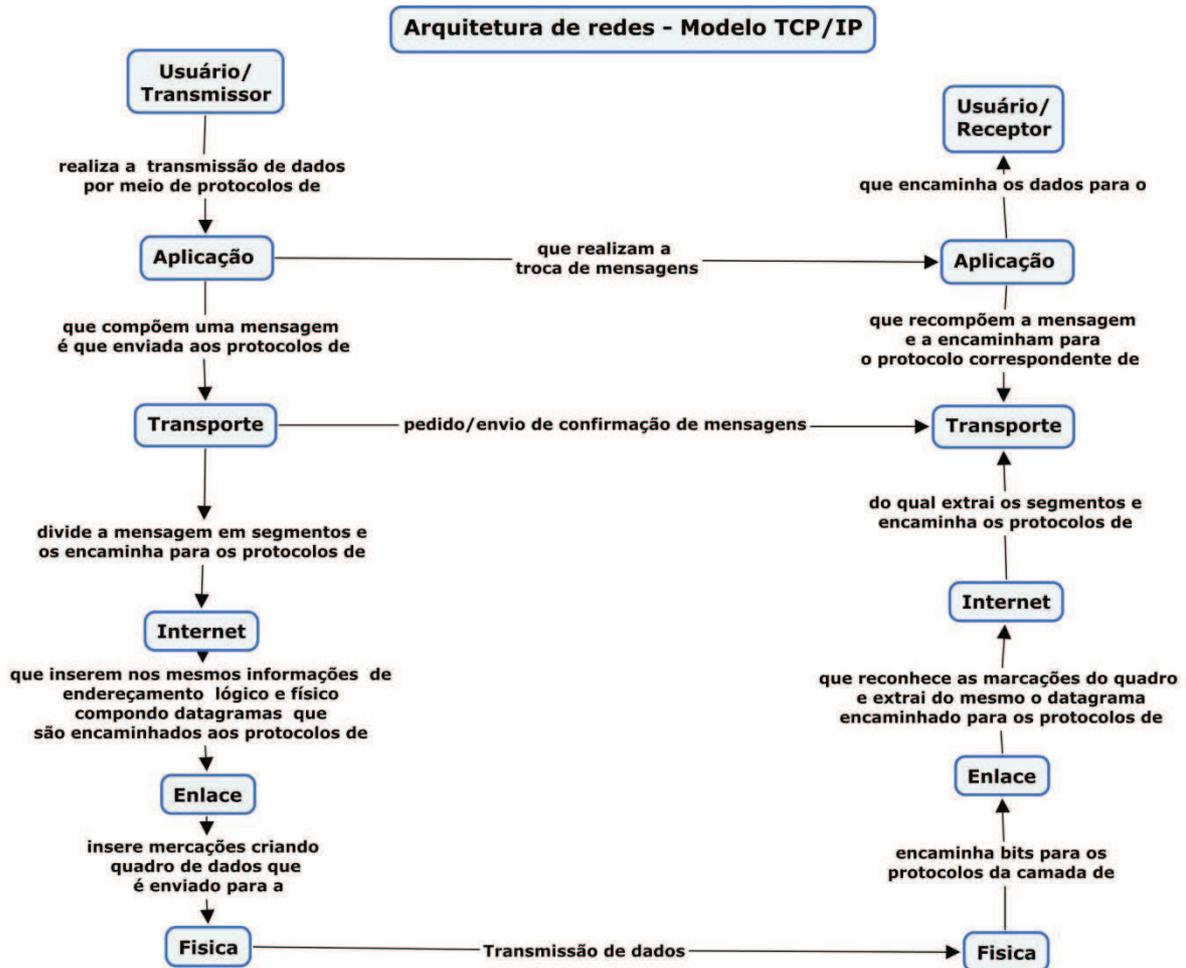


Figura 1 - Arquitetura de rede

Fonte: o autor (2011)

O processo descrito indica que, para realizar uma comunicação de dados entre *hosts* de uma rede de computadores, são necessários protocolos de todas as camadas da arquitetura. Para realizar o acesso web descrito anteriormente, além do protocolo HTTP, também é necessário um protocolo de transporte, que controle a troca de dados entre o servidor e os clientes e a especificação dos endereços lógicos destes, o que determinará o como ocorrerá o processo de roteamento. Faz-se necessário também o uso de protocolos que façam a interface entre o meio lógico e o meio físico sendo este último o responsável pela transmissão efetiva dados.

Na prática, é possível considerar a arquitetura de rede como uma abstração, um recurso didático utilizado para compreender a interação que ocorre entre os protocolos de

rede, categorizando-os em camadas de acordo com suas características, de forma a tornar mais claro o processo de transmissão de dados, e que permite maior clareza ao estudá-los (Figura 2). Os movimentos ascendentes e descendentes descritos anteriormente ajudam a compreender a interação entre os protocolos, tratando-se de generalizações com o mesmo intuito.

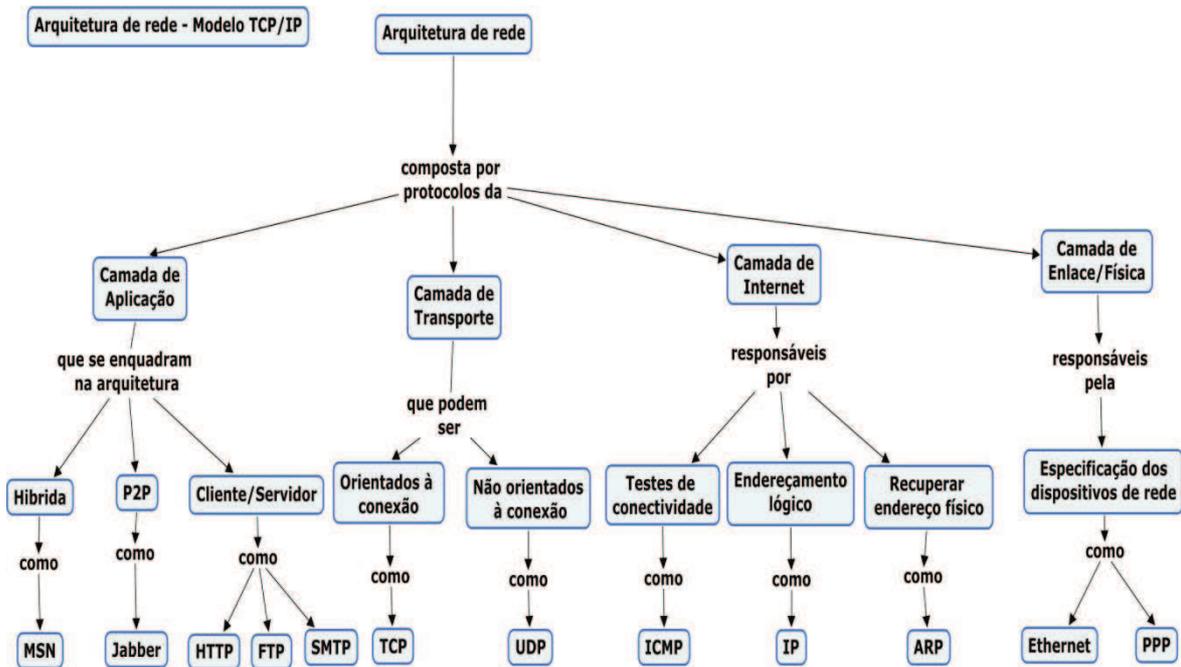


Figura 2 - Protocolos de rede

Fonte: o autor (2011)

A disciplina de Redes centra-se no estudo das principais características da arquitetura, dos seus protocolos, da aplicação prática destes por meio de serviços e da avaliação dos principais dispositivos utilizados na sua infraestrutura. É um desafio para o discente compreender a complexidade desse processo. O professor tem a tarefa de proporcionar ao discente uma visão global da tecnologia, assim como diferenciar suas particularidades.

Existe uma demanda crescente por profissionais que detenham esses conhecimentos. Novos protocolos de rede vêm sendo desenvolvidos ou atualizados sistematicamente, qualificando o funcionamento das redes de computadores. O ano de 2011, por exemplo, marca um período de transição entre duas versões do protocolo IP (da versão 4 para a 6), cujo impacto afetará mundialmente o funcionamento das redes de computadores. Os dispositivos

de rede também se tornam progressivamente mais complexos e realizam operações que o discente deve estar apto a compreender. Kurose e Ross (2006, p.16) assinalam o crescente desenvolvimento dessa área do saber e, conseqüentemente, a necessidade de formação de discentes tanto para a criação como para o gerenciamento de serviços de rede. Este é o desafio da disciplina: capacitar o aluno a compreender as tecnologias de rede e o contexto onde são aplicadas.

Medina (2004, p.21) alerta para a existência de uma parcela considerável de alunos que apresentam dificuldades na compreensão e assimilação de conceitos de redes o que pode vir a representar obstáculos para os discentes no acompanhamento de problemas mais complexos inerentes à disciplina específica ou as disciplinas afins. Conforme a autora, tais dificuldades não se restringem ao ambiente acadêmico, mas refletem-se também na vida profissional dos aprendizes que se tornam operacionais, compreendendo de forma limitada os recursos tecnológicos, o que restringe a sua ação. Na visão de Medina, essa compreensão limitada revela-se em momentos nos quais o discente se depara com uma situação diversa daquela em que aprendeu determinado conceito; assim, tem dificuldades para compreender e resolver o problema em questão. Por exemplo, o aluno se depara com a tarefa de realizar a configuração de rede em um computador que possui um sistema operacional diferente do estudado no meio acadêmico, ou deve configurar um serviço em um hardware de rede que utiliza uma nomenclatura diversa da apreendida em sala de aula. Diante dessas dificuldades o discente não consegue evocar em sua estrutura cognitiva recursos que lhe permitam dar conta da situação. Muitas vezes essas dificuldades não aparecem em sala de aula ou não são apontadas pelos métodos de avaliação convencionais.

É nesse contexto que a pesquisa foi desenvolvida levando em consideração a importância da disciplina RC na vida profissional do discente, a problemática do aprendizado dos seus conteúdos e o desafio do docente em propor uma estratégia de aprendizagem que corresponda a essas necessidades.

2.1.3. Sujeitos da pesquisa

O trabalho de pesquisa compreende a avaliação do processo de aprendizado dos alunos da disciplina Redes de Computadores da turma do segundo semestre letivo de 2010. Essa avaliação foi realizada por meio de mapas conceituais que foram elaborados pelos alunos em

respostas a tarefas solicitadas pelo professor no curso disciplina. Foram avaliados tanto os mapas elaborados manualmente quanto com auxílio da ferramenta de autoria Cmap-Tools.

Essa turma era composta por quinze alunos sendo que para esta investigação foram selecionados os trabalhos de nove alunos, sete homens e duas mulheres, na faixa etária de 20 a 37 anos. Desse grupo de alunos, cinco afirmam já possuir experiência da área de informática: três concluíram o curso técnico em informática no próprio IFSUL e dois não possuem formação específica, mas afirmam ter experiência anterior na área. Encontram-se empregados oito alunos, dos quais cinco atuam diretamente na área de TI.

2.2. Caracterização da pesquisa

A presente pesquisa enfoca à avaliação dos processos de aprendizagem dos discentes da disciplina Redes de Computadores à luz das teorias de aprendizagem interacionistas. Segundo Minayo (1996, p.21-24), as Ciências Sociais se caracterizam pelo aspecto qualitativo e procuram compreender aspectos mais profundos das relações, dos processos e dos fenômenos sociais. A pesquisa qualitativa busca investigar o universo de significados de ações e relações das humanas. Essa abordagem caracteriza o presente estudo que busca investigar as contribuições do uso de mapas conceituais como estratégia de ensino e aprendizagem no contexto da disciplina.

Para a realização deste estudo, inicialmente, definiu-se a metodologia, que, segundo Minayo (1996, p.16), é o caminho percorrido pelo pensamento para exercer uma prática que aborde a realidade. Esta investigação foi organizada em quatro etapas, que descrevem o ciclo desta pesquisa, ou seja, o processo realizado desde a delimitação do problema até a análise dos dados coletados (MINAYO, 1996, p.25-26).

Na fase exploratória da pesquisa buscaram-se na literatura autores que subsidiassem teoricamente o uso de mapas conceituais como instrumento de avaliação. Na pesquisa bibliográfica, destacam-se os trabalhos de Vygotsky, Ausubel, Novak, Johnson-Laird e Levy, que delinearão os rumos deste estudo.

No trabalho de campo, selecionou-se uma das turmas da disciplina de Redes de Computadores para realizar a investigação. Para a coleta de dados durante as aulas do segundo semestre letivo de 2010 foram solicitadas diversas atividades com mapas conceituais e observação e registro das atividades realizadas com os alunos participantes. Também foram elaborados dois questionários em dois momentos: ao final da primeira e da segunda etapa da

disciplina (ANEXO 1 e ANEXO 2) . Com esse instrumento foi possível realizar a avaliação da percepção dos discentes diante do trabalho realizado.

Após a coleta dos dados, estabeleceu-se a fase de tratamento do material e análise dos dados coletados (descrita em detalhes no capítulo 4), com as conclusões pertinentes à pesquisa realizada.

3. CONTRIBUIÇÕES PARA A PESQUISA

A história da humanidade está ligada ao ato de conhecer, de buscar explicações para os acontecimentos naturais e os produzidos pelo homem, construindo e reconstruindo conceitos, produzindo adequações ou rupturas de ideias num processo incessante. Neste capítulo serão apresentadas as principais teorias que norteiam a proposta de intervenção pedagógica da presente pesquisa.

3.1. Formação de conceitos

Pesquisar sobre o conhecimento humano remete à Antiguidade, nas primeiras inserções sobre o tema. Platão, pioneiro do racionalismo, foi o primeiro dos escritores da Antiguidade a apontar Deus como criador do universo e mentor da humanidade. Na sua ótica, o mundo pode ser percebido pelos sentidos, o mundo sensível, em constante movimento e repleto de imagens desfocadas da realidade. O mundo das ideias, cuja realidade independe do homem, é onde se situa o saber de base sólida, fundado na lógica e na validade universal. O verdadeiro pensador não se deixa influenciar pela diversidade de conceitos, porque deve "ver a imagem fundamental, universal e imutável das coisas: a ideia". Decorrente dessa concepção, a teoria das ideias considerava atributos como o justo, o bem, o belo conceitos inatos ao espírito humano, cuja existência *a priori* seria reavivada na ação de reviver e relembrar. Portanto, conhecer é recordar (MUMFORD, 1952, p 30-33; DURANT, 1954, p 212-213).

Aristóteles, discípulo de Platão, apontava a experiência como elemento primordial para a aquisição de conhecimentos que são adquiridos *a posteriori*. A experiência foi considerada pelo filósofo como fonte e critério de conhecimento, ou seja, pelos sentidos os objetos são percebidos pelo sujeito. As ideias derivam da observação e das formulações dela decorrentes; assim ao se deparar com o objeto, o sujeito deverá buscar em suas referências conceitos que se ajustam a ele, formulando, então, juízos.

Conhecer, segundo Aristóteles, significaria formar conceitos, categorizar os objetos com base em suas características usando a sensação, a percepção, a imaginação, a memória, o

raciocínio e a intuição. O conhecimento decorre do diálogo e complementação entre o conhecimento sensível e o intelectual sem prevalência de nenhum deles. Os contínuos processos de abstração e generalização conduziram à formação de conceitos. Os saberes estão relacionados diretamente com a formação e aplicação de conceitos. Portanto, conhecer decorre da capacidade do sujeito de combinar juízos e, ao fazê-lo, de construir conceitos que possam ser atribuídos a todos os objetos (DURANT, 1954, p 222-227).

Ao final do século XVIII o filósofo alemão Immanuel Kant buscou compreender todo o processo do conhecimento humano e a sua influência no cotidiano. Kant, como educador, voltou sua atenção para o conhecimento: o pensamento e a crítica. Considerou o livre pensar instrumento importante na produção do conhecimento, o que poderá ocorrer a partir da interação com um professor.

Para Kant (2001, p 87-89), o processo de aquisição do conhecimento reúne a experiência e a razão, determinantes na percepção do mundo. O conhecimento origina-se na experiência *a posteriori* e das formas e conceitos *a priori* do sujeito. O objeto do conhecimento identificado pelos sentidos se relaciona às características da razão; o conhecimento advém da intuição ou dos conceitos.

O filósofo observou que, mesmo que conhecimento tenha início na experiência, não implica que este possa ser reduzido à experiência ou que seja causado por essa. Na sua visão, a experiência é a ocasião para a elaboração do conhecimento; a experiência demanda a existência de categorias *a priori* (qualidade, quantidade, causalidade, modalidade), juízos já elaborados pelo sujeito. Para Kant o conhecimento é construído (KANT, 2001, p 129-130; NEWMAN; HOLZMAN, 2002, p 27).

A intuição sensível, única forma de conhecimento que Kant aceitava, colocaria de forma direta e imediata o sujeito em contato com o objeto. Os conceitos organizam diversos aspectos de um objeto sob uma representação comum e o juízo é um elo entre as representações que culmina na formação de um conceito. Este processo é descrito pelo autor da seguinte forma: “pela primeira um objeto é dado, pela segunda (ele) é pensado com relação a essa representação” (KANT, 2001, p 114). Portanto, através da sensibilidade, o sujeito percebe o objeto e poderá elaborar conceitos para compreendê-lo, ao mesmo tempo em que passa a ser afetado por ele. Estas experiências, segundo Kant, são organizadas pelas próprias categorias do sujeito. Fazendo uma referência a Copérnico, o filósofo afirma que é em torno do sujeito que gira o problema do conhecimento (LEVY, 1993, p. 161).

As ideias de Kant influenciaram as teorias interacionistas do início do século passado, que têm como expoentes Jean Piaget e Lev Vygotsky. Os autores destacavam a perspectiva

social da aprendizagem, na medida em que o sujeito, em contato com novos saberes, passaria por mudanças em suas estruturas internas (POZO, 2002, p.48; NEWMAN; HOLZMAN, 2002 p. 27-28).

Formado em Biologia, os estudos de Piaget abordavam a gênese do conhecimento, como o sujeito constrói e organiza o conhecimento no seu processo de desenvolvimento cognitivo. Piaget proclamava-se como neokantiano assumindo a existência das categorias propostas por Kant, mas considerava que mesmo essas são construídas pelo sujeito (POZO, 2002, p.48). Na visão de Piaget, o conhecimento é uma construção individual do sujeito com origem na infância e que, à medida que a idade avança, torna-se progressivamente mais complexo. O conhecimento compreende uma construção na qual o sujeito realiza sucessivos processos, que lhe permitem manter-se em equilíbrio com o meio ambiente.

Os estudos de Piaget demonstram que o sujeito só aprende se estiver preparado para fazê-lo. A aquisição do conhecimento vai depender do contato prévio do sujeito com o novo saber para poder assimilá-lo e/ou alterá-lo. Nesse processo, Piaget destaca duas operações: assimilação e acomodação. A primeira é o processo cognitivo no qual o sujeito associa a nova informação às estruturas cognitivas prévias e a acomodação consiste na adequação do novo saber aos esquemas existentes. Em ambos os casos, os processos resultam em alterações na estrutura cognitiva do sujeito, ampliando a sua percepção do meio e permitindo-lhe a assimilação de novos conhecimentos.

Para o epistemólogo suíço não há assimilação sem acomodações nem existem acomodações sem assimilação. Piaget descreve a adaptação como um processo de construção de conhecimento dinâmico em busca de um equilíbrio constante entre esses dois processos. Se o novo conhecimento não se enquadra no esquema prévio gera uma desequilibração e, conseqüentemente, uma busca do sujeito pela equilíbrio. Esse procedimento consiste na autorregulação do processo, indispensável para que o sujeito possa objetivar uma interação eficaz com o meio ambiente (PIAGET, 1973, p 19-23).

Na mesma linha de pensamento, Piaget aponta os esquemas como as estruturas cognitivas do sujeito que promovem a sua adequação e organização ao meio, as quais identificam, processam e classificam os estímulos na perspectiva de adaptação do sujeito. Dessa forma, o cérebro humano cria esquemas como forma de ação e reação diante de informações captadas do meio ambiente. A elaboração das estruturas mentais decorre de estratégias de interação organizadas pelo próprio indivíduo. A qualidade dos esquemas elaborados pelo sujeito está relacionada com a maturação biológica e segue uma sequência

fixa e universal de estágios (sensório-motor, pré-operatório, operatório-concreto, operatório-formal), que os torna mais elaborados (PIAGET, 1973, p 28-29).

Pela ação, o aprendiz desencadeia o processo de aprendizagem e a elaboração de esquemas. Dessa forma, aprender é assimilar o objeto e esquemas mentais que decorrem dessa interação. A aprendizagem, na perspectiva piagetiana, deve promover a autonomia do discente, cabendo ao professor o papel de agente que estimula a exploração do ambiente, a construção e a invenção sem nunca ofuscar a importância da descoberta com soluções prontas. “Compreender é descobrir, ou reconstruir pela redescoberta”. Caberá ao sujeito desenvolver sua estratégia, e ao professor, agir de maneira a criar as situações necessárias para que isto ocorra. Na visão do autor, a descoberta promove a autonomia do sujeito (PIAGET, 1973, p.16-20).

Piaget acredita que a aprendizagem se subordina ao desenvolvimento, o pensamento precede a linguagem, que apenas é uma das suas formas de expressão. A formação do pensamento depende, basicamente, da coordenação dos esquemas sensório-motores não da linguagem, o que só pode ocorrer depois que o aprendiz alcançou um determinado nível de habilidades mentais.

O psicólogo Lev Semenovitch Vygotsky marcou sua trajetória com estudos relativos ao desenvolvimento, explicando os processos de aprendizagem e desenvolvimento e a sua relação com os aspectos sociais que fundamentaram a teoria sócio-histórico-cultural. Influenciado pelas concepções kantianas e, sobretudo, pelas ideias marxistas, ele procurou relacionar o desenvolvimento cognitivo ao contexto sócio-histórico no qual o sujeito está inserido (VEER;VALSINER, 2001, p. 242-243).

Segundo Vygostky, o desenvolvimento do ser humano decorre das interações entre ele e seu contexto social, cultural e histórico, as quais determinam o desenvolvimento das suas funções mentais superiores.

Cada sociedade, cada cultura gera as suas formas de aprendizagem. Dessa forma a aprendizagem da cultura acaba por levar a uma determinada cultura de aprendizagem.[...] As atividades de aprendizagem devem ser entendidas no contexto das demandas sociais que as geram [...] . A relação entre o aprendiz e o material de aprendizagem está mediada por funções e processos de aprendizagem que derivam da organização social dessas atividades e de metas impostas por instrutores e professores. (POZO 2002 p.25)

As situações de aprendizagem ao longo da existência humana são influenciadas por uma variedade de signos, de instrumentos, e impregnadas por elementos da cultura e da

história. As interações, nesse sentido, são determinantes e decorrentes de signos e de um sistema de símbolos, cuja função inicial é a comunicação e tornar-se instrumento de coordenação e domínio do comportamento humano.

Segundo o autor, os processos mentais superiores têm sua origem em processos sociais e o desenvolvimento cognitivo é o resultado da transformação das relações sociais em funções mentais. Esse processo ocorre em duas etapas: social (intersíquico) e individual (intrapíquico): “A origem dos processos psicológicos superiores, especialmente os humanos não podem ser encontrados no cérebro ou na mente de uma pessoa individual, mas nos sistemas de signos sociais ‘extracerebrais’ que a cultura proporciona.” (VEER; VALSINER, 2001, p. 244).

A mediação, segundo Vygotsky, é o processo pelo qual a ação do sujeito sobre o objeto não é direta, mas supõe a interferência de um elemento intermediário. Segundo o autor, a apropriação de conhecimentos é mediada por instrumentos e signos. Os instrumentos caracterizam-se como ferramentas utilizadas para regular a ação sobre os objetos; os signos, por sua vez, são instrumentos psicológicos que controlam e regulam as ações sobre o psiquismo das pessoas. Tanto os instrumentos como os signos são construções da mente humana, que estabelecem uma relação de mediação entre o homem e o meio ambiente. O uso contínuo de signos e instrumentos potencializa o número de operações psicológicas realizadas pelo sujeito.

As palavras e números são exemplos de signos transmitidos socialmente ao homem e internalizados por ele, constituindo sistemas de signos. Os signos materializam-se em instrumentos que auxiliam no desempenho de atividades psicológicas, tais como lista de compras, mapas, elaboração de diagramas, planilhas, entre outros (OLIVEIRA, 1999, p. 30). As tábuas de cera utilizadas na Antiguidade, por exemplo, são reconhecidas como instrumentos de mediação entre a informação e a memória (POZO 2002, p.34).

O processo de internalização do conhecimento pelo sujeito é dinâmico, dialético, de síntese, a partir do qual as atividades externas e as funções interpessoais alteram-se, tornando-se internas, intrapsicológicas. Portanto, compreende um processo dinâmico de elaboração de conceitos, desde os espontâneos, estabelecidos no cotidiano, aos científicos, adquiridos pelo sistema de instrução formal, por isso também conhecidos como “conceitos escolarizados” (MOLL, 2002, p. 11). Trata-se de processos interdependentes que dialogam na perspectiva do desenvolvimento das funções mentais superiores.

Os conhecimentos espontâneos demarcam caminho para o desenvolvimento dos conhecimentos científicos. Os primeiros são denotativos decorrentes das características

perceptivas do elemento a que se refere. Diferentemente desses, os conceitos científicos são mediados desde o início por outros conceitos presentes na estrutura cognitiva do sujeito, estabelecendo a existência de um sistema de conceitos. Nesse sentido, comparam-se os processos de aprendizagem da língua nativa e de uma língua estrangeira: a primeira decorre das experiências cotidianas da criança ao passo que o aprendizado da língua estrangeira demanda processos analíticos mediados pelo desenvolvimento da língua nativa (PANOFSKY et al., 1996, p.245-246). Por exemplo, assumindo-se que a língua nativa do sujeito seja o português, para que compreenda o significado da expressão inglesa *computer network* é necessário que o mesmo tenha conhecimento prévio da expressão “rede de computadores”.

Para Vygotsky a formação dos conceitos espontâneos, adquiridos de forma não consciente, é “ascendente”, pois são reelaborados pelos conhecimentos científicos. Estes, por sua vez, compreendem alto nível de abstração e formam movimentos “descendentes”, explicitando as relações estabelecidas com conceitos subordinados e supraordenados. Apesar de esses processos se desenvolverem em direções opostas, estão intimamente relacionados. Portanto, para que o aprendiz elabore conceitos científicos é necessário que os conceitos espontâneos já tenham alcançado determinado grau de diferenciação. Segundo o autor, o formalismo dos conceitos científicos transforma a estrutura de conceitos espontâneos permitindo a estruturação de um sistema que permite elevar o nível de desenvolvimento do sujeito (VYGOTSKY, 1998, p. 136-145).

Vygotsky diferencia os processos de aprendizagem e desenvolvimento. O primeiro influencia no desenvolvimento das funções psicológicas superiores por meio de um processo mais complexo: do pensamento, estruturas intelectuais e cognitivas. Segundo o autor: “O aprendizado é mais do que a aquisição de capacidade para pensar; é a aquisição de muitas capacidades especializadas para pensar sobre várias coisas.” (VYGOTSKY, 1998b, p. 108).

Segundo Vygotsky, o aprendizado é um elemento propulsor do desenvolvimento do sujeito que o capacita não somente para a realização das operações solicitadas para o aprendizado, mas o instrumentaliza para utilizar esses conhecimentos nas mais variadas situações. E assinala: “Esquemáticamente, a relação entre esses dois processos poderia ser representada por dois círculos concêntricos, o menor simbolizando o aprendizado e o maior o processo de desenvolvimento [...] Consequentemente ao dar um passo para o desenvolvimento a criança dá dois no desenvolvimento” (VYGOTSKY, 1998b, p. 109).

Nessa perspectiva, a linguagem representa instrumento de expressão do pensamento, com destaque para a fala, como vetor de mudanças qualitativas na estrutura cognitiva, na recomposição de funções como memória, atenção e formação de conceitos. A linguagem é

essencial para a estrutura de pensamento e para o processo de desenvolvimento. Para Luria (1979, p 81), a palavra permite a análise e a classificação de objetos, tornando-se não somente um meio de comunicação, mas veículo importante do pensamento, que garante a transição do sensorial ao racional.

Para explicar as dimensões do desenvolvimento Vygotsky desenvolveu o conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Na concepção de Vygotsky, a ZDP consiste na “região” que representa a distância entre aquilo que o sujeito sabe e a possibilidade que ele tem de aprender com a ajuda de outras pessoas (Figura 3). O autor reconhece que o aprendizado precisa ser combinado com o nível de desenvolvimento da criança, mas que este não é o único elemento a ser considerado na aprendizagem. Afirma, ainda, que a assintonia entre o processo de aprendizagem e de desenvolvimento revela o potencial do aprendiz, destacando a existência de, pelo menos, dois níveis de desenvolvimento: o real e o potencial.

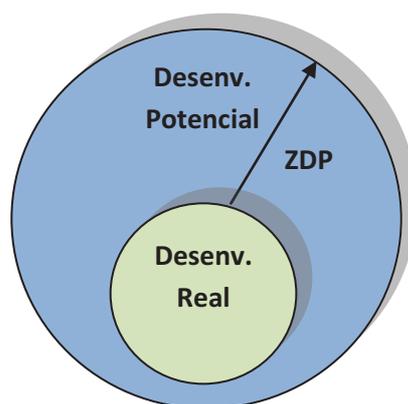


Figura 3 – Zona de Desenvolvimento Proximal

Fonte: o autor (2011)

A zona de desenvolvimento proximal trata das funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de amadurecimento, e estabelece parâmetros que possibilitam avaliar o grau de desenvolvimento do aprendiz. Segundo Vygotsky, a ZDP revela o desenvolvimento potencial, estabelece o que o aprendiz já sabe e norteando estratégias de aprendizagem que levem ao desenvolvimento do sujeito.

Vygotsky também assinala a ocorrência de momentos nos quais há uma maior predisposição ao aprendizado: “Para cada matéria escolar há um período em que sua influência é mais produtiva porque a criança é mais receptiva a ela”. (VYGOTSKY, 1998, p. 130). Esses períodos poderão influenciar significativamente o processo de desenvolvimento.

Para Vygotsky, a existência de períodos ótimos de aprendizado é um forte indicativo de que o aprendizado não pode ser vinculado, exclusivamente, aos aspectos biológicos, mas deve-se considerar o nível de desenvolvimento do sujeito. Para o autor, “[...] a noção de zona de desenvolvimento proximal capacita-nos a propor uma nova fórmula, a de que o “bom aprendizado” é somente aquele que se adianta ao desenvolvimento.” (VYGOTSKY, 1998b, p. 109).

Segundo Vygotsky, aprendizagens orientadas para níveis que já foram atingidos não proporcionam um novo estágio de desenvolvimento para o sujeito. Conforme Pozo (2002, p.255): “Recorrendo-se às ideias de Vygotsky, os problemas devem ser planejados na ZDP dos conhecimentos prévios dos aprendizes [...] onde o aluno não tem as respostas, mas tem condições de fazer boas e férteis perguntas”.

Para Fino (2001), a ZDP sugere a existência de “janelas de aprendizagem” que surgem no processo de desenvolvimento do sujeito e que implicam compreendê-lo como individual e personalizado, o que deverá ser percebido e estimulado pelo professor.

Vygotsky também descreve a motivação como um fator importante no aprendizado. Apesar de muitas vezes utilizar o termo social para referirem-se às relações interpessoais, acredita-se que também possam referir-se a valores afetivos que revelam os “motivos da criança para agir” em busca de seu desenvolvimento. (NEWMAN; HOLZMAN, 2002, p. 94-95).

Outro ponto importante assinalado pelo autor é o fato de que o potencial da criança mesmo com ajuda não é ilimitado. A capacidade de imitação percebida nas crianças não é uma habilidade mecânica, pois a criança somente consegue imitar aquilo que está ao alcance de seu nível de conhecimento. No processo de aquisição da língua, descobriu-se que as crianças não somente variam na quantidade de imitações, mas também são seletivas e não imitam o que está além do seu nível linguístico (NEWMAN; HOLZMAN, 2002, p. 73).

Os estudos de Vygotsky e Piaget influenciaram os estudos da psicologia cognitiva na década de 60 e, em especial, destacam-se os trabalhos de Jerome Bruner e David Ausubel.

David Paul Ausubel centrava os seus estudos na avaliação da aprendizagem em sala de aula, procurando elaborar propostas concretas para o cotidiano acadêmico. Nessa perspectiva, desenvolveu técnicas e reflexões a partir da aula “tradicional” e da postura do professor no sentido de propiciar o melhor aprendizado possível a seus alunos. Ausubel investigava como

os indivíduos apreendem grandes quantidades de material significativo por meio de apresentações verbais/textuais.

Assim, os estudos de Ausubel culminaram numa proposta alternativa ao modelo de ensino então vigente, a que ele denominou de “teoria da aprendizagem significativa” (*Meaningful verbal learning*). O psicólogo norte-americano propôs uma abordagem psicoeducativa distanciada dos princípios condutistas do comportamentalismo, tomando por base o processo de aquisição de conhecimento a partir da estrutura cognitiva do sujeito. Essa buscava explicar os mecanismos utilizados pela mente humana para estruturar o conhecimento aprendido.

Para haver aprendizagem, segundo Ausubel (2003, p 71-72), o conhecimento deve fazer sentido para o sujeito; o aprendiz deve correlacionar o novo conhecimento com os conceitos preexistentes em sua estrutura cognitiva. O forte embasamento conceitual por parte do discente poderá garantir um processo de aprendizagem consistente. Nessa perspectiva, defende a trajetória acadêmica como determinante na elaboração de conceitos que servirão de base para a aquisição de novos conhecimentos.

Portanto, a aprendizagem compreende um processo contínuo de aquisição de conhecimentos, que se torna significativo quando se estabelecem relações relevantes com os conceitos já existentes na estrutura cognitiva do sujeito. Esses saberes, organizados em uma cadeia e interligados, apresentam pontos de ancoragem para o novo conhecimento, os *subsunçores*¹ (MOREIRA; MASINI, 1982, p 7). A aquisição de conhecimentos consiste na reelaboração, generalização e especialização de conceitos/ideias, estabelecendo novos parâmetros para a aprendizagem, novos *subsunçores*, mais diferenciados e mais estáveis. Desse modo, a aprendizagem consiste na “ampliação” da estrutura cognitiva, com a da incorporação de novas ideias.

A subunção, processo de incorporação do novo conhecimento a estrutura cognitiva, compreende duas fases: a facilitação que permite a ancoragem do novo conhecimento à estrutura cognitiva preexistente e o esquecimento, fase conhecida como obliterativa, na qual a ideia subsumida é progressivamente incorporada pelo subunçor até se tornar indissociável e ser esquecida. Segundo Ausubel, a estrutura cognitiva tende a criar conceitos mais gerais e abstratos, por meio desse processo de redução, tornando-os mais manipuláveis (ARAGÃO, 1976, p. 14-15).

¹ Palavra adaptada do inglês *subsumer* sem equivalência na língua portuguesa.

Os subunçores permitem ao sujeito compreender logicamente o novo conhecimento e incorporar o seu significado psicológico. O autor afirma que o sujeito deve estabelecer uma relação de substantividade com o novo conhecimento, que consiste na aplicação do mesmo em situações diferentes, independentemente dos rótulos que o identificam. Assim, se o sujeito conseguiu estabelecer uma relação não arbitrária e substantiva do material de aprendizagem com sua estrutura cognitiva, ele estará aprendendo significativamente.

Em caso contrário, o sujeito poderá desenvolver uma aprendizagem mecânica, que reporta a técnicas de memorização de fórmulas, algoritmos, leis e conceitos que não estabelecem relações com a sua estrutura cognitiva. Nessa modalidade, o novo conhecimento é armazenado de maneira arbitrária e literal na mente do indivíduo, que não consegue expressá-lo ou utilizá-lo de forma diferente da que aprendeu.

Novak e Cañas (2008) ainda apontam para duas consequências negativas da aprendizagem mecânica: a dificuldade de retenção ou esquecimento desses conhecimentos e a possibilidade de armazenamento de conceitos equivocados, que não terão utilidade para o sujeito. Para Ausubel, aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica não são processos excludentes entre si, mas referem-se a processos diferentes. Em alguns casos a aprendizagem mecânica é necessária e pode embasar um processo posterior de aprendizagem significativa. Como exemplo, muitas vezes um indivíduo pode aprender algo mecanicamente e só mais tarde perceber que este se relaciona com um conhecimento anterior já dominado. Neste caso, houve um esforço e tempo demasiado para assimilar conceitos que seriam mais facilmente compreendidos se encontrassem uma “âncora” existente na estrutura cognitiva.

Ausubel aponta para a ocorrência de conflitos cognitivos, obstáculos à formação de conceitos que podem surgir quando se utilizam dois ou mais rótulos conceituais para expressar o mesmo conteúdo; emprega-se o mesmo rótulo conceitual para expressar mais de um conceito; identificam-se conceitos como sendo semelhantes, não se explicitando as suas diferenças (AMORETTI ; TAROUCO, 2000).

Por exemplo, ao aluno questionar se as redes de computadores podem ser classificadas como “Internet” e “Ethernet”, evidencia a sua dificuldade em realizar a diferenciação e relação entre os conceitos, que não possuem a semelhança no sentido que o discente julga. Na realidade, em arquitetura de rede, o conceito “Ethernet” possui uma relação de subordinação ao conceito “Internet”.

Visando criar “âncoras” que transformem a aprendizagem mecânica em significativa, Ausubel aponta para o uso de organizadores prévios, uma estratégia para direcionar a estrutura cognitiva para a aprendizagem significativa. Os organizadores são materiais de aprendizagem introdutórios que antecipam o material de aprendizagem em si num nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade (AUSUBEL, 2003, p 65-66).

O autor classifica os organizadores como expositivos e comparativos. Os primeiros são utilizados quando o conceito não é familiar ao aluno e reporta conceitos que o aprendiz já sabe em outras áreas de conhecimento, objetivando um ponto de ancoragem inicial. Um exemplo prático pode ser o de utilizar o conceito de linhas de produção industrial para exemplificar a ideia de distribuição de tarefas a fim de compreender o funcionamento de um processador num sistema computacional. Os organizadores comparativos são utilizados quando o conceito é relativamente familiar ao aprendiz. Por exemplo, o conhecimento anterior que os alunos têm sobre as grandezas de bits e bytes permite introduzir o conceito de taxa de transferência de dados em redes de computadores.

Ausubel (2003, p 54-55) reconhece a importância da aprendizagem por descoberta e valoriza a aprendizagem por recepção, pois nem sempre sozinho o aluno conseguirá estabelecer as relações necessárias ou possíveis entre aquilo que está aprendendo e o que já sabe. E mais, sem o apoio do professor, ele poderá não dispor de recursos cognitivos para realizar a aprendizagem significativa de um determinado material.

Segundo o autor, a aprendizagem significativa por recepção é tão eficaz quanto a aprendizagem por "descoberta", mas o resultado permite ao aprendiz economizar tempo e produzir conhecimentos tecnicamente mais organizados. Ele alerta que, independentemente da abordagem adotada, ambas poderão conduzir o discente a uma aprendizagem mecânica. Para haver aprendizagem significativa é necessária a predisposição para aprender. A motivação para a aprendizagem é inerente ao processo de aprendizagem significativa e crescente quando o aluno conhece com clareza os objetivos do ensino e os relaciona com o seu conhecimento imediato. A desmotivação poderá incorrer num processo de aprendizado mecânico.

Além da motivação, o material de aprendizagem deverá ter significado lógico e psicológico para o discente, para ser compreendido e estudado de forma significativa e estabelecer relações não arbitrarias e substantivas com a estrutura cognitiva do mesmo. Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa tem início com expressões simbólicas potencialmente significativas que não têm significado real para o discente; quando essas

interagem de forma não arbitrária e substantiva com sua estrutura cognitiva, produz-se internamente no sujeito o significado real ou psicológico do material com o qual ele entrou em contato (ARAGÃO, 1976, p 22-25). Por exemplo, inicialmente o indivíduo utiliza a expressão “rede de computadores” para se referir a um objeto específico. Ao estabelecer a relação significativa dessa expressão com sua estrutura cognitiva, o sujeito cria um significado psicológico, idiossincrático que permite o uso desta expressão em diferentes situações.

Na visão do autor, inicialmente existem conceitos com significado potencial (ou lógico) que, ao estabelecerem relação significativa com a estrutura cognitiva, passam a ter um significado real ou psicológico para o sujeito. É interessante observar que esse processo assemelha-se ao descrito por Vygotsky sobre a consciência do sujeito com relação a conceitos que passam por estágios, partindo de pseudoconceitos até a formação de conceitos mais desenvolvidos (VYGOTSKY, 1998, p 98-101).

Ausubel preocupa-se com o processo de apresentação de conteúdo com sentido ao aprendiz e afirma que um material, ou uma aula, potencialmente significativo não garante uma aprendizagem significativa se o aprendiz não possui determinadas ideias que lhe serviriam de âncora para a aprendizagem do novo conteúdo, ou se ele não apresenta real interesse em aprender significativamente. A programação de matérias deverá seguir uma série hierárquica em ordem crescente de inclusão, refletindo a forma como a estrutura cognitiva do aprendiz deverá se organizar.

Ausubel baseou-se na teoria de Piaget sobre esquemas mentais para aprofundar seus estudos sobre os processos que ocorrem na estrutura cognitiva do sujeito. Suas ideias também dialogam com as Vygotsky, no sentido de que ambos atribuem aos conhecimentos prévios do aprendiz o pressuposto para definir os rumos de uma a nova aprendizagem; ambos se preocupam com a instrução do sujeito preconizando processos de aprendizagem que o levem a novos níveis de desenvolvimento ou a aprender significativamente (AGUILAR, 2008). A importância dos conhecimentos prévios também é ratificada por Bruner que defende os vários encontros do discente com um mesmo domínio de conhecimento ao longo de sua vida acadêmica.

O psicólogo Jerome Seymour Bruner desenvolveu seus estudos sobre o conhecimento influenciado pelas ideias piagetianas no que tange aos processos de maturação e à interação admitindo, entretanto, a influência do meio no processo de desenvolvimento. Como Piaget, ele classificou o desenvolvimento cognitivo em etapas: a das respostas motoras, a da

representação icônica e a da representação simbólica. Entretanto, estabelece um contraponto ao afirmar que as bases de qualquer disciplina científica podem ser ensinadas em qualquer idade de forma genuína. E mais qualquer matéria pode ser ensinada nos três níveis de desenvolvimento. Para Bruner (1966, p. 84), “é possível ensinar qualquer assunto, de uma maneira honesta, a qualquer criança em qualquer estágio de desenvolvimento.” Segundo o autor, a melhor forma de aprender é promover uma série de encontros ativos com o mesmo domínio de conhecimento dosando, entretanto, a quantidade de informações, permitindo a compreensão adequada por parte do aprendiz. Para o psicólogo “há uma versão de cada conhecimento ou técnica apropriada para ensinar a cada idade por mais introdutória que seja” (BRUNER 1969, p. 51). O autor fortalece a ideia de um currículo em espiral que progressivamente discorre sobre a complexidade de uma determinada matéria e uma constante revisão dos conteúdos, diminuindo a distância entre os conteúdos básicos e avançados.

Para o autor, a cultura e a linguagem têm papel decisivo no desenvolvimento cognitivo do sujeito. Esta última amplia as competências cognitivas do sujeito, permitindo a interação efetiva com o meio cultural. “A linguagem, o modo de vida, a religião e a cultura forjam a forma como a pessoa experimenta os acontecimentos que nutrem a sua própria história” (BRUNER, 1960, p. 23). O desenvolvimento cognitivo, segundo Bruner, compreende o uso de técnicas de elaboração da informação para significar as experiências do sujeito. Essas técnicas utilizam vários sistemas de representação, que poderão ser transmitidos pela cultura de acordo com a capacidade de autorregulação de cada pessoa.

O autor afirma que aprender é explorar alternativas. Defende a aprendizagem por descoberta e a importância do envolvimento dos alunos no processo de aprendizagem: “A condição básica para ativar a exploração de alternativas, em uma tarefa é um nível ótimo de incerteza. Curiosidade é uma resposta à incerteza e à ambigüidade” (BRUNER 1966, p. 43). O autor defende, entretanto, um processo dirigido, que não obtusa o valor da descoberta e que não cause confusão e angústia no aluno.

Ao propor a ideia de organização dos currículos, Bruner preocupava-se em tornar clara ao aluno a estrutura do conhecimento e que por meio desse entendimento seria permitido a ele explorar seus recursos. Nesta perspectiva, considerava que a motivação para aprendizagem seria natural, inerente ao processo de conhecimento. O autor, entretanto, detectou que de outros fatores que influenciam este processo ao perceber que alunos submetidos a essa organização curricular nem sempre compreendiam corretamente o conteúdo, assim como aprendizes de diferentes níveis sociais apresentavam dificuldades não

esperadas no ensino (MOREIRA 1999, p. 92). Esses fatos fizeram o autor repensar a ênfase na estrutura curricular, a ideia da mente como um processador de informações e enfatizar a aprendizagem contextualizada por problemas sociais e estudar a estrutura e o desenvolvimento do conhecimento na mente humana. A educação não poderia mais ser considerada neutra ou isolada, mas eminentemente política permeada de influências do contexto social. Admitindo a influência vigotskyana o autor reconhece que raramente a criança constrói o conhecimento sozinha, mas que esse processo ocorre a partir de uma intencionalidade compartilhada com o meio onde ela está inserida (BRUNER, 1990, p. 27-29).

Segundo Pozo, assim como Vygotsky, Ausubel valoriza o processo de instrução formal necessário para o desenvolvimento organizado da estrutura cognitiva do aprendiz (1994, p. 210) e admite as influências da cultura ao afirmar que a aprendizagem significativa é o caminho pelo qual as pessoas assimilam a cultura que as rodeia (1994, p. 215). Bruner também admite influência da cultura no processo educativo como um dos fatores mais importantes, senão o preponderante, na aprendizagem do discente. Na visão de Pozo (1994, p. 209), a teoria de aprendizagem da aprendizagem significativa pode complementar a teoria de Vygotsky ao propor estratégias de aprendizagem, ponto que não foi desenvolvido na teoria histórico-cultural.

Joseph Donald Novak desenvolveu sua pesquisa sobre a aprendizagem buscando estratégias para a representação do conhecimento e suas implicações. Como colaborador de Ausubel, notabilizou-se pelo desenvolvimento dos mapas conceituais, ferramenta que permite organizar e representar o conhecimento e potencializar a aprendizagem significativa. Segundo o autor, essa técnica associada às potencialidades da tecnologia da informação, pode estabelecer um novo patamar para o processo educativo materializado na proposta conhecida como “Um novo modelo para educação” (NOVAK, 2004). Partindo dos recursos de conectividade proporcionados pela internet, o autor defende o uso do Cmap-Tools como instrumento para elaborar e compartilhar mapas conceituais e estimular a construção coletiva do conhecimento.

Novak adicionou uma perspectiva humanista à teoria de Ausubel afirmando que o evento educativo está associado a uma experiência afetiva. A predisposição para aprender significativamente está intimamente relacionada com a experiência afetiva que o aprendiz tem em sala de aula. Para o autor, a aprendizagem significativa permite integração construtiva, positiva, entre pensamentos, sentimentos e ações que conduz o sujeito ao engrandecimento

humano. Por outro lado, a aprendizagem mecânica está associada a uma atitude negativa de recusa à matéria de ensino, que levaria a um processo de memorização arbitrária de conceitos. (MOREIRA, 1997).

3.2. Sistemas de conceitos

Segundo Vygotsky, os conceitos científicos estão organizados em sistemas complexos de inter-relações, que são mediados pelo aprendizado escolar. A aquisição de novos conhecimentos implica a sua inserção nesse sistema, o que demanda uma atitude de consciência e controle deliberado do discente, que domina a sua relação com outros conceitos já presentes na sua estrutura psicológica. Para o autor, os conceitos são generalizações que permitem o estabelecimento de relações de subordinação, supraordenação e equivalências:

Se consciência significa generalização, a generalização, por sua vez, significa a formação de um conceito supra-ordenado que inclui o conceito dado como caso específico. Um conceito supra-ordenado implica a existência de uma série de conceitos subordinados, e pressupõe também uma hierarquia de conceitos de diferentes níveis de generalidade. Assim, o conceito dado é inserido em um sistema de relações de generalidade. (VYGOTSKY, 1998, p 116).

Na disciplina Redes de Computadores esses processos ocorrem, por exemplo, quando o discente apreende os conceitos de “fibra-ótica” e “cabos UTP” e, posteriormente, passa a subordiná-los ao conceito de “meios de transmissão de dados”.

Para Vygotsky, a existência de um sistema é a principal diferença psicológica entre os conhecimentos científicos e os cotidianos. O estabelecimento de um sistema de conceitos promove o aprendiz para níveis mais elevados de desenvolvimento. A aquisição de conceitos científicos dinamicamente altera a estrutura psicológica do discente: “Uma vez que a criança já atingiu consciência e controle de um tipo de conceito, todos os conceitos anteriormente formados são reconstruídos da mesma forma.” (VYGOTSKY, 1998, p. 134). Por exemplo, uma criança constrói conceitos de temporalidade a partir de experiências cotidianas nas quais se refere ao passado como “ontem” e ao futuro como “depois de acordar”. Aos poucos, a criança agrega à sua estrutura psicológica novos conceitos, que lhe permitem reelaborar as suas concepções de tempo e espaço.

Na visão de Ausubel, o sistema de conceitos reflete a estrutura cognitiva do sujeito. O autor compartilha da visão de Vygotsky ao concebê-la como uma estrutura organizada e hierarquizada, onde as ideias se encadeiam de acordo com a relação que se estabelece entre elas. Para o autor, é nessa estrutura que se ancoram e se reordenam novos conceitos que o indivíduo vai progressivamente internalizando, aprendendo.

Ausubel procurou descrever os processos que ocorrem na aquisição de conhecimentos identificando três tipos de aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003, p. 91-93):

- Representacional: também conhecida como aprendizagem de vocabulário, compreende a associação de símbolos arbitrários (palavras) a objetos, identificando-os;
- Conceitual: indica a associação de conceitos (que representam generalizações) e seus significados a palavras;
- Proposicional: refere-se aos significados de ideias expressas por grupos de palavras combinadas em proposições ou sentenças.

Segundo o autor, o sujeito elabora, gradualmente, conceitos e proposições e tende a alocá-los, organizá-los, em sua estrutura cognitiva. A forma como esses elementos são organizados pode resultar numa aprendizagem superordenada ou subordinada. Na aprendizagem superordenada um novo conceito ou proposição mais abrangente passa a subordinar uma estrutura de conhecimento já existente. Exemplificando: é possível subordinar os conceitos de protocolo IP e ICMP ao conceito Camada de Internet do modelo TCP/IP.

Por sua vez, na aprendizagem subordinada um novo conceito ou proposição relaciona-se com conceitos ou proposições mais inclusivas. Essa subordinação pode ser (AUSUBEL, 2003, p. 94):

- derivativa: ocorre quando o novo conhecimento ratifica algum conceito ou proposição já existente. Por exemplo: “Na camada de transporte do modelo TCP/IP encontram-se os protocolos TCP e UDP que controlam a transmissão de pacotes”. Ao conceito “camada de transporte” são associados os conceitos de protocolos “TCP” e “UDP”.
- correlativa: ocorre quando o novo conhecimento ressignifica conceitos ou proposições previamente aprendidos. Por exemplo, os protocolos TCP e UDP controlam o transporte de pacotes. Entretanto, o primeiro é orientado à conexão, e o segundo, não.

De acordo com Ausubel (2003, p. 95), quando os processos de superordenação e subordinação não são possíveis, pelo fato de o novo conhecimento somente se relacionar com antecedentes amplos de um conteúdo relevante existente na estrutura cognitiva, ocorre outra modalidade de aprendizagem, denominada de “combinatória”. Ao contrário das proposições subordinadas ou subordinantes, as proposições combinatórias não se relacionam com ideias relevantes e particulares na estrutura cognitiva do sujeito. Conforme o autor, estas proposições são mais difíceis de aprender e de lembrar em comparação com as proposições subordinadas ou subordinantes; entretanto, assim que estabelecidas de forma adequada, tornam-se tão estáveis quanto essas. São exemplos dessas proposições generalizações inclusivas e amplamente explicativas como relações entre massa e energia, temperatura e volume.

O autor pontua dois processos significativos na constituição da estrutura cognitiva do sujeito (AUSUBEL, 2003, p. 166-171):

- diferenciação progressiva: os conceitos prévios, ao interagir com novos conhecimentos, ressignificam-se e gradativamente se alteram, tornando-se cada vez mais elaborados e passíveis de novas interações;
- reconciliação integrativa: compreende a relação entre ideias, conceitos ou proposições já existentes na estrutura cognitiva, permitindo novos significados, combinações e a reorganização da mesma.

A aprendizagem que resultar em reconciliação integrativa resultará também em diferenciação progressiva adicional de conceitos e proposições. A reconciliação integrativa é uma forma de diferenciação progressiva da estrutura cognitiva; é um processo cujo resultado é o explícito delineamento de diferenças e similaridades entre ideias relacionadas.

A preocupação de Ausubel ao descrever tais processos é sempre o contexto da sala de aula (ARAGÃO, 1976, p. 11). O autor volta a sua atenção para a forma como os conceitos são apresentados aos discentes. Assim como o aluno deve ser capaz de identificar as similaridades entre conceitos por meio da diferenciação progressiva, ele deve ser capaz de identificar as suas diferenças.

É possível que as relações entre os conceitos não fiquem corretamente elucidadas e não permitam que o discente realize a sua ligação com outros conceitos existentes em sua estrutura cognitiva, que o faça erroneamente ou até as perca com o tempo. A reconciliação integrativa tem a função de tornar explícitas as relações entre ideias, assinalando semelhanças, diferenças e contradições entre elas. Segundo o autor, esse processo é necessário para que o discente evidencie diferenças entre conceitos semelhantes e estabeleça relações entre

conceitos, na medida em que evidencia também suas similaridades (AUSUBEL, 2003, p. 168).

Segundo Novak, para atingir-se a reconciliação integrativa de forma mais eficaz, deve-se organizar o ensino “descendo e subindo” nas estruturas conceituais hierárquicas. Inicia-se dos conceitos mais gerais, demonstrando como os conceitos subordinados estão a eles relacionados, e então se retorna ao conceito mais geral. A reconciliação não ocorre somente na “vertical”, mas também na “horizontal”, evidenciando as relações entre conceitos mais gerais (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 24-25). Por exemplo, o discente entra em contato com o conceito protocolos de transporte e neste distingue dois elementos: os protocolos TCP e UDP. Cada um tem funcionalidades e características específicas que devem ser identificadas pelo discente (diferenciação progressiva); entretanto, ambos têm características comuns que permite classificá-los como protocolo de transporte (reconciliação integrativa). O fato de os protocolos de transporte estabelecerem relação com protocolos de aplicação demonstra uma relação horizontal entre esses dois conceitos mais gerais.

A ideia da diferenciação progressiva do conhecimento é pressuposto aceito teoricamente por diversos autores, principalmente por Vygotsky. Segundo Pozo (1994, p. 220), esse processo assemelha-se aos movimentos descendentes realizados pelos conhecimentos científicos descritos na teoria histórico-cultural.

A própria estrutura curricular dos diversos níveis educativos ratifica essa ideia ao propor a especialização progressiva das áreas de aprendizagem. Nessa perspectiva, a prática pedagógica deve permitir a reconciliação dos conhecimentos que anteriormente o aprendiz concebia separadamente. Esses processos de diferenciação e integração são muito mais complexos do que a simples repetição, pois demandam do discente a capacidade de estabelecer relações. (POZO, 2002, p. 213).

3.3. Modelos mentais

Para Moreira (2005), a teoria da aprendizagem significativa pouco esclarece sobre como ocorre o processo de interação entre os conhecimentos prévios e novos. Segundo o autor, esse processo pode ser elucidado pela teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird.

O psicólogo Philip Nicholas Johnson-Laird procurou explicar o processo de conhecimento propondo um construto representacional chamado “modelo mental”. Segundo o

autor, os modelos mentais são compostos por representações analógicas e/ou proposicionais com base nos conhecimentos prévios do sujeito. As proposições são representações abstratas de significados e são verbalmente expressáveis. Imagens são representações bastante específicas que retêm aspectos perceptivos de determinados objetos ou eventos. Para Johnson-Laird, ambas as formas podem ser conjugadas, criando representações internas de conceitos, objetos ou eventos que são espacial e temporalmente análogos a impressões sensoriais do sujeito. Assim, ao invés de uma lógica mental, as pessoas usam modelos mentais para raciocinar (MOREIRA, 1997b).

Os modelos mentais são modelos de trabalho construídos a partir de necessidades específicas do sujeito e representam uma determinada proposição, conceito, objeto. Não existe um único modelo mental para um conceito, mas vários. O modelo de um conceito deve ser capaz de representar tanto o essencial quanto a amplitude de um conceito. O núcleo do modelo representa o essencial do conceito, ou seja, as propriedades características do estado de coisas que ele descreve; por outro lado, a amplitude do modelo define-se pelas situações em que o sujeito realiza operações sobre o mesmo que o complementam.

Por exemplo, o sistema operacional é o software responsável por permitir que as pessoas interajam com o sistema computacional e realizem operações como armazenamento e leitura de arquivo, reprodução de áudio e vídeo, etc. Progressivamente, os usuários aprendem a trabalhar com um software e elaboram um modelo mental que lhes permite executar corretamente diversas operações nesse ambiente. Supondo-se que existam dois ambientes com esse sistema operacional instalado, um computador desktop e um notebook, apesar de o núcleo do modelo mental a ser invocado pelo sujeito ser o mesmo ele deverá adaptá-lo às condições de cada uma dessas situações. No notebook tem-se a mobilidade, a possibilidade de conectar-se em diversas redes wireless para realizar as suas operações, porém tem-se a limitação de uma fonte de energia com prazo determinado. Por outro lado, tem-se um desktop sem mobilidade, mas que utiliza uma fonte de energia sem limite de horas.

Moreira (1997b) afirma que os processos de reelaboração dos modelos constituem, na visão de Johnson-Laird, o processo de aprendizagem do sujeito. Dessa forma, os modelos constituem a representação de conceitos. Moreira admite a existência de duas modalidades de representação: modelos mentais estáveis presentes na memória de longo prazo e modelos de trabalho, elaborados para resolver uma situação específica. Esses dois modelos teriam função análoga aos subunçores e elementos subsumidos presentes na teoria de Ausubel, ou seja, a elaboração de modelos de trabalho estaria condicionada aos conhecimentos prévios do sujeito,

representados pelos modelos mais estáveis. O fato de o sujeito inferir sobre o modelo e saber explicá-lo é um indício de aprendizagem significativa.

Segundo o autor, os modelos mentais podem estar condicionados aos tipos de aprendizagem significativa, por exemplo, modelos de trabalho podem ser resultado de uma aprendizagem subordinada derivativa, ou seja, a alocação de determinados conceitos para a resolução de uma situação-problema. Freitas Filho et al. (2009) lembram que os modelos mentais são construídos por meio da experiência individual do sujeito inserido numa determinada cultura, a qual influencia na elaboração desses modelos.

Levy (1992) exemplifica a ação dos modelos mentais ao descrever os processos que são desencadeados na leitura de um texto:

Enquanto redobramos o texto sobre ele mesmo, produzindo assim sua relação consigo mesmo, sua vida autônoma, sua aura semântica, nós o reportamos também a outros textos, a outros discursos, a imagens, a sentimentos, a toda a imensa reserva flutuante de desejos e de signos que nos constituem.

Segundo o autor, quando se ouve um texto, não se ouve um som, mas um modelo mental. Levy (1993, p.159) afirma que os modelos mentais são acionados sempre que o sujeito realiza um cálculo mental ou utiliza imagens internas, diagramas ou mapas para esquematizar um raciocínio.

O autor destaca o papel relevante e mediador das tecnologias da inteligência, as quais permitem que grupos partilhem, negociem e refinem modelos mentais comuns, qualquer que seja a complexidade de tais modelos. Conforme o autor:

A evolução biológica fez com que desenvolvêssemos a faculdade de imaginar nossas ações futuras e seu resultado sobre o meio externo. Graças a essa capacidade de simular nossas interações com o mundo através de modelos mentais, podemos antecipar o resultado de nossas intervenções e usar a experiência acumulada.[...]. Talvez a combinação dessas duas características, o dom da manipulação e da imaginação, possa explicar o fato de que quase sempre pensemos com o auxílio de metáforas, de pequenos modelos concretos, muitas vezes de origem técnica.(LEVY,1993, p.70)

Para Moreira (1997b), a fim de compreender ou avaliar os modelos mentais, são necessários modelos conceituais que permitam externalizar o conhecimento do sujeito. No ensino o professor pode utilizar modelos conceituais aliados a estratégias instrucionais para permitir que os alunos desenvolvam os seus modelos mentais.

Segundo Mayer (1992, p. 226-243), estudantes que aprendem com um modelo na forma de diagrama e texto conseguem reter mais informação conceitual e gerar mais soluções criativas para novos problemas quando comparados com estudantes que aprenderam sem o modelo. Para o autor, a apresentação de um modelo conceitual ajuda os estudantes a construir melhores modelos mentais do domínio, organizando e integrando o novo conhecimento. Na disciplina RC, por exemplo, utilizam-se modelos conceituais para descrever o funcionamento da arquitetura TCP/IP e as inter-relações entre suas camadas, permitindo um maior esclarecimento sobre o tema.

3.4. Mapas conceituais

Para Novak e Ausubel, a instrução expositiva deve ser composta por três fases: uma introdução, que cumpre a função de ativar nos aprendizes um conhecimento prévio que deverá se relacionar com o conteúdo principal; a apresentação do material de aprendizagem (leituras, exposições, experiências, elaboração de instrumentos, etc.); a consolidação, mediante a relação explícita entre os conhecimentos prévios dos alunos e o material de aprendizagem. Como tarefa complementar os autores sugerem o uso de estratégias de organização que permitam que os próprios alunos explicitem as relações que realizaram entre o material de aprendizagem e seus conhecimentos prévios. (POZO 2002, p. 217).

Vygotsky afirma ser imprescindível conhecer a repercussão do aprendizado escolar no processo de desenvolvimento do discente. Segundo o autor, “a revelação desta rede interna e subterrânea de desenvolvimento de escolares é uma tarefa de importância primordial para a análise psicológica e educacional.” (VYGOTSKY, 1998b, p. 118-119).

A complexidade dessa tarefa já demandou diversos estudos na área da educação. Em uma dessas pesquisas, Joseph D. Novak e D.B. Godwin, professores da Universidade de Cornell, procuraram acompanhar o aprendizado de um grupo de crianças na área de ciências. Os pesquisadores, encontrando dificuldades em avaliar o progresso delas por meio de métodos convencionais, formularam uma alternativa para representar os conhecimentos dos discentes. Tendo por base o processo de assimilação de conceitos proposto pela teoria de Ausubel, desenvolveram um modelo para representar o conhecimento das crianças na forma de um mapa conceitual (NOVAK; CAÑAS, 2008). Concebido com a mesma lógica do mapa

geográfico, o mapa conceitual faz uma representação gráfica de determinado tema, exibindo e tornando explícitas as relações existentes entre os conceitos que o compõem.

Os mapas conceituais são compostos por representações de conceitos e suas relações são representadas por linhas conectivas. Nesse complexo de conceitos e linhas encontram-se as palavras ou frases de ligações entre os conceitos, compondo proposições. Para Novak e Cañas (2008), os conceitos representam uma regularidade, percebida em eventos e identificada por um rótulo. Proposições são declarações sobre algum conceito, as quais contêm dois ou mais conceitos, ligados por palavras ou frases, formando uma declaração significativa.

Existem diversos tipos de mapas conceituais imaginados e construídos para diferentes aplicações. Alguns são preferidos pela facilidade de elaboração (tipo aranha), pela clareza como explicitam processos (tipo fluxograma), pela ênfase no produto que descrevem (entrada e saída). No entanto, segundo Novak, o único tipo de mapa que explicitamente utiliza a teoria cognitiva proposta por Ausubel é o mapa hierárquico (TAVAREZ, 2007).

Os mapas conceituais hierárquicos são organizados com o mais abrangente dos conceitos no topo do mapa e os conceitos mais específicos colocados hierarquicamente abaixo desse, sendo possível também o estabelecimento de ligações cruzadas (*cross-links*), que representam relações entre conceitos dispostos em regiões diferentes do mapa.

Novak e Cañas (2008) consideram os mapas conceituais representação de um domínio particular do conhecimento, um recorte de determinado contexto. Segundo Amoretti e Tarouco (2000), a representação do conhecimento em rede simula aspectos típicos da cognição humana e facilita a apreensão do conhecimento. Para Levy (1993, p.40), compreende-se e retêm-se melhor informações organizadas de acordo com relações espaciais, pois refletem a forma como a memória humana organiza os conhecimentos.

Amoretti (2001) considera que os mapas conceituais se mostram como uma ferramenta importante para a aprendizagem significativa, pois delegam ao aluno, progressivamente, a autonomia na aquisição de novos conhecimentos, relacionando-os diretamente às estruturas de conhecimento prévio. Para a autora, a elaboração de um mapa conceitual implica aprender a relacionar conceitos e identificar suas diferenças e similaridades.

3.4.1. Avaliação de mapas conceituais

Os mapas conceituais representam o entendimento do sujeito sobre determinado contexto, sendo possível avaliá-los qualitativa e quantitativamente. Do ponto de vista qualitativo, avaliam-se a seleção de conceitos e as relações estabelecidas. Um bom mapa apresenta uma seleção de conceitos condizente com o tema principal e estabelece relações relevantes entre eles; em oposição, um mau mapa conceitual faz uma conexão linear entre os conceitos e evidencia que seu autor não visualiza outras conexões, outras possibilidades de entendimento da questão (TAVAREZ, 2007).

Para realizar a avaliação quantitativa dos mapas conceituais, de acordo com Medina (2004, p. 110), podem-se utilizar dois métodos:

- método relacional: a pontuação é feita pela avaliação separada de proposições identificadas no mapa. Cada proposição é avaliada de 0 a 3, de acordo com o protocolo de escore que considera a correção da proposição. O escore final é a soma dos escores de todas as proposições;
- método tradicional: proposto por Novak, é baseado nos componentes e na estrutura do mapa conceitual, que associa pontos para proposições válidas (1 ponto cada), níveis de hierarquia (5 pontos cada nível), número de ramificações (1 ponto cada), *cross-links* (10 pontos para cada *cross-link* válido) e exemplos específicos (1 ponto cada).

Mesmo defendendo que a proposta de pontuação dos mapas conceituais é válida, Novak destaca que a característica fundamental do mapa conceitual é permitir avaliar a estrutura cognitiva dos alunos e as mudanças qualitativas ocorridas em decorrência do processo de instrução dos mesmos.

3.4.2. Estratégias para a elaboração de mapas conceituais

Novak e Cañas (2008) apontam que estratégias podem ser adotadas para desenvolver trabalhos com mapas conceituais em sala de aula, dentre as quais destacam três: questão-foco, estacionamento de conceitos e *skeleton expert*.

Segundo os autores, o primeiro passo para aprender sobre algo é fazer as perguntas certas. Estabelecer um contexto ajuda os alunos a elaborar mapas conceituais mais claros e focados em um determinado domínio de conhecimento. Dessa forma, recomenda-se o uso de uma questão-foco, uma pergunta que ajudará o discente a delimitar o campo de conhecimento que está tentando compreender e poderá levar a criação de um mapa conceitual mais rico sobre o tema.

Os autores afirmam que, quando os alunos estão aprendendo a criar mapas conceituais tendem a desviar o foco da questão e construir mapas que podem estar relacionados ao domínio, mas que não respondem à questão. Uma questão-foco que especifica claramente o problema permite selecionar os conceitos realmente relevantes e que podem responder a essa pergunta e organizá-los hierarquicamente. A Figura 4 apresenta um mapa conceitual elaborado a partir desta questão: “Como se articulam os protocolos das camadas da arquitetura TCP/IP?”:

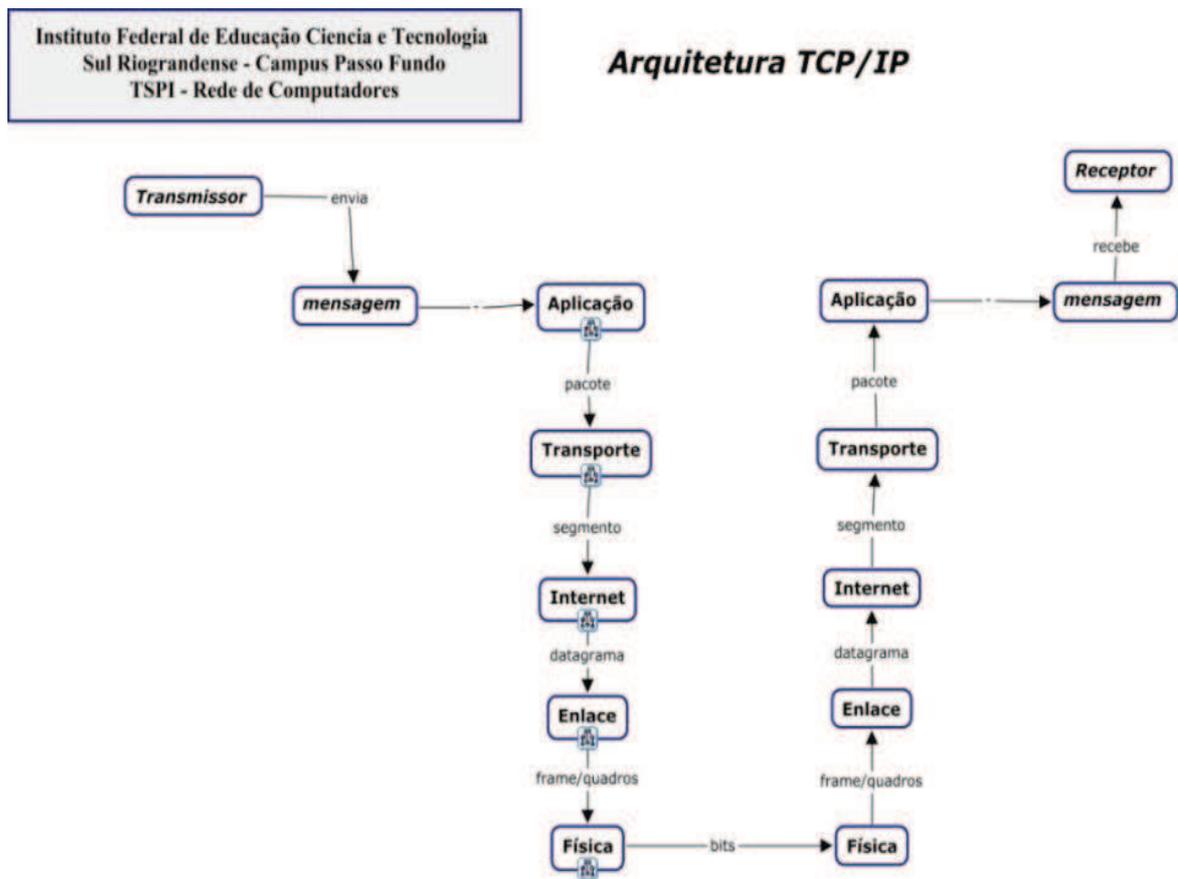


Figura 4 - Questão foco

Fonte: o autor (2011)

A seleção de conceitos-chave pode ser o ponto de partida para outra técnica conhecida como estacionamento de conceitos. Nessa se inicia apresentando um mapa conceitual com uma lista de conceitos elencados aos alunos e que o professor deseja que sejam relacionados a uma estrutura prévia do mapa.

Conforme Novak e Cañas (2008), essa estratégia não reduz a dificuldade na elaboração do mapa, pois mesmo que os conceitos sejam dados pelo professor os alunos ainda deverão estabelecer as proposições que os relacionam. Além disso, essa técnica ainda permite ao professor identificar conceitos que o aluno tem dificuldades de relacionar.

A Figura 5 traz um exemplo de um mapa deste tipo, no qual os conceitos localizados à esquerda deverão ser alocados adequadamente no mapa conceitual sobre a camada física da arquitetura TCP/IP:

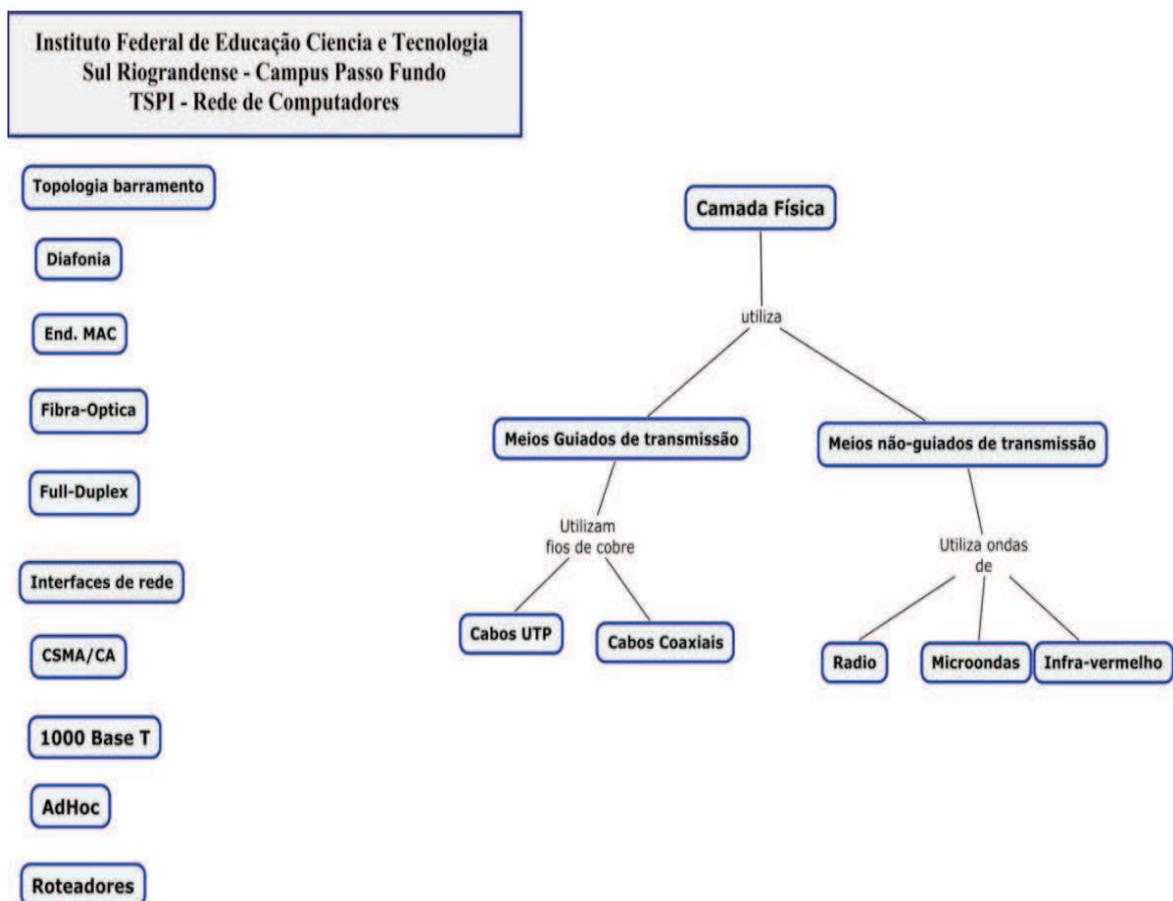


Figura 5 - Estacionamento de conceitos

Fonte: o autor (2011)

Conforme Novak e Cañas (2008), em razão da complexidade de alguns assuntos, o professor pode fazer uso de um recurso chamado *skeleton expert*. Trata-se de um mapa previamente elaborado por um especialista, o que permite a construção de conhecimentos sobre uma base sólida. Segundo os autores, o especialista saberá selecionar com maior precisão os principais conceitos sobre determinado tema assim como suas relações. A partir do esqueleto, os alunos passam a adicionar conceitos, estabelecer ligações, incluir recursos multimídia, entre outros.

Para os autores, essa estratégia reduz a possibilidade de equívocos ou ideias conflituosas. A Figura 6 mostra um mapa conceitual inicial (*skeleton expert*), que pode ser utilizado para expandir o conhecimento acerca do conceito de *ethernet*.

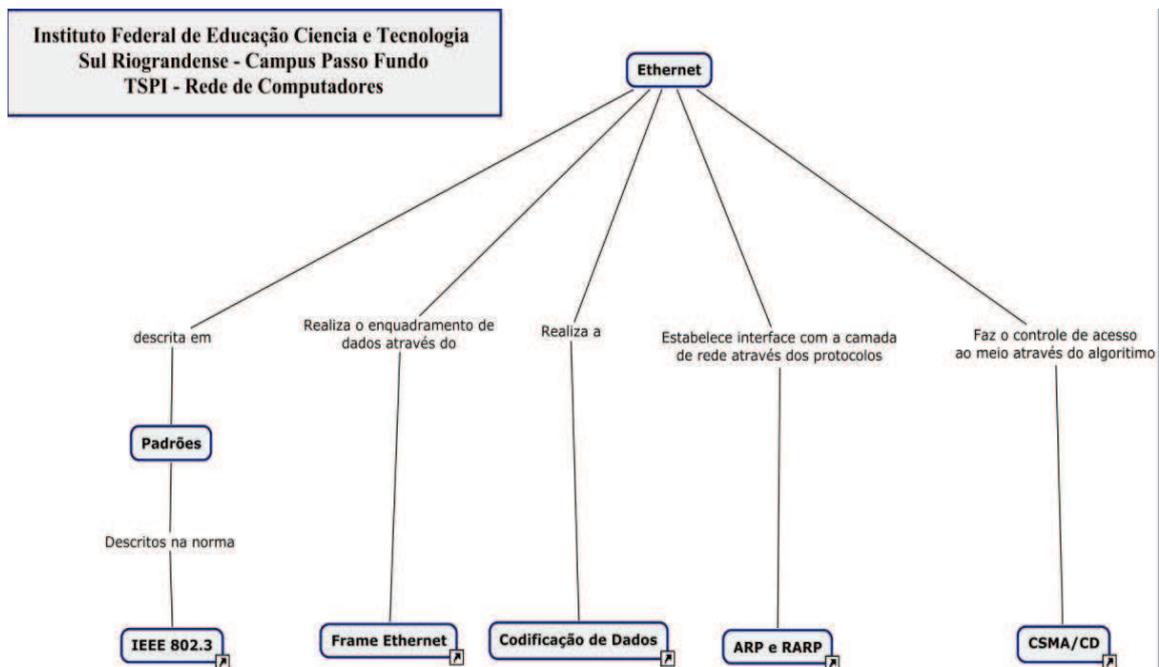


Figura 6 - Skeleton Expert

Fonte: o autor (2011)

A elaboração de mapas conceituais é um processo em contínuo que reflete a evolução do aprendizado do discente. É possível ter várias versões de mapas sobre um mesmo tema e o uso de um software específico pode trazer auxílio nesse processo permitindo que o aluno reelabore os seus mapas sempre que necessário. O Cmap-Tools é um exemplo de software criado para esse fim e cujos recursos serão apresentados em detalhes a seguir.

3.4.3. CmapTools

O CMap Tools é uma ferramenta desenvolvida pelo Institute for Human & Machine Cognition (IHMC) com o objetivo de apoiar a elaboração de mapas conceituais. Este software permite desde a criação de mapas conceituais pequenos até a elaboração de domínios de mapas inter-relacionados, conhecidos como modelos de conhecimento (*knowledge models*).

O CMap foi concebido tanto para auxiliar a construção individual de mapas conceituais quanto para a sua construção colaborativa por meio de recursos que permitem o compartilhamento de modelos de conhecimento. (CAÑAS, 2004).

Para estimular o compartilhamento de modelos de conhecimento o IHMC disponibiliza servidores nos quais mapas conceituais ou modelos de conhecimento podem ser publicados e compartilhados por vários usuários.

Ao iniciar a ferramenta, o usuário pode escolher se deseja criar um mapa localmente ou remotamente em algum desses servidores compartilhados. A Figura 7 representa o estágio de seleção do local de armazenamento.

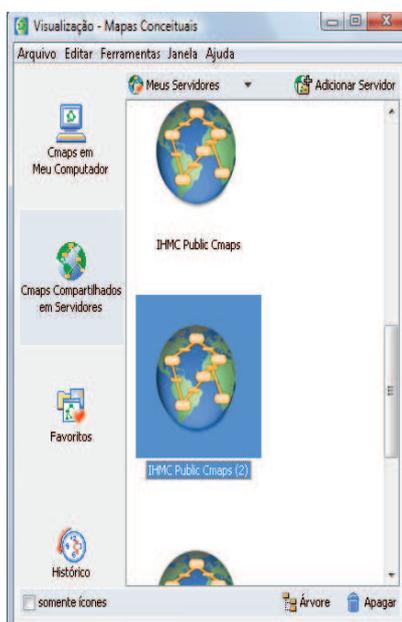


Figura 7 - Armazenamento de mapas conceituais

Fonte: primária

Após essa fase, o usuário deve criar uma pasta na qual armazenará os seus trabalhos e poderá inserir algumas informações que facilitarão a recuperação das informações, como descrição e palavras-chave. A qualquer momento se pode optar pela transformação desta pasta em modelos de conhecimento.

Figura 8 - Criação de pastas ou modelos de conhecimento

Fonte: o autor (2011)

A partir desse momento, o usuário está apto a criar os seus mapas conceituais por meio da interface do CMap-Tools. Para criar representações de conceitos deve-se clicar duas vezes na interface e será criado um retângulo que armazenará a descrição do mesmo. A ligação dos conceitos é realizada por meio de linhas conectivas que são ancoradas nessas representações. Nas linhas conectivas podem-se adicionar expressões que comporão, juntamente com os conceitos, proposições.

A cada conceito podem-se adicionar outras representações, como animações, textos ou atalhos para páginas na internet, o que constitui a possibilidade de adicionar várias representações semióticas aos conhecimentos representados. Entretanto, conforme Novak e Cañas (2008), a representação em si tem maior relevância do que os elementos a ele agregados.

Os mapas armazenados remotamente podem ser acessados por meio de um navegador web. Os mapas armazenados no servidor em formato XML e são automaticamente convertidos no formato HTML quando acessados através de um *browser*. Na Figura 9 é possível verificar um mapa conceitual acessado remotamente.

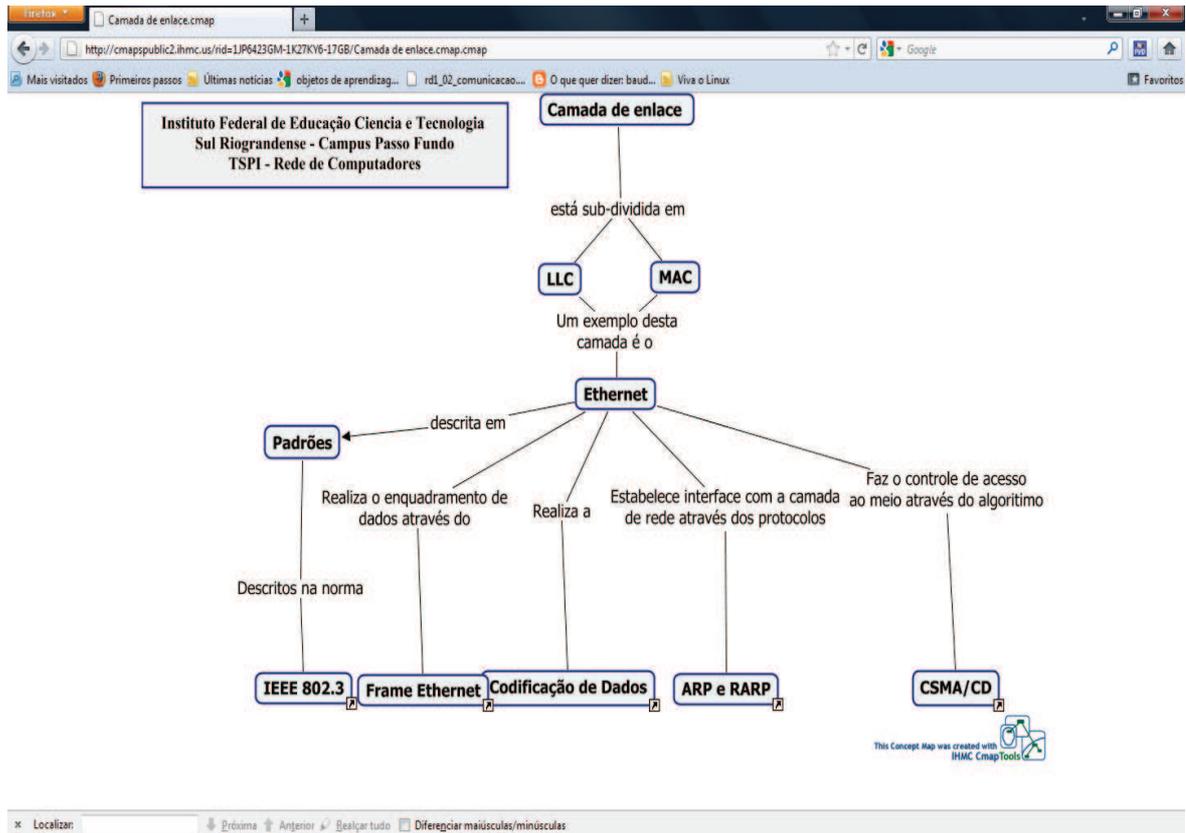


Figura 9 - Compartilhamento de mapas conceituais

Fonte: o autor (2011)

A ferramenta torna transparente para o usuário a operação em mapas remotos ou locais para os quais disponibiliza recursos, tais como:

- editoração, correção de texto e busca por links quebrados.
- registro do processo de construção de uma CMap para reprodução posterior.
- comparação de mapas conceituais também no intuito de avaliar o processo de elaboração de mapas.

- exportação dos mapas em diversos formatos de dados (JPEG, PDF, XML, etc.)
- realização de busca de informações em diversas bases de conhecimento.
- criar apresentações a partir de mapas conceituais em tela cheia.

O recurso de busca permite realizar a recuperação sintática de modelos de conhecimento armazenados em vários servidores com base nas palavras-chave ou nas expressões contidas em mapas conceituais. A Figura 10 apresenta um exemplo deste recurso:

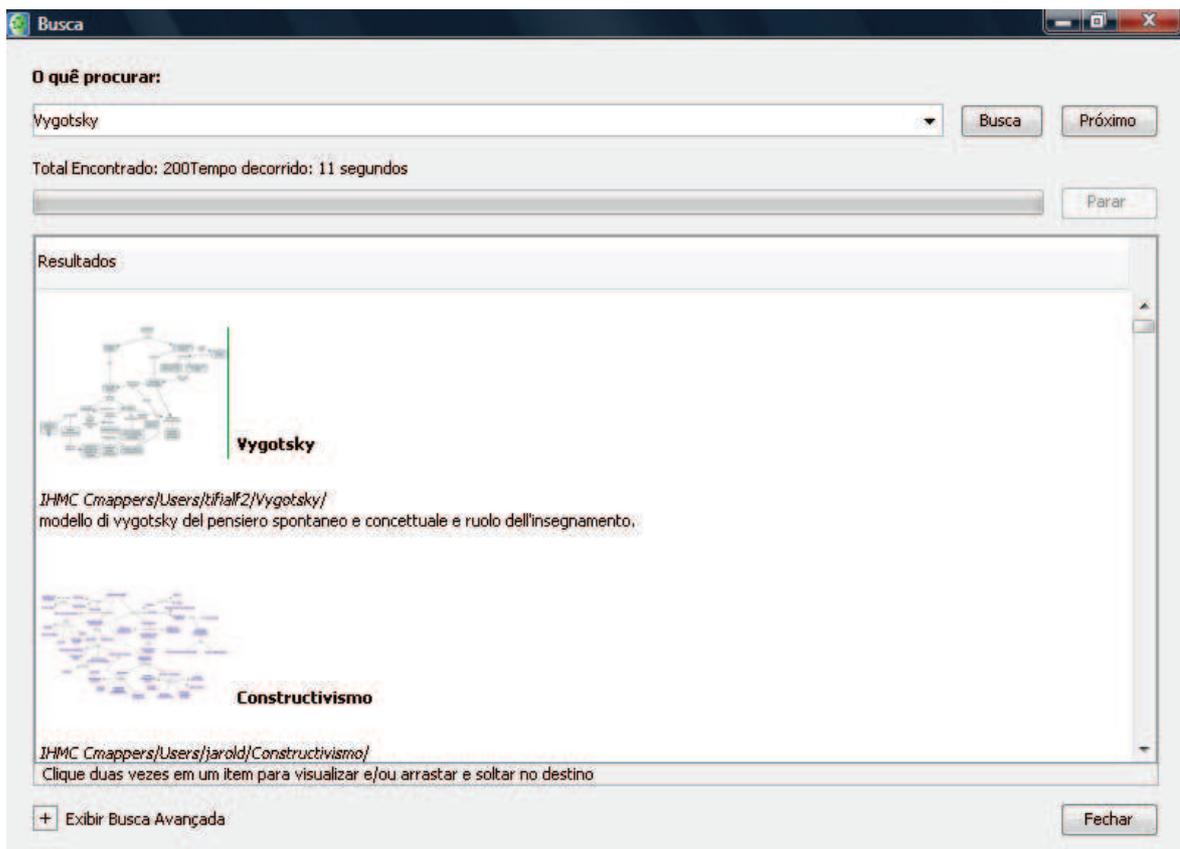


Figura 10 - Recurso de busca de modelos de conhecimento

Fonte: o autor (2011)

A ferramenta também permite que os mapas armazenados em servidores remotos sejam compartilhados por vários usuários para que trabalhem num mesmo mapa, trocando ideias e elaborando o mapa colaborativamente.

O uso de mapas conceituais vem sendo amplamente difundido na comunidade científica nas mais diferentes áreas de conhecimento. Canãs (2001) destaca a importância das produções colaborativas utilizando mapas conceituais. O autor faz menção ao recurso “Sopa

de conhecimento” (*knowledge soup*), que permite a construção de mapas a partir do confronto de proposições registradas nesse ambiente por alunos de uma mesma turma ou de diferentes instituições. Esse recurso permite criar um fio de discussão sobre um determinado tema a partir de um mapa conceitual inicial que é compartilhado para um grupo de pessoas. Essas podem contribuir para a elaboração do mapa propondo conceitos e proposições que vão sendo registradas em uma ambiente específico do Cmap-Tools e que, posteriormente, poderão serem adicionadas ao mesmo. Dessa forma, é possível criar um mapa conceitual em conjunto, permitindo que várias pessoas contribuam com a sua elaboração.

Briggs et al. (2004) destacam o uso de mapas conceituais no projeto CMEX Mars, num trabalho colaborativo do IHMC com a CMEX (*Center for Mars Exploration*) mantido pela NASA, destinado a documentar os resultados obtidos com a exploração do planeta Marte (Figura 11).

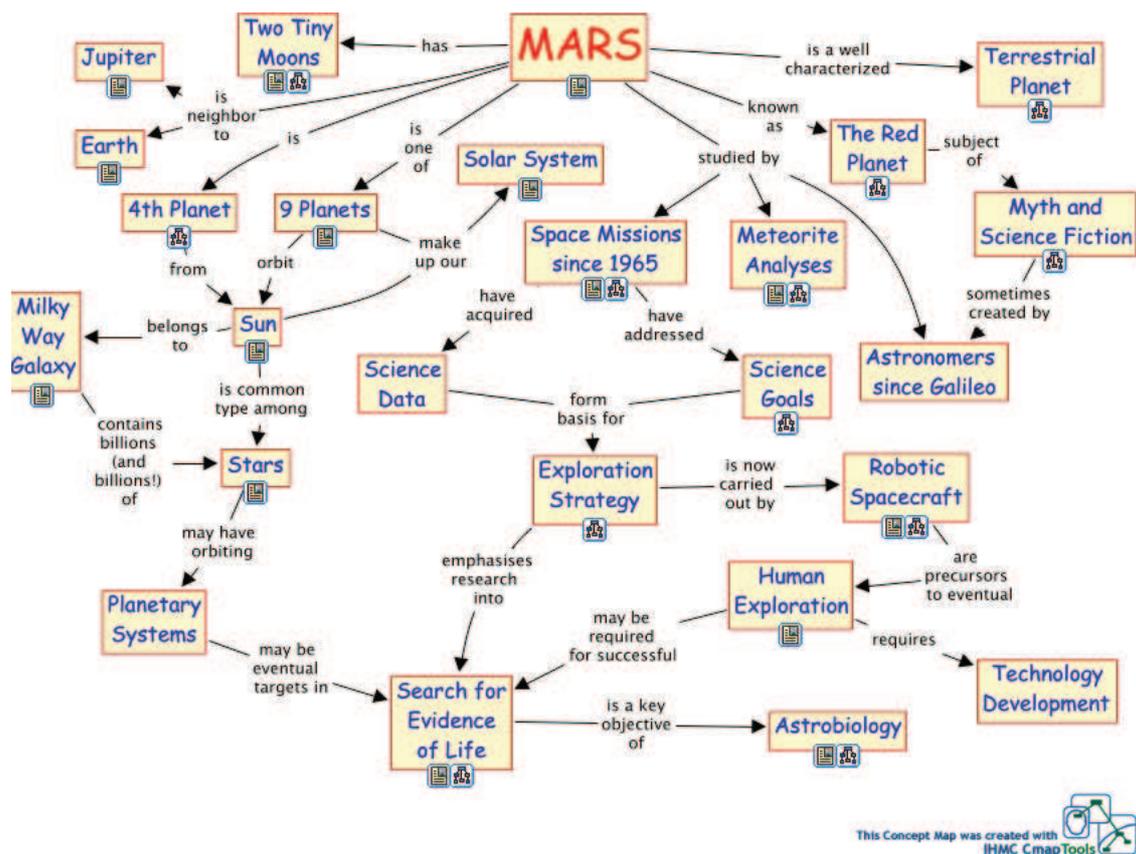


Figura 11 - Exemplo de mapa do projeto CMEX

Fonte: <http://cmex.ihmc.us/cmex/>

Na página inicial do projeto encontra-se um menu, que permite a escolha de um dos conteúdos a ser explorados por meio dos mapas conceituais. Em cada um dos mapas encontram-se representados os conceitos e suas respectivas relações sobre o tema selecionado. Em vários conceitos encontram-se links para páginas, artigos ou outros mapas que possuam mais informações sobre determinado assunto.

Na área da educação, destacam-se os trabalhos de Tavares (2005), Almeida e Moreira (2008) e Martins et al. (2009), que agregaram mapas conceituais ao ensino de Física. Medina (2004) apresenta os mapas conceituais como forma de avaliação de alunos no uso de um laboratório virtual de aprendizagem sobre redes de computadores.

Da Costa (2009) afirma que os mapas conceituais se mostram efetivos na recuperação de alunos de Língua Portuguesa. Conforme a autora, após o trabalho com esta tecnologia qualificou-se o processo de elaboração e interpretação de textos dos discentes. E mais, verificou-se que os alunos tornaram-se mais autônomos e criativos elaborando diferentes gêneros textuais.

Ferreira Silva et al. (2005) elaboraram um software educacional de apoio ao ensino de física organizando e formatando os conteúdos em um mapa conceitual. Segundo os autores, com essa estratégia é possível eliminar a organização e distribuição linear e unidimensional dos conteúdos, proporcionando uma visão global dos conceitos relacionados ao domínio de conhecimento e proporcionar o estabelecimento de relações que potencializam a aprendizagem significativa. Souza e Boruchovitch (2010) também contribuem com uma reflexão acerca do uso de mapas conceituais como ferramenta avaliativa e de autorregulação.

Com base nas potencialidades apontadas, considera-se que o uso de mapas conceituais contribuirá significativamente neste estudo. Da mesma forma, pela sua diversidade de recursos, o CmapTools apresenta-se como a ferramenta adequada para os objetivos desta pesquisa.

4. Mapas conceituais como estratégia de aprendizagem na disciplina Redes de Computadores

A transposição dos conhecimentos científicos para a sala de aula pode representar um significativo desafio para os atores desse processo. Nesse contexto, os conceitos trabalhados na disciplina Rede de Computadores, cuja problemática foi discutida anteriormente, são pressuposto para a formação profissional do discente e desafio para o docente em viabilizar esse processo. Levando em consideração a experiência do pesquisador nesta área e na disciplina, buscou-se uma alternativa pedagógica para o ensino da mesma. Dessa forma, selecionou-se uma turma que teria a disciplina e propôs-se o uso de mapas conceituais como estratégia de avaliação do processo de ensino-aprendizagem. O relato a seguir compreende a descrição das diferentes etapas desta pesquisa e a avaliação dos resultados.

A primeira experiência com mapas conceituais ocorreu na turma de RC no primeiro semestre de 2010, quando foi solicitado um trabalho a partir dos conteúdos abordados na disciplina. Esses foram organizados segundo a abordagem *top-down* proposta por Kurose e Ross (2006, p.16), na qual o conteúdo é organizado em módulos que correspondem às camadas do modelo TCP/IP, ou seja, camadas de Aplicação, Transporte, Internet (Rede), Enlace e Física. À medida que o conteúdo é desenvolvido, promove-se o entrelaçamento dos conceitos tratados nos módulos estabelecendo uma visão integrada do funcionamento da arquitetura de rede. Os três primeiros módulos foram trabalhados na primeira etapa da disciplina e os dois últimos, na etapa final.

A proposta inicial foi a elaboração em pequenos grupos de mapas sobre os três primeiros conteúdos da disciplina (Camada de Aplicação, Transporte e Internet do modelo TCP/IP), cabendo a cada grupo um conteúdo específico que seria apresentado ao grande grupo posteriormente. O trabalho antecedeu uma das avaliações da disciplina e serviu como espaço para a discussão consistente dos conteúdos nela abordados.

A apresentação dos grupos demonstrou o interesse dos alunos na elaboração do trabalho, aprofundando os conceitos vistos na disciplina. Durante a apresentação, os grupos apresentaram mapas conceituais coerentes, descrevendo o conteúdo e em várias oportunidades fazendo uso de recursos de multimídia para qualificar a sua apresentação. Os mapas elaborados pelos discentes foram disponibilizados no site do professor para que todos os alunos pudessem consultá-los.

Com relação a este trabalho, a turma avaliou-o positivamente dizendo que proporcionara maior clareza da matéria estudada, possibilitando o estabelecimento de relações entre os conteúdos vistos. Ao final do semestre foi elaborado um questionário pelo qual os alunos deveriam avaliar a disciplina e as estratégias de aprendizagem utilizadas. No instrumento, o uso de mapas conceituais obteve a aprovação de 90% dos alunos da turma. Especificamente sobre essa estratégia um dos alunos da turma afirmou: “Os mapas conceituais apresentados em aula foram de bastante ajuda na compreensão da matéria, representações físicas de como a rede se comporta são úteis e proveitosas”.

A aceitação dessa proposta motivou ao aprofundamento do uso dessa estratégia cujos resultados se descrevem na presente pesquisa. Uma nova experiência foi realizada com a turma do segundo semestre de 2010 e, como na turma anterior, adotou-se com relação aos conteúdos da disciplina a abordagem *top-down* e adequou-se a ela o trabalho com mapas conceituais. Após a apresentação do novo conteúdo pelo professor, os alunos elaboraram e encaminharam ao professor um mapa conceitual individual que refletia o seu entendimento sobre o tema, o qual serviu para avaliar o processo individual de cada aluno na construção do conhecimento.

Ao final da primeira etapa, foi solicitado aos alunos um trabalho em grupo sobre os conteúdos Camada de Aplicação, Transporte e Internet do modelo TCP/IP. Divididos em três grupos, cada qual responsável por um deles, os alunos construíram em conjunto um novo mapa conceitual, que deveria refletir o seu entendimento sobre o assunto. Objetivava-se, dessa forma, o cotejo entre as produções individuais e a do grupo. Após a apresentação, os trabalhos seriam disponibilizados pelo professor para acesso aos demais colegas num dos servidores de mapas públicos do IHMC. Esta prática foi fundamentada numa perspectiva vigotskiana, fundamentada na interação como pressuposto da construção do conhecimento, que será posteriormente partilhado pelo grupo.

Na segunda etapa da pesquisa e da disciplina deu-se continuidade à abordagem *top-down* solicitando-se trabalhos com mapas conceituais sobre os conteúdos “camada de enlace” e “camada física: meios de transmissão de dados”. Para a sua realização utilizaram-se duas estratégias diferentes. Na primeira, sobre o tema “camada de enlace”, o professor elaborou, inicialmente, um mapa pontuando os principais conceitos sobre o assunto e o disponibilizou num dos servidores de mapas públicos. Os alunos, divididos em grupos, deveriam elaborar um mapa conceitual sobre um dos tópicos indicados no mapa referência elaborado pelo professor. Cada grupo teria a tarefa de ligar as suas produções individuais a esse mapa, compondo uma construção coletiva do grupo de alunos.

No trabalho sobre o tema “camada física: meios de transmissão de dados” utilizou-se outra estratégia. O professor novamente elaborou um mapa, que também foi disponibilizado na internet, sobre o conteúdo, utilizando a estratégia chamada “estacionamento de conceitos”. Nesse mapa, criou-se um núcleo com os principais conceitos sobre o tema e a sugestão de diversos outros conceitos que poderiam ser corretamente alocados no mapa. Esse conjunto de elementos serviria como referência para o mapa elaborado pelos discentes.

Ao final do semestre, dois trabalhos foram solicitados aos alunos: um trabalho em grupo sobre assuntos complementares à disciplina e um questionário que deveria ser respondido na forma de mapas conceituais. No primeiro, os alunos deveriam pesquisar um tema não apresentado pelo professor e organizá-lo sob a forma de mapas conceituais, e relacionando-o aos conteúdos vistos na disciplina. No segundo trabalho, solicitou-se aos alunos que respondessem a um questionário utilizando mapas conceituais. As perguntas elaboradas demandavam dos alunos o estabelecimento de relações entre diversos conteúdos trabalhados durante a disciplina. Para responder a essas questões, os alunos deveriam “percorrer” os seus esquemas em busca do estabelecimento de relações entre conceitos presentes nos diversos mapas elaborados.

Como encerramento desse processo, foi solicitada aos alunos a elaboração de um modelo de conhecimento, um conjunto de mapas conceituais inter-relacionados, sobre os conteúdos da disciplina, levando em consideração os trabalhos realizados, individuais ou em grupo, e as experiências adquiridas pelo discente.

Após a apresentação dos trabalhos em grupo nas respectivas etapas, solicitou-se aos alunos uma avaliação na qual deveriam, individualmente e sem consulta ao material de apoio, elaborar mapas conceituais sobre o conteúdo trabalhado pelo seu grupo. A elaboração dos mapas conceituais individuais e em grupo foi auxiliada pela ferramenta de autoria CMap-Tools, ao passo que os mapas elaborados nesta avaliação foram criados manualmente.

Coube ao professor o papel de articulador das discussões, de organizador das tarefas e responsável pela sistematização da proposta, no intuito de que todos se mantivessem ativos e participativos no processo de interação de conhecimento, sem interferir diretamente, no processo de elaboração dos mapas. A partir da análise dos trabalhos dos alunos foi possível avaliar o processo individual de cada um, assim como identificar eventuais dificuldades. Com base nesses resultados o professor pode intervir com esclarecimentos ou com a adoção de novas estratégias de aprendizagem que permitissem elucidar o conteúdo. As apresentações dos trabalhos foram acompanhadas de discussões sobre os temas com o grande grupo proporcionando um espaço de construção colaborativa do conhecimento que foi conduzida

pelo docente que, sempre que necessário, contribuía para esclarecer dúvidas e instigar discussões que permitiram construir uma percepção mais abrangente sobre os assuntos tratados nesse processo.

Essa sistemática permitiu a reflexão dos discentes sobre o conteúdo discutidos em sala de aula e que se posteriormente refletiram na reelaboração de seus mapas conceituais. Para o professor esse processo permitiu a análise sobre a própria prática na condução da disciplina.

Os mapas, segundo a opinião geral dos alunos, foram avaliados como uma estratégia de aprendizagem importante, razão por que eles se mostraram receptivos à proposta, verbalizaram por diversas vezes se referindo aos mapas como “uma ajuda na compreensão dos conteúdos”. As atividades propostas pelo professor foram tratadas como atividades inerentes à disciplina, sem haver qualquer menção à pesquisa que estava sendo realizada.

Os critérios utilizados na avaliação dos trabalhos realizados pelos alunos foram embasados nos aportes teóricos de Vygotsky, Ausubel, Novak, Johnson-Laird e Levy. Na sequência serão apresentadas as análises dos trabalhos realizados pelos discentes de acordo com a proposta metodológica sistemática apresentada anteriormente.

4.1. Análise do trabalho com mapas conceituais

As primeiras considerações apresentadas foram relativas aos trabalhos realizados em grupo e suas repercussões nos trabalhos individuais. Diante da solicitação de um trabalho em grupo sobre os conteúdos da disciplina, os alunos deveriam cotejar as suas considerações individuais e elaborar uma apresentação para toda a turma. Na sequência foi solicitado aos alunos que, individualmente, elaborassem mapas conceituais sobre o mesmo conteúdo sem o acesso ao material de apoio, nem aos trabalhos anteriores. Na segunda etapa, outra solicitação pelo professor consistia em um trabalho em grupo sobre conteúdos complementares da disciplina, utilizando a mesma metodologia do trabalho anterior.

O primeiro grupo analisado, composto por três alunos, identificados como A1, A2 e A3, realizou o trabalho sobre o tema: “camadas de aplicação da arquitetura TCP/IP” (Figura 12). Dos três alunos, apenas o aluno A1 não possuía conhecimentos prévios sobre o conteúdo da disciplina; o aluno A2 era proveniente de um curso técnico em informática e o aluno A3 afirmava ter adquirido conhecimentos na área em suas atividades não formais de estudo.

“Cliente-Servidor”, “P2P” e “Híbrida”, representados no mapa. Segundo Novak e Cañas (2008), as ligações cruzadas são fundamentais para demonstrar o entendimento do aluno sobre as relações e domínios apresentados no mapa. Ao realizar essas relações, o aluno capacita-se a realizar generalizações e sínteses progressivamente mais qualificadas. Para os autores, o estabelecimento de relações cruzadas pode representar saltos criativos por parte do produtor do conhecimento.

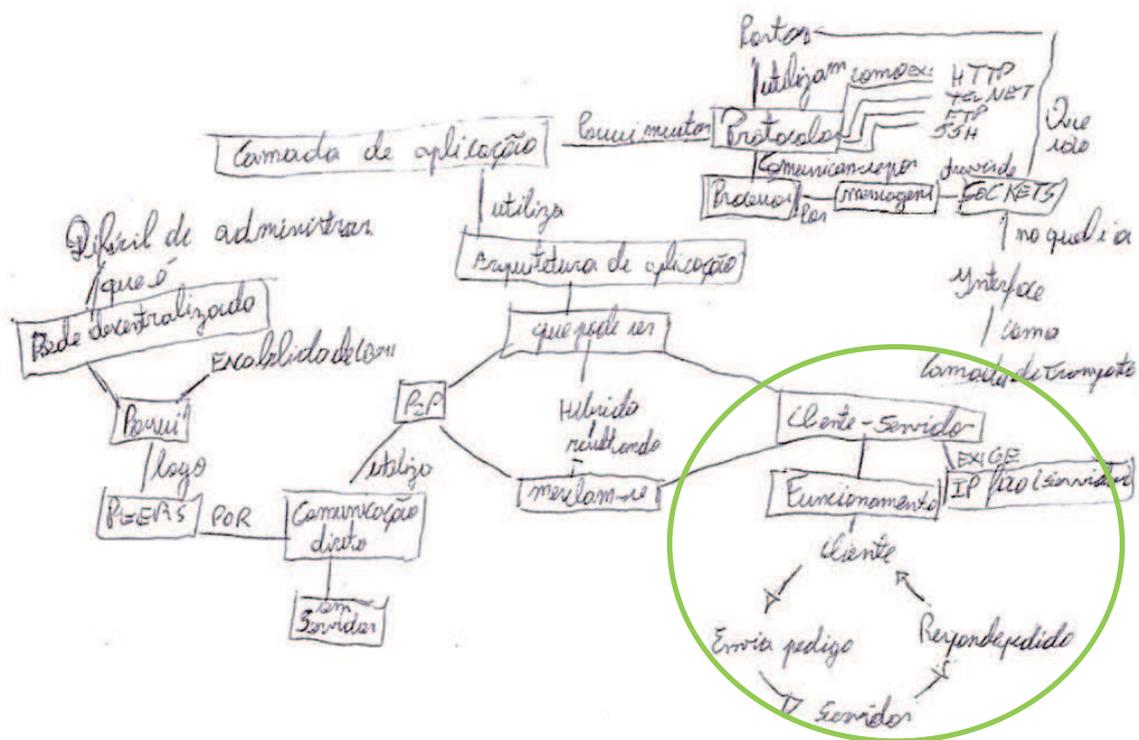


Figura 13 - Mapa elaborado manualmente pelo aluno A3

Percebeu-se que o aluno além de apresentar a relação proposicional entre conceitos, evidenciava também as relações procedimentais entre os mesmos, demonstrando dessa forma indícios do modelo mental elaborado por ele acerca do tema. Segundo Amoretti (2001), as ciências cognitivas distinguem conhecimentos declarativos e procedimentais. Os primeiros representam o esquema elaborado sobre objetos, eventos e ideias e os conhecimentos procedimentais como agir sobre os mesmos. Conforme a autora os mapas conceituais permitem representar ambas as formas de conhecimento.

Observa-se, em destaque, na Figura 13 a relação processual que o aluno estabelece entre os conceitos “Cliente” e “Servidor” e a forma como ele a insere na estrutura conceitual

hierárquica elaborada. Inicialmente, o aluno realiza a organização hierárquica dos conceitos relativos a “Arquiteturas de aplicação”, que são diferenciadas como “P2P”, “Híbrida” e “Cliente-Servidor”, e abaixo dessa última o conceito “Funcionamento” onde a seguir encontra-se a descrição da a relação existente entre os conceitos de “Cliente” e “Servidor”. O discente poderia, por exemplo, ter optado por criar mais um nível de diferenciação e inserir os referidos conceitos e estabelecer uma proposição de ligação entre ambos. Entretanto, opta por demonstrar o processo cíclico de interação entre um “Cliente” e um “Servidor” o que permite estabelecer indícios do modelo mental elaborado acerca dos mesmos.

Na mesma atividade, os alunos A1 e A2 descreveram textualmente o conteúdo solicitado utilizando os mesmos conceitos representados em seus mapas. Entretanto, o aluno A3 representou e estabeleceu relações entre conceitos no mapa que não estão presentes em sua descrição textual.

No segundo trabalho em grupo, os alunos apresentaram uma pesquisa sobre o tema: “Serviço de rede: LTSP” (Figura 14). Durante a apresentação do trabalho, os alunos, mais uma vez, demonstraram segurança ao explanar sobre o tema utilizando solicitado.

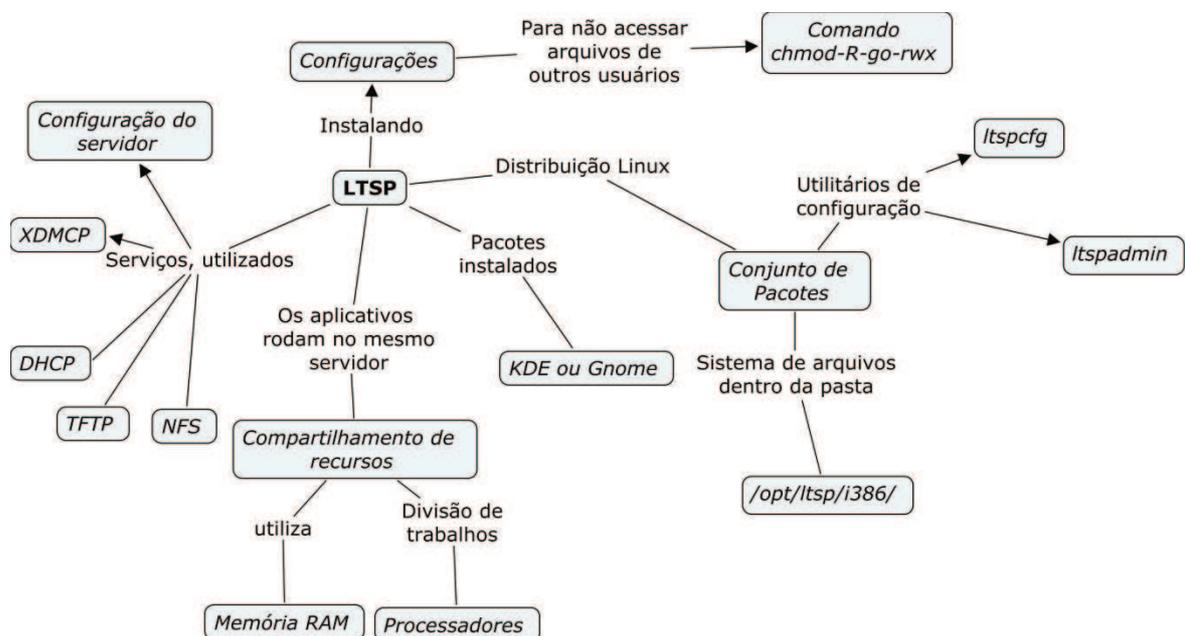


Figura 14 - Trabalho LTSP - Grupo A

Entretanto, ao serem solicitados a elaborar um mapa conceitual individualmente sobre o tema apresentado pelo grupo e sem consulta ao material de apoio, observou-se que os três elaboraram trabalhos que remetem ao trabalho apresentado em grupo. Se na proposta anterior

se evidenciou que as relações das construções individuais foram marcantes, nesta atividade a interação entre os pares mostrou-se mais efetiva, refletindo-se nas elaborações individuais posteriores. A representação do mapa, neste caso, foi enriquecida por uma descrição textual do tema solicitado.

Os progressos do aluno A1 evidenciaram-se nos trabalhos da segunda etapa, quando se observa a elaboração de mapas, visto que os conceitos apresentam-se mais bem diferenciados e há ausência de relações conflituosas. Comparando-se esses mapas com seus trabalhos anteriores, observa-se uma melhor qualidade na sua produção.

Individualmente, também se destacam os mapas elaborados pelo aluno A2, que explorou as características hipertextuais dos mapas conceituais. O uso destes recursos é uma manifestação cultural que reflete as formas sociais de produção do conhecimento no contexto atual, que é fortemente potencializado pelo uso das tecnologias intelectuais. (Levy, 1993, p. 154).

Na visão de Levy (1999, p. 145-146), os recursos da world wide web estabelecem novos parâmetros para o processo de produção de conhecimento. O autor revela o seu entusiasmo ao descrever seu contato com essa tecnologia por meio de resumo de duas páginas entregue por um de seus alunos:

Descubro, então, que as duas páginas de resumo a que eu havia recorrido no papel eram a projeção impressa de páginas da Web. Em vez de um texto localizado, fixado num suporte de celulose, no lugar de um pequeno território com um autor proprietário, um começo, um fim, margens formando fronteiras, eu me via diante de um documento dinâmico, aberto, onipresente, que me remetia para um corpus praticamente infinito. O mesmo texto mudara de natureza. Fala-se em «página» em ambos os casos, mas a primeira página é um pagus, um campo delimitado, apropriado, semeado de sinais arraigados, a outra é uma unidade de fluxos, sujeita às obrigações do caudal nas redes. Mesmo referindo-se a artigos ou livros, a primeira página está fisicamente fechada. A segunda, ao contrário, conecta-nos técnica e imediatamente a páginas de outros documentos, espalhadas por todo o planeta, que por sua vez nos remetem indefinidamente a outras páginas, a outras gotas do mesmo oceano mundial de sinais flutuantes. (LEVY, 1999, p. 159)

Nesse contexto, acredita-se que os mapas conceituais possam contribuir para enriquecer o processo de construção do conhecimento ao permitir, por meio da ferramenta de autoria Cmap-tools, agregar o uso das tecnologias da inteligência. Conforme Berners-Lee (apud CAÑAS et al., 2004): “Há muitas partes do sonho original que ainda não estão implementadas. Por exemplo, muito poucas pessoas têm uma ferramenta fácil e intuitiva para colocar seus pensamentos em hipertexto”.

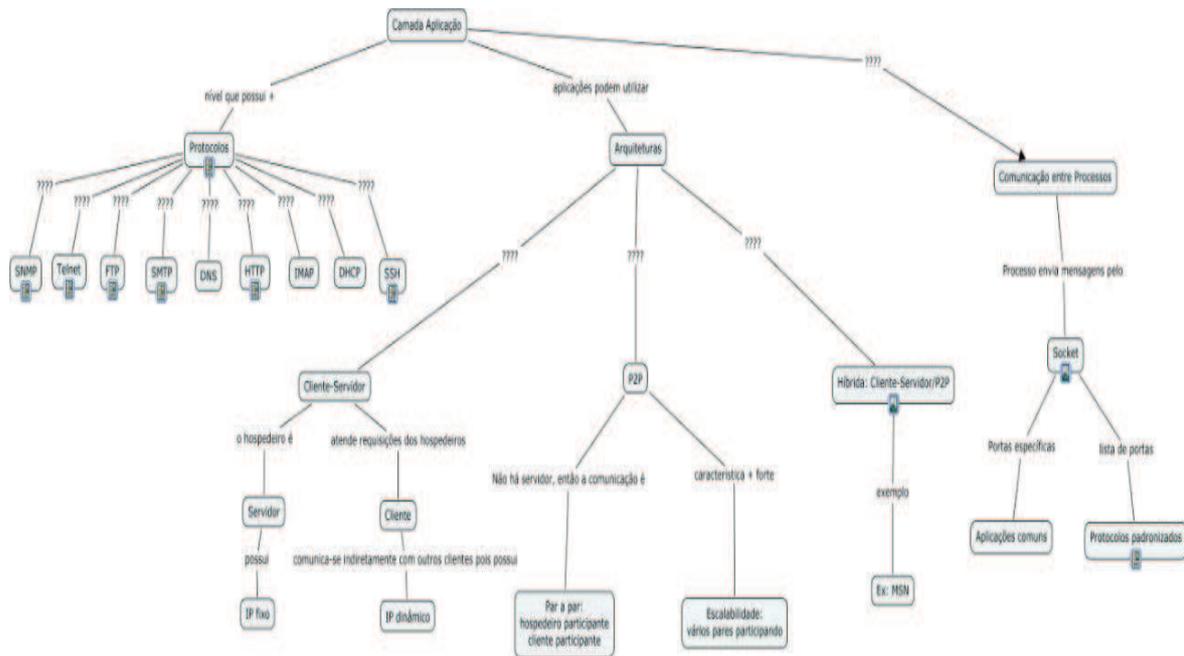


Figura 15 - Mapa individual - Aluno A2

No mapa elaborado pelo aluno (Figura 15) encontram-se associados aos conceitos links para artigos em formato PDF, disponibilizados na web, que descrevem o funcionamento de protocolos. Também se observa o uso de imagens que descrevem o funcionamento de elementos da camada de aplicação. O aluno estabelece, dessa forma, o uso adequado destas tecnologias qualificando a sua representação. CAÑAS et al. (2004) afirmam que na internet as pessoas estão mais interessadas em buscar informações do que na sua criação, ou seja, há mais alunos consumidores do que construtores de informação.

Nesse contexto, na medida em que os mapas conceituais permitem a elaboração e o compartilhamento de modelos de conhecimento, acredita-se ser possível por meio desta tecnologia estabelecer uma alternativa que permita um melhor uso do potencial das tecnologias da informação para além do consumo de informações.

Sobre os trabalhos com mapas conceituais, os três alunos afirmaram que contribuiu para explicar e aprofundar os conceitos estudados. Para os alunos A1 e A3 o mapa permitiu a integração dos conceitos e a organização do trabalho em grupo. O aluno A1 também ressalta a importância dos trabalhos em grupo como fator determinante para a compreensão dos conceitos da disciplina. Para o aluno A2 esta contribuição foi “parcial”, assinalando a

disparidade nas contribuições dos componentes do grupo, entretanto afirma: “Acredito que tenham sido os melhores trabalhos em grupo elaborados pela turma”.

O segundo grupo analisado também é composto três alunos, identificados como B1,B2 e B3, que elaboraram em conjunto o trabalho sobre o tema: “camada de transporte do modelo TCP/IP”, apresentado na Figura 16. No trabalho em grupo, os alunos demonstraram a coerente diferenciação entre conceitos que fundamentam o tema proposto e segurança no conteúdo durante a apresentação. As suas experiências diárias fundamentaram as apresentações e serviram como referência para introduzir os conceitos que envolviam o trabalho apresentado.

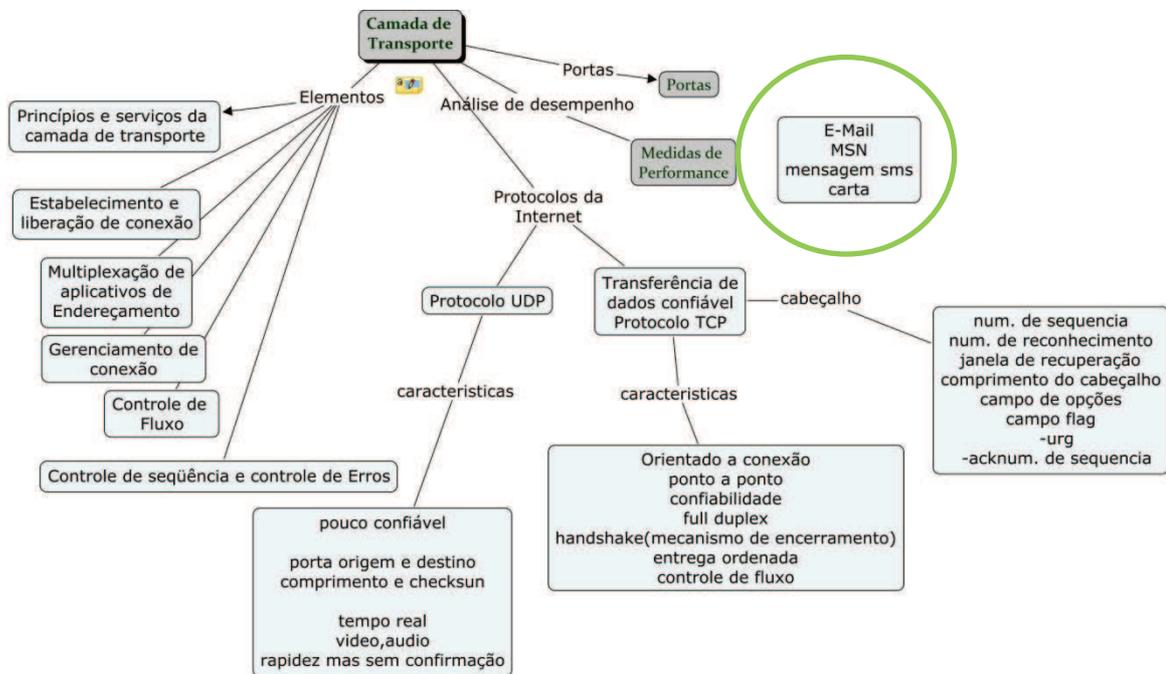


Figura 16 – Trabalho camada de transporte - Grupo B

Seguindo a proposta da pesquisa, solicitou-se aos alunos do grupo que elaborassem um mapa conceitual sobre o mesmo assunto. Nos mapas individuais produzidos estavam presentes um núcleo comum, coerente, que explicitava as ideias convergentes do grupo sobre o conteúdo. Diante dessa observação, o aluno B2 explicou que para a realização do trabalho, os componentes do grupo haviam trocado seus trabalhos individuais, desenvolvidos antes

dessa atividade, o que permitiu a construção coletiva do trabalho permitindo que todos os componentes do grupo tivessem uma compreensão abrangente sobre o tema.

Dessa forma, os alunos utilizaram modelos de conhecimento individuais como um instrumento mediador na realização do trabalho em grupo. Estabeleceu-se, assim, mais do que a troca de ideias em busca de um consenso e, sim, a comparação de modelos conceituais de conhecimento (MOREIRA, 1997b).

O mesmo grupo realizou o segundo trabalho sobre o tema “Redes móveis”. Na apresentação, cada elemento do grupo ficou responsável por uma parte do conteúdo. Os alunos demonstraram domínio sobre sua parcela na apresentação e relacionaram as experiências cotidianas para introduzir o conteúdo pesquisado. A apresentação do grupo demonstrou uma sequência lógica que permitiu a compreensão dos módulos, cabendo ao aluno B1 a tarefa de realizar as conexões dos conteúdos como um todo.

Como ocorrera no primeiro trabalho, solicitou-se aos alunos a organização individual de um mapa sobre o tema apresentado. O aluno B1 conseguiu conceber o mapa conceitual mais abrangente, estabelecendo uma visão global sobre o conteúdo apresentado. Os alunos B2 e B3 descreveram nos seus mapas, exclusivamente, o módulo sobre o qual haviam realizado a apresentação.

Dos três componentes do grupo, apenas o aluno B3 afirmou ter conhecimentos prévios sobre rede de computadores. Na sua avaliação, o trabalho com mapas conceituais contribuiu parcialmente para estabelecer uma visão integrada da arquitetura de rede. Segundo sua afirmação, o trabalho em grupo foi o aspecto que mais teria contribuído para a sua aprendizagem, pois proporcionou um espaço profícuo para a verbalização, troca de ideias e organização do conhecimento.

Os alunos identificados como B1 e B2, que não possuíam conhecimentos prévios sobre o assunto, afirmaram que o trabalho com mapas conceituais lhes permitira estabelecer uma compreensão clara dos conceitos e, associado aos trabalhos em grupo, foi um dos fatores que mais contribuíram para o aprendizado. Na opinião do aluno B1, “o trabalho com mapas conceituais contribuiu para o relacionamento de redes de computadores ao nosso cotidiano”.

É interessante observar que tanto nos mapas individuais quanto no primeiro mapa produzido pelo aluno no grupo (Figura 16) há o estabelecimento de relações entre os conceitos científicos relativos à camada de transporte e os conhecimentos adquiridos a partir das experiências do dia a dia. Em termos vigotskianos, observa-se o uso de conceitos cotidianos para alavancar a elaboração dos conhecimentos científicos (VYGOTSKY, 1998, p. 134-135).

Ainda sobre tema, o aluno B1 afirma: “O trabalho (com mapas conceituais) foram a melhor parte, pois na impossibilidade da construção de slides e a utilização do CMaps, creio que realmente assimilei a disciplina”.

Os três componentes do grupo afirmaram que a elaboração dos mapas demanda maior empenho por parte do aluno, o que é importante na formulação de conceitos e relações entre esses. Na observação dos alunos, todos apresentaram progressos importantes no decorrer do trabalho.

O terceiro grupo analisado, composto pelos alunos C1, C2 e C3, elaborou o trabalho sobre o tema: “camada de internet do modelo TCP/IP” composto por três mapas sendo o principal exibido na Figura 17.

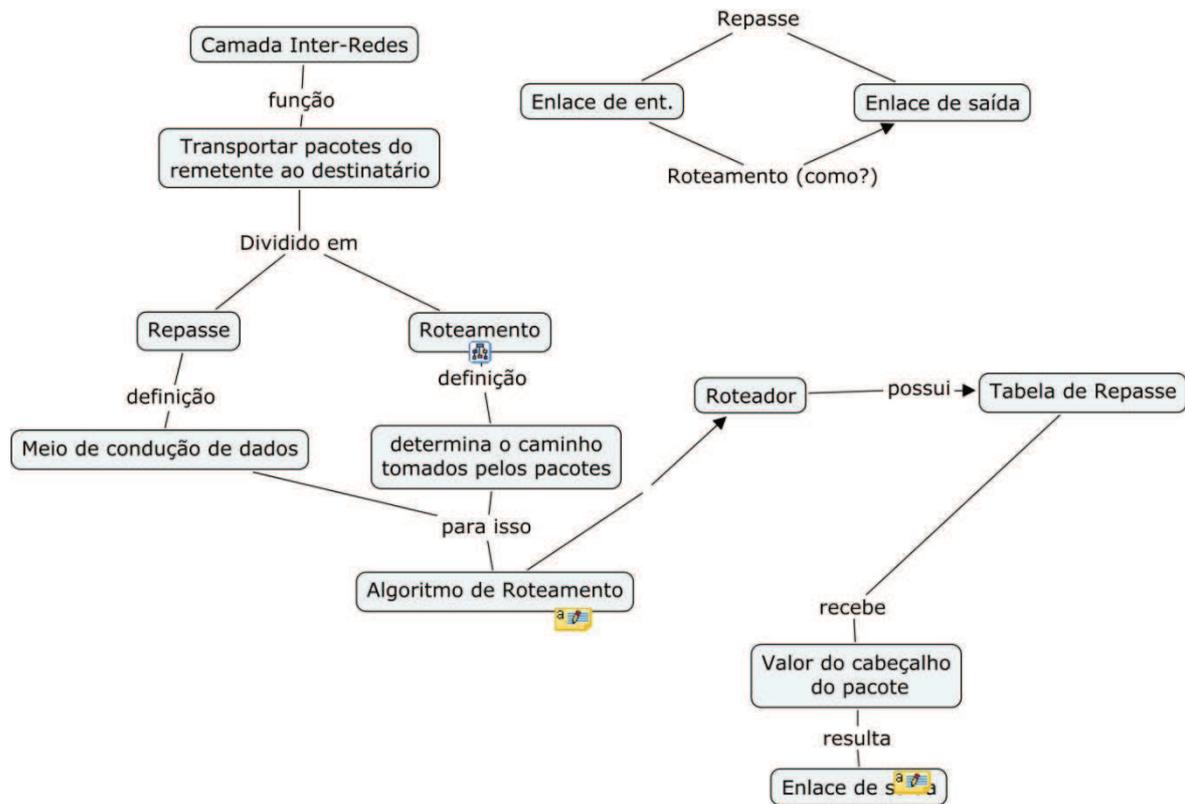


Figura 17 - Trabalho camada de internet - Grupo C

Na apresentação em grupo, os alunos estabeleceram, com coerência e clareza, os conceitos sobre o conteúdo. Os alunos C1 e C2 demonstraram maior segurança ao explicar as relações estabelecidas. Após a apresentação foi solicitada a elaboração dos mapas individuais. Os alunos C1 e C2 conceberam um mapa que remetia às suas elaborações individuais, porém

ampliando o seu trabalho com outros conceitos adquiridos na pesquisa em grupo, refletindo o aprofundamento de conceitos já exibidos nos mapas individuais elaborados por eles. O aluno C3, que não possuía conhecimentos prévios sobre redes de computadores, apresentou maiores dificuldades na elaboração dessa tarefa apresentando um mapa com poucas relações, das quais algumas eram conflituosas.

O próximo trabalho do grupo foi sobre o tema “IPV6” (Figura 18). Durante a apresentação repetiu-se a sistemática de utilizar três mapas conceituais e cada componente do grupo ficar responsável pela apresentação de um deles. Na apresentação deste trabalho, os três componentes contribuíram igualmente para a compreensão do assunto proposto, demonstrando maior entrosamento entre eles no que se refere ao tema solicitado. O desafio seguinte consistiu na elaboração individual de um mapa sobre o assunto sem consulta. Nesta tarefa todos conseguiram elaborar um trabalho que refletiu o entendimento do grupo sobre o assunto, sendo o do aluno C1 o mais completo.

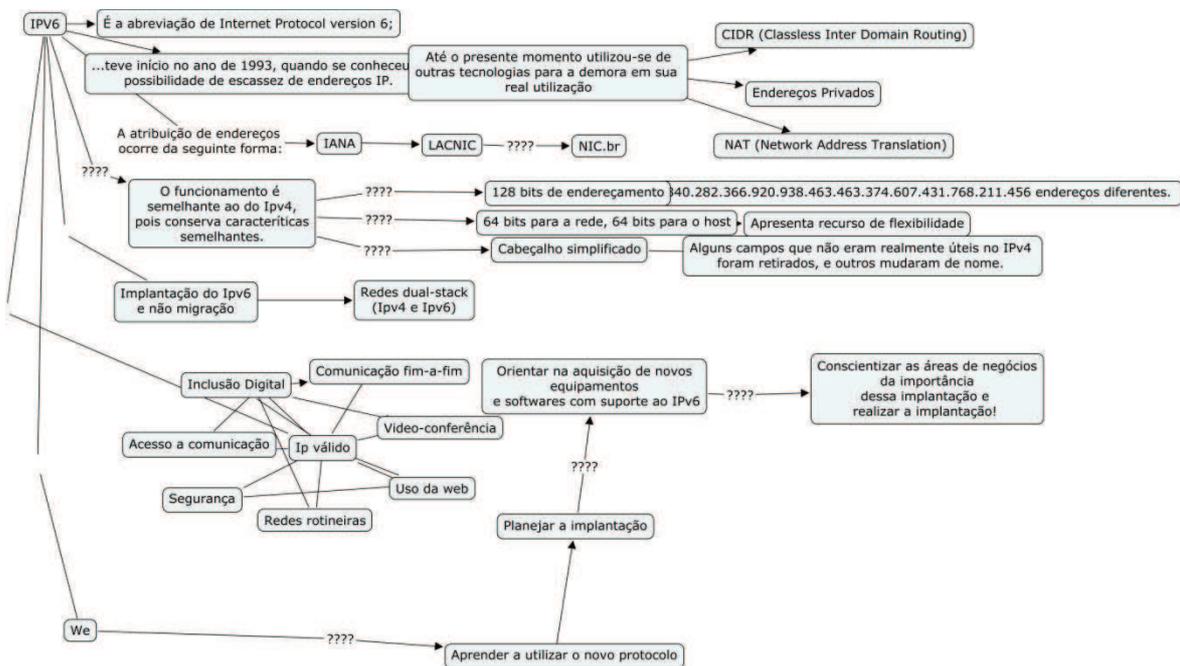


Figura 18 - IPV6

Sobre o trabalho com mapas conceituais o aluno C1 demonstra uma compreensão abrangente, sobre a qual afirmou: “uma nova forma de estudo para esta e outras disciplinas”. E mais, apontou os mapas conceituais como uma das atividades que mais teria contribuído

para o seu aprendizado nesta disciplina. Em sua opinião, as atividades individuais foram mais importantes do que as realizadas em grupo.

Na opinião dos alunos C1 e C3, o trabalho com mapas facilitou o trabalho em grupo, permitindo a integração dos conteúdos trabalhados. O aluno C3 afirmou: “Com esse trabalho o conteúdo ficou mais claro”. E ressaltou o trabalho em grupo como fator importante para a compreensão do conteúdo. Na mesma avaliação, o aluno C2 considerou a contribuição dos mapas como relativa. Entretanto, afirma que “com o trabalho detalhes que não damos o devido valor são analisados minuciosamente”.

A atividade seguinte solicitada à turma consistiu na elaboração coletiva de um mapa conceitual sobre o tema “camada de enlace do modelo TCP/IP”. Após a explanação sobre o conteúdo e divulgação de um mapa de referência elaborado pelo professor num dos servidores mapas do IHMC disponíveis na internet, foi realizada a divisão dos alunos da turma em pequenos grupos, mantendo-se os mesmos componentes dos trabalhos anteriores. Cada grupo ficou responsável por desenvolver um dos seguintes assuntos: “características da camada de enlace”, “protocolo ethernet”, “codificação de dados”, que estavam representados no mapa inicial. Os alunos elaboraram mapas conceituais que, concluídos, foram postados no servidor de mapas remoto e relacionado com o mapa elaborado pelo professor.

Após a conclusão dessa etapa da atividade, foi realizada a apresentação dos trabalhos em aula. Após a introdução pelo professor, abriu-se espaço para a exposição dos grupos, os quais realizaram apresentações coerentes e conseguiram estabelecer relações pertinentes entre os conceitos relacionados. O grupo manifestou-se positivamente com relação à construção coletiva do mapa, o que permitiu melhor entendimento sobre o assunto. Segundo Hernandez (2004, p 263) ao avaliar de estratégias de uso os mapas conceituais como instrumento de ensino e assinala que o uso de mapas conceituais como estratégia de ensino deve estar associada a estratégias de interação entre o discente e de um par mais capacitado ou o professor, pois permite uma troca mais qualificada de ideias.

O fato de o mapa estar disponível na internet facilitou e motivou o trabalho em grupo. As colaborações dos componentes dos grupos foram potencializadas pelo pronto acesso as informações disponibilizadas na rede, assim como possibilitou aos alunos maior autonomia na realização da tarefa.

Na sequência solicitou-se a elaboração de um mapa individual sem consulta sobre o mesmo assunto. Perceberam-se nos mapas elaborados a presença e o estabelecimento de relações entre conceitos presentes no conjunto dos trabalhos elaborados anteriormente, o que fornece indícios de que o trabalho coletivo auxiliou os alunos na elaboração de seus esquemas

individuais. Um exemplo disto é o trabalho do aluno A3 (Figura 19) que reflete no seu discurso e no mapa as relações estabelecidas, delineando a integração entre os conceitos.

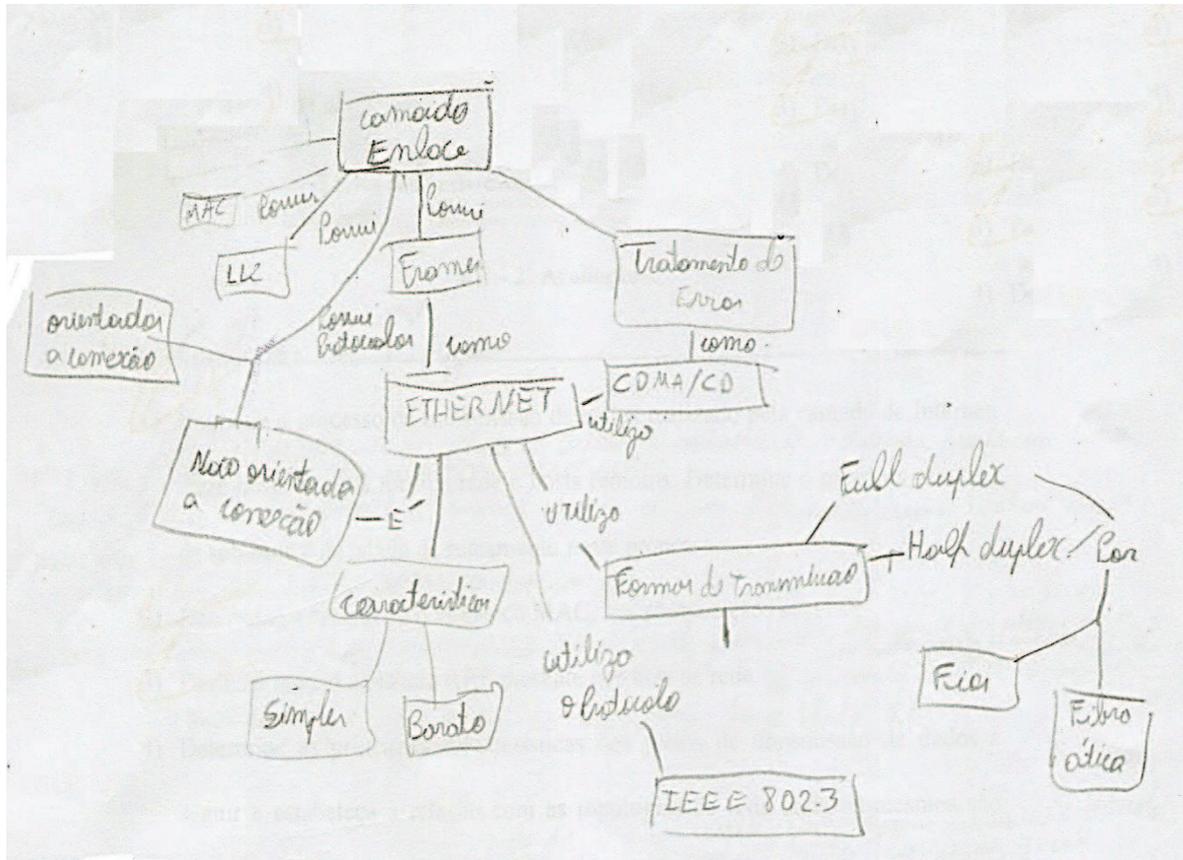


Figura 19 - Camada de enlace - Aluno A3

Na atividade seguinte os mapas solicitados, além de responder a questões sobre a disciplina (ANEXO 3), permitiram aos alunos a reflexão sobre suas elaborações anteriores, estabelecendo novas relações nas suas respostas. O resultado foi positivo e observaram-se bons trabalhos individuais, como o elaborado pelo aluno A3 (Figura 20), que respondeu por meio do seu mapa à questão “Como se articulam as camadas de aplicação, transporte, internet e enlace nos serviços de rede estudados em sala de aula?”

No mapa, o aluno selecionou conceitos trabalhados em diferentes momentos da disciplina estabelecendo a relação entre os mesmos. Nesse exemplo, o mesmo procurou estabelecer o processo de interação entre os protocolos das três primeiras camadas do modelo TCP/IP a partir do serviço de rede “VNC”, identificando a sua função e associando-o aos protocolos de transporte TCP e de endereçamento IP.

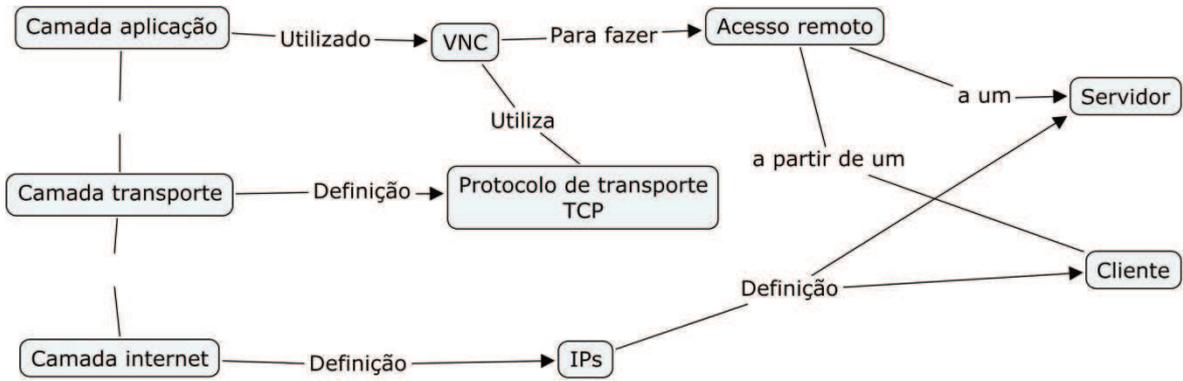


Figura 20 - Resposta a questionário - Aluno A3

Para responder à pergunta "Qual a função do protocolo ARP e do endereço MAC?", o aluno B1 elaborou o mapa representado na Figura 21. Observaram-se a seleção e a relação coerente entre conceitos utilizados pelo aluno ao responder à questão.

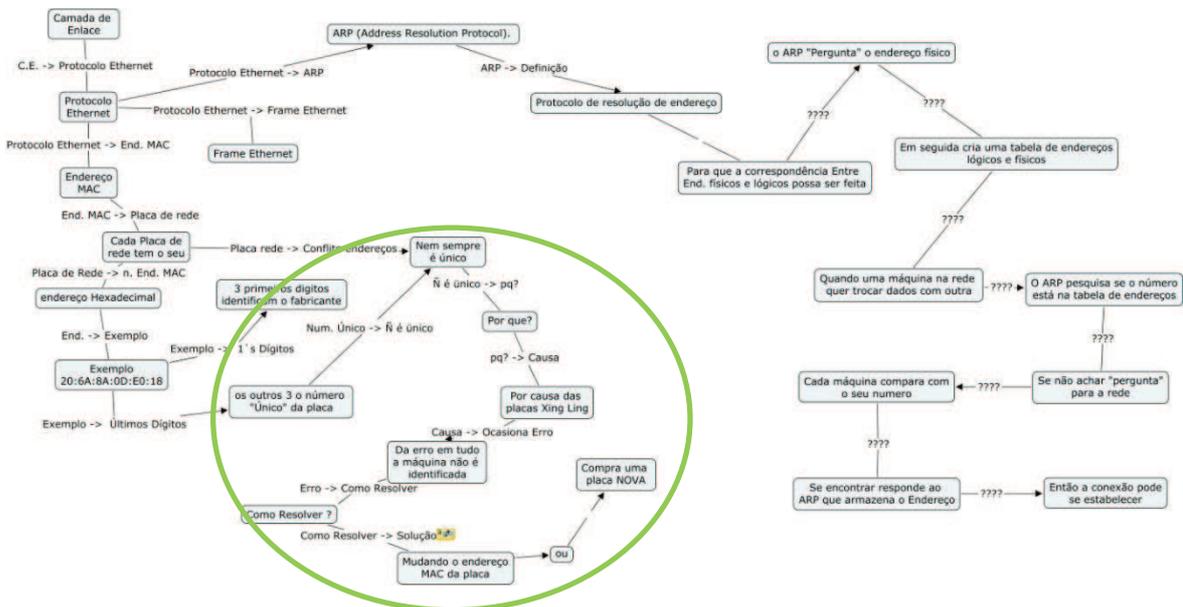


Figura 21 – Questionário – Aluno B1

Na construção do mapa, o aluno utilizou, para ratificar sua elaboração, exemplos do cotidiano, bem como estabeleceu relações processuais entre conceitos. Essa representação revela indícios do modelo elaborado pelo aluno para resolver a situação problema (MOREIRA, 1997b). Além de estabelecer a diferenciação dos conceitos científicos e mesclá-los com conceitos cotidianos, o discente coloca-se na situação problema descrevendo que

ações deverão ser tomadas ao se identificarem em uma rede de computadores duas placas de rede com o mesmo endereço MAC (em destaque na figura).

Sobre essa experiência, o aluno B1 afirmou: “Com certeza, foi um pouco mais trabalhoso, contudo após elaborar os questionários sinto-me mais preparado para uma possível utilização do conteúdo”.

O aluno C2 respondeu à questão “Como se estabelece o roteamento de pacotes?” (Figura 22). Para isso, elaborou um mapa demonstrando a relação processual entre os conceitos buscando descrever como o roteamento de pacotes ocorre. Foi possível distinguir a organização de conceitos na forma de fluxograma condicional (em destaque na figura), estabelecendo dois caminhos possíveis para esse processo.

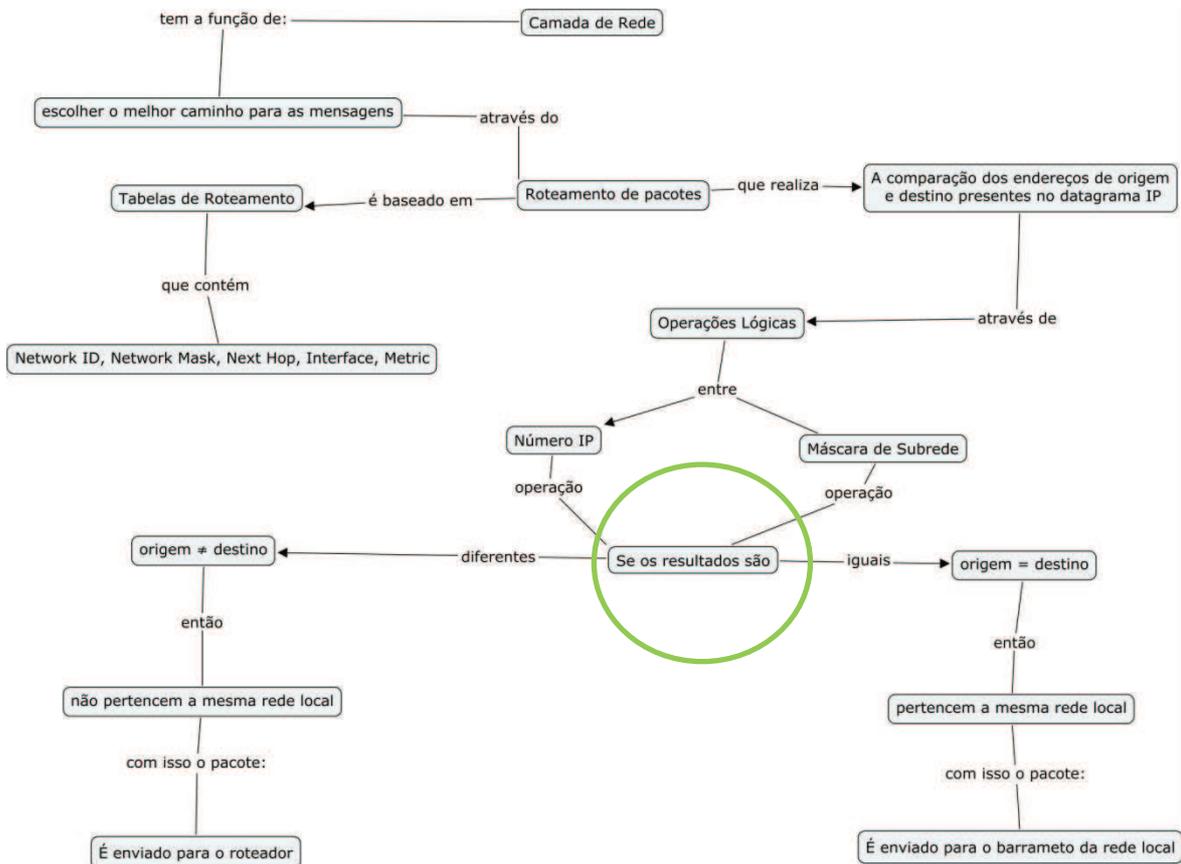


Figura 22 - Roteamento de pacotes - Aluno C3

Essa formatação dos conceitos também revela o raciocínio aplicado para responder ao questionamento. No mapa o aluno descreve a ocorrência de processos diferentes a partir da determinação do tipo de roteamento que ocorre entre dois computadores identificados como

origem e destino. Se a os endereços de rede forem iguais, o pacote é enviado para o barramento local; caso contrário, o mesmo será encaminhado para o roteador.

Seguindo a abordagem *top-down*, solicitou-se um mapa individual sobre o tema “camada física: meios de transmissão de dados”, após a apresentação deste conteúdo pelo professor. Para esta atividade utilizou-se a estratégia “estacionamento de conceitos” (NOVAK; CAÑAS, 2008). O professor elaborou um mapa inicial sobre o tema e o disponibilizou para consulta dos alunos, solicitando-lhes que, ao criarem o seu mapa, alocassem corretamente os conceitos “estacionados”.

Esta tarefa foi realizada sem maiores dificuldades pelos alunos, que, além de realizar as adequações necessárias, expandiram a descrição dos conceitos solicitados, como se pode ver no trabalho elaborado pelo aluno A3 (Figura 23).

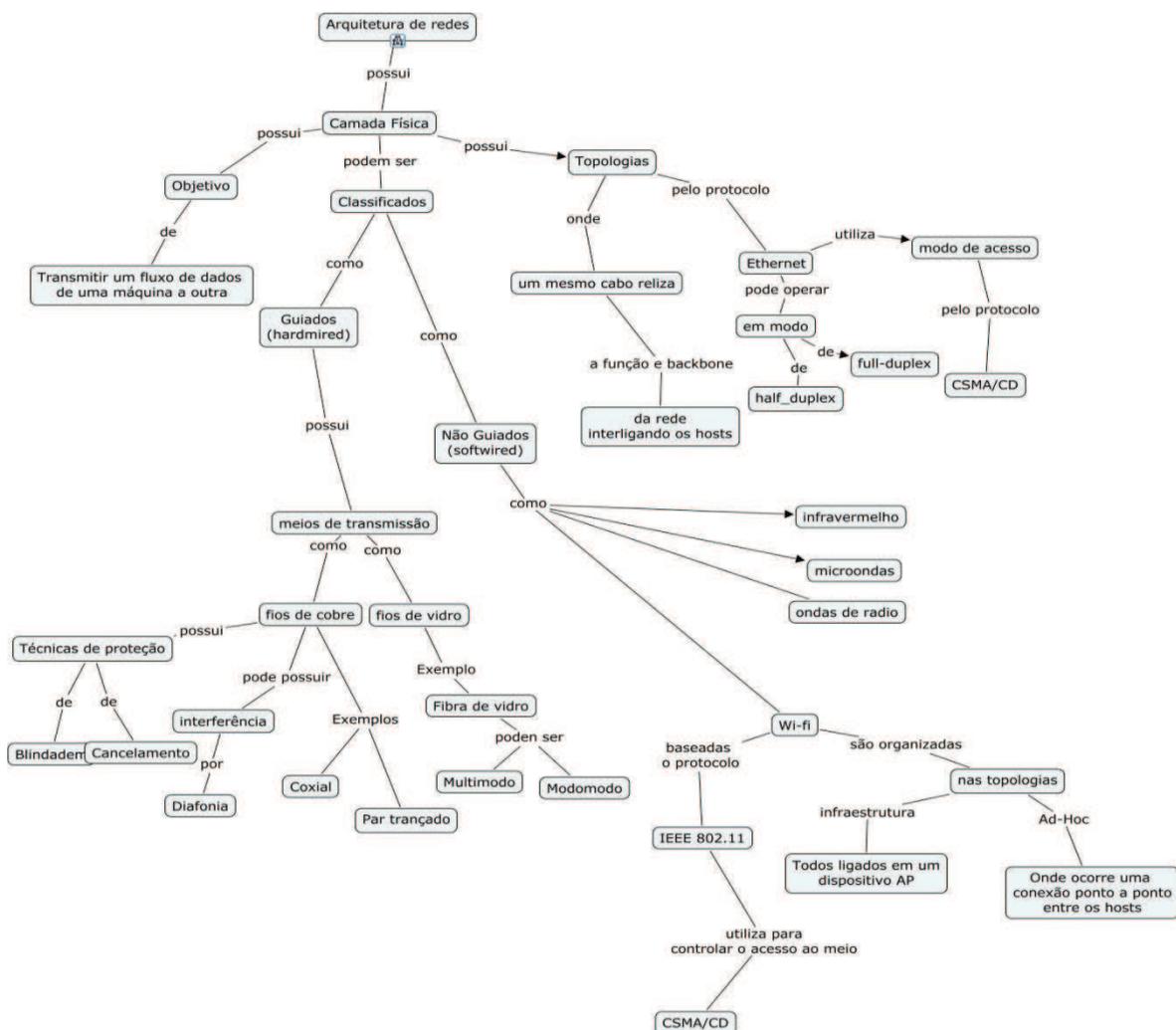


Figura 23 - Trabalho estacionamento de conceitos - Aluno A3

Pontuando o encerramento das atividades com mapas conceituais na disciplina de RC, foi solicitado aos alunos um mapa agregando todos os conhecimentos adquiridos durante o semestre. Esse modelo de conhecimento deveria estabelecer a relação entre todos os trabalhos elaborados por eles. Todos os modelos se apresentaram coerentes foi possível verificar a correta diferenciação e integração dos conceitos relativos ao tema arquitetura de rede.

Desde a proposta inicial sobre a adoção de mapas conceituais como estratégia de ensino e aprendizagem, os alunos da turma mostraram-se receptivos e realizaram todas as atividades solicitadas. Ao serem questionados sobre a validade do trabalho ao final da disciplina, reforçaram a importância do uso de mapas na compreensão do conteúdo da disciplina.

O trabalho com mapas conceituais oportunizou o acompanhamento do processo individual de cada aluno desde a sua percepção inicial e todo o processo de construção de conhecimento realizado ao longo da disciplina. Os trabalhos do aluno C3 refletem esse processo. Pode-se observar em dois momentos distintos a sua compreensão acerca do tema “arquitetura do modelo TCP/IP”. Na Figura 24 apresenta-se o primeiro mapa elaborado pelo aluno sem consulta sobre o tema, no qual se percebe um pequeno número de conceitos e relações, porém, adequadamente organizados.

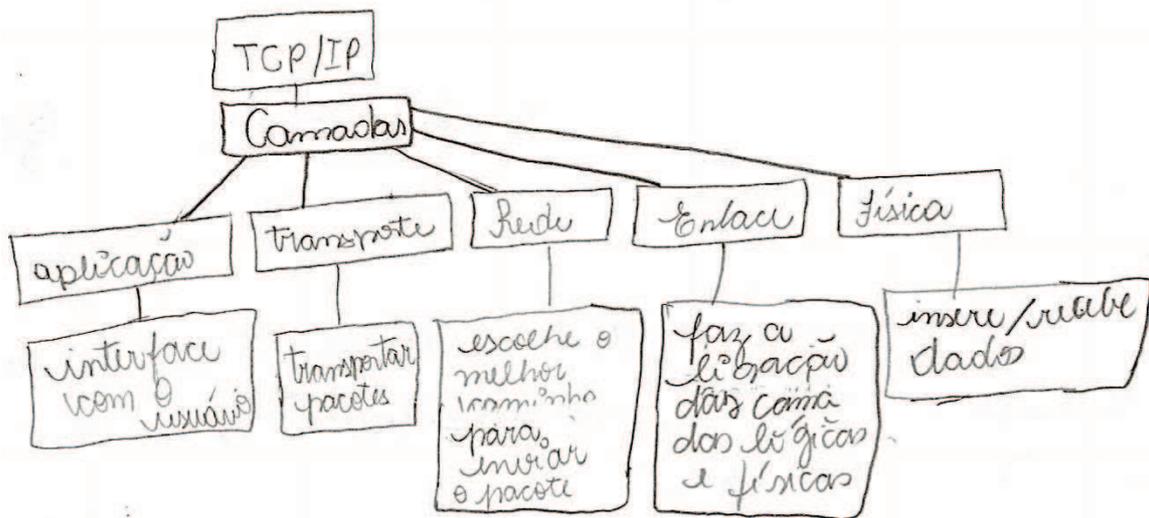


Figura 24 - Mapa inicial sobre arquitetura de rede - Aluno C3

Ao final da disciplina, ao se solicitar a elaboração de um mapa novamente sem consulta e sobre o mesmo tema observou-se a evolução do aluno, que conseguiu adicionar ao seu mapa novos conceitos, estabelecendo relações consistentes entre esses (Figura 25). O

Na opinião dos alunos mais experientes, a importância do trabalho em grupo não foi tão significativa quanto a do trabalho individual, o qual segundo eles foi mais profícuo porque lhes conferiu maior autonomia. Entretanto, o trabalho em grupo possibilitou aos alunos desenvolver outras habilidades como as capacidades de negociação, de gerenciamento, reorganização, que são inerentes à natureza dessa atividade.

Para Novak (2004), os trabalhos em grupo permitem que os alunos desenvolvam suas ZDPs sobre determinado assunto porque permitem troca mais qualificada de ideias. Novak reconhece a importância da mediação no processo de aprendizagem, seja pela ação do adulto, seja de pares mais capazes. Para o autor, os mapas conceituais estabelecem um meio de comunicação entre as pessoas por meio de modelos mentais. Segundo Fino (2001), a tutoria mostra-se relativamente efetiva, apontando progressos de desenvolvimento em ambos os intervenientes. Tudge (2002, p. 165) assinala que nesse tipo de colaboração não há garantia que o significado criado entre pares correspondam a um nível superior de desenvolvimento, sendo necessária a avaliação do processo de interação.

Os alunos ressaltaram em seus relatos que o uso de mapas conceituais qualificou o processo de análise e síntese organizando o processo dinâmico realizado por eles nos trabalhos em grupo e estabelecendo uma forma organizada de troca de ideias. Outra constatação importante é o fato de que se pode observar, pelos mapas conceituais produzidos, os alunos que não possuíam conhecimentos prévios apresentavam maior crescimento após a experiência do trabalho em grupo, o que motivou a proposta de novos trabalhos nesta modalidade.

Considerado como ferramenta importante no desenvolvimento dos conteúdos, os mapas conceituais permitiram trazer para o ambiente escolar as vivências dos alunos. Nos esquemas e na elaboração do seu conhecimento, eles revelaram as influências da cultura, do meio. Pôde-se observar na pesquisa que os mapas conceituais também estabeleceram um meio de troca de ideias entre os alunos, visto que eles compartilharam suas elaborações a fim de estabelecer um diálogo entre suas ideias e, implicitamente, discutiram sobre a forma como suas estruturas cognitivas estão organizadas, ou seja, a sua percepção sobre determinados temas. Dessa forma os mapas conceituais permitiram uma construção dialética do conhecimento muito mais rica em detalhes e recursos, elevando o nível de desenvolvimento dos discentes.

O trabalho revelou que o uso das tecnologias da informação potencializou a construção colaborativa do conhecimento, assim como a interação entre os discentes entre esses e o professor. Na pesquisa observou-se que mais do que um recurso de avaliação, os

mapas conceituais incentivam o aluno a refletir sobre seu próprio processo de construção de conhecimento assim como a compartilhá-lo promovendo sua autonomia e generosidade intelectual, qualificando, dessa forma, o processo pedagógico.

CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Nessa pesquisa buscou-se avaliar as contribuições dos mapas conceituais trariam como estratégia de ensino-aprendizagem na disciplina Redes de Computadores a partir das contribuições teóricas de dos autores Ausubel, Novak, Vygotsky, Johnson-Laird e Levy. Inicialmente, a pesquisa voltou-se para o aspecto da compreensão do conteúdo da disciplina e as relações estabelecidas pelos alunos com seus conhecimentos prévios, que, segundo Ausubel e Vygotsky, estabelecem a base para elaboração de novos conhecimentos, num processo dialético e que passa, progressivamente, a constituir sistema hierarquizado de conceitos. Esse se torna mais complexo à medida que o sujeito se depara com novas situações.

As contribuições desses autores permitiram a reflexão acerca da forma como o conteúdo da disciplina de Redes de computadores estava sendo apresentado aos discentes. Dessa forma, optou-se por utilizar uma nova abordagem, conhecida como *Top-Down*, que desde o início propicia e estabelecimento de relações entre o conteúdo e os conhecimentos prévios do aluno.

Ausubel afirma que os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa que ocorrem na estrutura cognitiva do sujeito lhe permitem estabelecer as diferenças, as similaridades e relações entre conceitos. Afirma que o docente deve ter consciência desses processos e, assim, pautar sua prática de sala de aula. E mais: na visão de Ausubel e Vygotsky fazem-se necessárias estratégias de avaliação do processo de aprendizagem que revertam em práticas que proporcionem o desenvolvimento do sujeito.

A adoção dos mapas conceituais no contexto da disciplina permitiu o acompanhamento sistemático do processo de conhecimento realizado pelos alunos, evidenciando os processos de diferenciação reconciliação e realizados pelos mesmos. Dessa forma, permitiu acompanhar as avaliações e adequações realizadas pelos discentes nos mapas até a apresentação do seu modelo de conhecimento ao final da disciplina.

Os mapas elaborados pelos alunos mesclavam os conhecimentos adquiridos em sala de aula com conceitos da sua vida cotidiana evidenciando indícios de sua ZDP. A pesquisa também revelou que nesses mapas se encontravam representações que transcendiam a relação proposicional entre conceitos e revelavam indícios dos modelos mentais elaborados pelos alunos acerca do conteúdo.

Os mapas também puderam ser utilizados para avaliar o processo de interação dos alunos nos trabalhos em grupo. Em alguns casos, os mapas se tornaram a “língua” utilizada pelos mesmos no processo de construção de conhecimento. O uso dos mapas

possibilitou estabelecer um processo mais organizado, permitindo a colaboração de todos os envolvidos nas diversas formatações de grupos.

O uso da ferramenta de autoria Cmap-Tools na elaboração dos mapas qualificou sua elaboração e potencializou a colaboração na produção dos mesmos, permitindo aos alunos criarem mapas ricos em representações do conhecimento. Imagens, vídeos e hiperlinks puderam ser associados aos conceitos representados nos mapas, associando as contribuições de outras pessoas a sua própria produção. Dessa forma, verificou-se que os alunos compartilhavam nos seus mapas representações preexistentes de modelos mentais inseridos no contexto por ele elaborado. Assim, o aluno realizava mais do que o compartilhamento de hiperlinks: compartilha representações sua estrutura cognitiva. O aluno torna-se um agente ativo no processo de conhecimento, que pode, além de buscar informações, compartilhar e colaborar com esse processo de construção coletiva. Como lembra Vygotsky (1998, p. 104), um conceito não pode ser transferido, mas construído em colaboração com o outro.

Além disso, o trabalho com mapas conceituais possibilitou aos alunos refletir sobre o seu próprio processo de conhecimento, permitindo organizar e estruturar a grande quantidade de informações que são disponibilizadas sobre o conteúdo Conforme Pozo (2002, p. 243): “Aprender é cada vez mais ser capaz de processar informação mais abundante e complexa. Aprender a aprender será adquirir estratégias para processar de forma mais complexa e eficiente esse aluvião informativo.”.

O acompanhamento dos diversos estágios do aprendizado dos discentes pode orientar a ação do professor no processo de ensino-aprendizagem, permitindo trabalhar tanto com as dificuldades quanto com as potencialidades evidenciadas pelo aluno. Diferentes abordagens na apresentação do conteúdo, novos materiais de aprendizagem, experimentos práticos foram adicionados ao contexto da disciplina para qualificar o aprendizado dos discentes com base nos resultados dos trabalhos com mapas conceituais.

Pode-se perceber no decorrer da pesquisa que os mapas permitem descrever muito mais do que a relação proposicional entre conceitos. A partir das contribuições teóricas de dos autores Vygotsky, Johnson-Laird e Levy, foi possível estabelecer uma avaliação mais ampla e observar que outros aspectos do processo de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, os mapas conceituais constituem uma tecnologia educacional do seu tempo, uma construção cultural que reflete as necessidades da sociedade atual materializados nos recursos presentes no CMap-Tools, que permitem não somente a avaliação dos estágios de conhecimento e das relações sociais, mas a integração construtiva de ideias tornando os sujeitos envolvidos protagonistas desse processo.

Em face do exposto, conclui-se afirmando que esta pesquisa gerou a oportunidade de debate, de participação coletiva e cooperativa dos alunos no processo de construção de conhecimento ao longo da disciplina. Para o professor, por sua vez, representou oportunidade de reflexão e renovação de sua prática em sala de aula, fundado na análise das teorias, ampliando a percepção dos processos e da prática pedagógica em sala de aula e incentivando o aprofundamento de estudos nessa área.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Voltaire de O.; MOREIRA, Marco A. *Mapas conceituais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos da óptica física*. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172008000400009&lang=pt>. Acesso em : 6 jan. 2011.

AGUILAR, Manuel el al. *Novak and Vygotsky and the representation of the scientific concept*. 2008. Disponível em <http://cmc.ihmc.us/cmc2008papers/cmc2008-p270.pdf>>. Acesso em: 5 mai. 2011.

ARAGÃO, R. M. R., *Teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel*. Tese de Doutorado, Campinas, 1976. Disponível em: <<http://cutter.unicamp.br/document/?code=vtls000043896&fd=y>>. Acesso em: 5 mai. 2011.

AMORETTI, Maria Suzana Marc. Protótipos e estereótipos: aprendizagem de conceito. Mapas Conceituais: experiência em Educação a Distância. PGIE-UFRGS. *Informática na Educação: Teoria & Prática*, Porto Alegre, v. 4, n. 2, dez, 2001.

_____, TAROUCO, Liane. Mapas conceituais: modelagem colaborativa do conhecimento. *Informática na Educação: Teoria & Prática*, Porto Alegre, v.3, n.1, p. 67-71, set 2000.

AUSUBEL, David P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.

BRIGGS, Geoffrey et al. *Concept maps applied to mars exploration public outreach*. 2004. Disponível em: <<http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-122.pdf>>. Acesso em: 5 jan. 2011.

BRUNER, Jerome.S. *El proceso mental en el aprendizaje*. Madrid: Narcea, 1960.

_____. *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge: Belkapp Press. 1966.

_____. *Actos de significado: más allá de la revolución cognitiva*. Madrid: Cultura Libre, 1990.

CAÑAS, Alberto J. et al. *Using concept maps with technology to enhance collaborative learning in Latin America*. Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2001. Disponível em: <<http://www.ihmc.us/users/acanas/Publications/QuorumSoupST/SoupsST.htm>>. Acesso em: 5 jan. 2011.

CAÑAS, Alberto J. *Cmaptools: a knowledge modeling and sharing environment*. Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2004. Disponível em: <<http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-283.pdf>>. Acesso em: 5 jan. 2011.

DA COSTA Sandra Moreira. *Mapas conceituais: um caminho para a aprendizagem significativa*. São Paulo: 2009. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=140393>. Acesso em: 10 jun. 2011.

DURANT, Will. *História da civilização*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1954. 431p.

DUTRA, Italo; FAGUNDES Léa; CAÑAS, Alberto. *Una propuesta de uso de los mapas conceptuales para un paradigma constructivista de la formación de profesores a distancia*. 2004. Disponível em: <http://spider.ufrgs.br:8001/servlet/SBReadResourceServlet?rid=1117550739905_415485498612>. Acesso em: 5 jan. 2011.

FERREIRA SILVA, Luciano, CARDOSO Alexandre, MENDES Elise B., LAMOUNIER JR, Edgard. *Associando ferramentas cognitivas e realidade virtual não imersiva para o ensino*. 2005. Disponível em: <<http://ceie-sbc.tempsite.ws/pub/index.php/sbie/article/view/396>>. Acesso em: 10 jun. 2011

FINO, Carlos Manuel Nogueira. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. *Revista Portuguesa de Educação*. Braga: Universidade do Minho. v.14, n. 2, 2001.

FREITAS FILHO, João Rufino de et al. Modelos mentais dos estudantes do ensino médio e a química dos alimentos. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia* vol2. 2009. Disponível em: <<http://www.pg.utfpr.edu.br/depog/periodicos/index.php/rbect/article/view/554>>. Acesso em: 14 jun. 2011.

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIOGRANDENSE. *Projeto pedagógico institucional*. Disponível em: <http://www.ifsul.edu.br/portal/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=297&Itemid=378>. 2010. Acesso em: 15 out. de 2010.

_____. *Projeto do curso superior de tecnologia em sistemas para Internet*. 2009.

DANIELS, Harry (Coord.). *Vygotsky em foco: pressupostos e desdobramentos*. 2.ed. Campinas: Papirus, 1995. 296 p.

HERNÁNDEZ, Pedro HERNÁNDEZ, Angelo Antonio Serio. ¿Cómo hacer eficaces los mapas conceptuales en la instrucción?. *Infancia y aprendizaje*. La Rioja, v. 27, n 2, mar 2004 , pp. 247-266.

KANT, Immanuel. *Crítica da razão pura*. 5 ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.

KUROSE, James F, ROSS, Keith W. *Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down*. 3. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2006. 634 p.

LÉVY, Pierre. *Tecnologias intelectuais e modos de conhecer: Nós somos o texto*. 1992. Disponível em:<<http://caosmose.net/pierrelevy/nossomos.html>>. Acesso em: 14 jun. 2011.

_____. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Rio de Janeiro: 34, 1993. 203 p.

_____. *O que é o virtual?*. São Paulo: Ed 34, 1996. 157 p.

_____. *Cibercultura*. São Paulo: Ed. 34, 1999. 264p.

_____. *Conferencia especial: Rumo a uma civilização de inteligência coletiva*. UPF, 2009.

LURIA, Alexandr R. *Curso de psicologia geral: introdução evolucionista à psicologia*. vol. I. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979.

MARTINS, Renata Lacerda Caldas; VERDEAUX, Maria de Fátima da Silva; SOUSA, Célia Maria Soares Gomes de. *A utilização de diagramas conceituais no ensino de física em nível médio: um estudo em conteúdos de ondulatória, acústica e óptica*. 2009. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172009000300005&lang=pt>. Acesso em: 6 jan. 2011.

MAYER, R.E. Knowledge and thought: Mental models that support scientific reasoning. In DUSCHL, R.A, HAMILTON R.J. *Philosophy of Science, Cognitive Psychology and Educational Theory and Practice*. Universidade de Nova York, Albany, 1992.

MEDINA , Roseclea Duarte. *ASTERIX – Aprendizagem significativa e tecnologias aplicadas no ensino de redes de computadores: Integrando e eXplorando possibilidades*. Tese

(Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 22.ed. Petrópolis: Vozes, 2003. 80 p.

MOLL, Luis C. *Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica*. Porto Alegre: Artmed, 2002. 432 p.

MOREIRA Marco Antônio, MASINI, Elcie F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982. 112p

MOREIRA Marco Antônio. *Teorias de Aprendizagem* . 1. ed. São Paulo: EPU, 1999. 195 p.

_____. *Aprendizagem significativa: um conceito subjacente*. 1997. Disponível em:<
<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2010.

_____. *Modelos mentais*. 1997b. Disponível em:<
<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N3/moreira.htm#numero> > Acesso em: 16 jun. 2010.

_____. *Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica*. 2005. Disponível em:
<<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/visaoclasicavisaocritica.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2010.

_____. *Subsídios didáticos para o professor pesquisador em ensino de ciências: mapas conceituais, diagramas V e organizadores prévios*. 2009. Disponível em:
<<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios3.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2010.

_____. *Mapas conceituais e diagramas em V*. 2006. Disponível em:
<[http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Livro_Mapas_conceituais_e_Diagramas_V_COMPLETO.p](http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Livro_Mapas_conceituais_e_Diagramas_V_COMPLETO.pdf)
[df](http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Livro_Mapas_conceituais_e_Diagramas_V_COMPLETO.pdf)>. Acesso em: 30 de Dez. de 2010.

MUMFORD, Lewis. *A condição do homem*. Rio de Janeiro: Globo, 1952. 510p

NEWMAN, Fred, HOLZMAN, Lois. *Lev Vygotsky : cientista revolucionário*. São Paulo: Loyola, 2002. 241 p.

NOVAK, Joseph. D et al. *Building on new constructivist ideas and CmapTools to create a new model for education*. Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2004.

Disponível em:<<http://www.ihmc.us/users/acanas/Publications/NewModelEducation/NewModelforEducation.pdf>>. Acesso em: 6 jan. 2011.

NOVAK, Joseph. D, CAÑAS, Alberto J. *The theory underlying concept maps and how to construct them, Technical Report IHMC CmapTools*. Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008. Disponível em:< <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2010.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. *Vygotsky - aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico*. 4. ed. São Paulo: Scipione, 1999.

_____, LA TAILLE, Yves de; DANTAS, Heloysa. *Piaget, Vigotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão*. Summus,1992. 117 p.

PANOFISKY, C. et al. O desenvolvimento do discurso e dos conceitos científicos. In: MOLL, L. (Org.). *Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p.245-60.

PIAGET, Jean. *To understand is to invent*. Nova York: Basic Books, 1973

_____. *Biologia e conhecimento: ensaio sobre as relações entre as regulações orgânicas e os processos cognoscitivos*. Petrópolis: Vozes, 1973b. 423 p.

_____. *A epistemologia genética: sabedoria e ilusões da filosofia / Problemas da epistemologia genética*. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

POZO, J. I. (1994). *Teorías cognitivas del aprendizaje* .9. ed. Espanha: Morata, 1994. 286p

_____; MORTIMER, Eduardo Fleury (Rev.) *Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed, 2002. 296 p.

RICHARDSON, Roberto Jarry; PERES, José Augusto de Souza (Colab.). *Pesquisa social: métodos e técnicas*. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1999. 334 p.

SOUZA, Nadia Aparecida de; BORUCHOVITCH, Evelyn. *Mapas conceituais e avaliação formativa: tecendo aproximações*. 2010. Disponível em:http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022010000300010&lang=pt. Acesso em : 6 de jan. 2011.

TAVAREZ, Romero. *Aprendizagem significativa e o ensino de ciências*. 2005. Disponível em:<<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/ANPED-28.pdf>> Acesso em : 06 de Jan. de 2011.

_____. Construindo mapas conceituais. 2007. *Ciências & Cognição* Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v12/m347187.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2010.

TUDGE, Jonathan. Vygotsky a zona de desenvolvimento proximal e a colaboração entre pares: implicações para a prática em sala de aula. IN MOLL, Luis C. *Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica*. Porto Alegre: ARTMED, 2002. p. 151-168.

VEER, René van der; VALSINER, Jaan. *Vygotsky: uma síntese*. 4. ed. São Paulo: Loyola, 2001. 479 p.

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

_____. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. 6 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998b.

ANEXO 2

Avaliação da disciplina

Nome: _____ Data: __/__/__

- 1) Já possuía experiência anterior em rede de computadores?
 Não Sim. Qual? _____
- 2) Ao final da disciplina de Redes de Computadores é possível determinar a sua importância no contexto do curso e na sua vida profissional? Justifique a sua resposta
- 3) Com relação ao desenvolvimento do conteúdo:
 - a) Que conteúdos apresentaram maior grau de dificuldade? Por que?
 - b) Que conteúdos deveriam ser mais aprofundados?
- 4) Avalie os seguintes itens com relação contribuição para o seu processo de aprendizagem:
 - a) Material de apoio da disciplina
 Contribuiu Muito Contribuiu Contribuiu Pouco Não Contribuiu
 - b) Avaliações:
 Contribuiu Muito Contribuiu Contribuiu Pouco Não Contribuiu
 - c) Trabalhos em grupo
 Contribuiu Muito Contribuiu Contribuiu Pouco Não Contribuiu
 - d) Mapas Conceituais
 Contribuiu Muito Contribuiu Contribuiu Pouco Não Contribuiu
 - e) Outros: _____
- 5) Em sua opinião o trabalho com mapas conceituais:
 - a. Colaborou no estabelecimento de maior clareza sobre os conceitos de rede de computadores.
 Sim Não Parcialmente
 - b. Auxiliou na realização dos trabalhos em grupo
 Sim Não Parcialmente
 - c. Permitiu elaborar uma visão integrada das arquiteturas de rede:
 Sim Não Parcialmente
 - d. Houve outras contribuições?
 Não Sim. Quais? _____
- 6) Avalie os trabalhos realizados com mapas conceituais realizados individualmente e em grupo fazendo uma comparação entre eles.
- 7) Contribua com sugestões para a disciplina:

ANEXO 3



Questionário

Data da entrega: 17/11/2010

Atividade: Criar mapas conceituais que respondam a seguintes questões:

- 1) Como se estabelece o roteamento de pacotes?
- 2) Qual a função e como está dividida a camada de enlace? E o protocolo Ethernet?
- 3) Qual a função do endereço MAC e do protocolo ARP?
- 4) Como se articulam as camadas de aplicação, transporte, internet e enlace nos serviços de rede estudados em sala de aula?

Bom Trabalho!

CIP – Catalogação na Publicação

B848m Brezolin, João Mário Lopes
Mapas conceituais e avaliação de aprendizagem: a
construção do conhecimento no ensino de redes de
computadores / João Mário Lopes Brezolin. – 2011.
88 f.; 30 cm.

Orientação: Prof.^a Dr.^a Neiva Ignês Grandó.
Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de
Passo Fundo, 2011.

1. Aprendizagem. 2. Teoria do aprendizado computacional –
Passo Fundo (RS). 3. Redes de computadores. I. Grandó, Neiva
Ignês, orientador. II. Título.

CDU: 37.012

Catálogo: Bibliotecária Marciéli de Oliveira - CRB 10/2113