

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DIRETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA



SOBRE A INTERAÇÃO DE PORTAL EDUCACIONAL E OS
CONHECIMENTOS PRÉVIOS NA APRENDIZAGEM DE
MATEMÁTICA

SERGIO DA COSTA NUNES

ORIENTADOR: PROF. DR. RENATO PIRES DOS SANTOS

Canoas, 2006.

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DIRETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**



SOBRE A INTERAÇÃO DE PORTAL EDUCACIONAL E OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS NA APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA

SERGIO DA COSTA NUNES

ORIENTADOR: PROF. DR. RENATO PIRES DOS SANTOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós -
Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da
Universidade Luterana do Brasil para obtenção do
título de mestre em Ensino de Ciências e
Matemática.

Canoas, 2006.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família em especial ao meu enteado Cláudio por deixar que me apossasse de seu notebook e a minha esposa Prof. Dra. Sônia Romero pelo seu carinho, amor e ajuda na revisão deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Luciano Andreatta Carvalho da Costa pela fundamental ajuda na realização da pesquisa em sua turma de alunos.

Aos alunos participantes da pesquisa que a encararam com muita seriedade e responsabilidade.

Ao meu orientador Prof. Dr. Renato Pires dos Santos pela maneira profissional, gentil e atenciosa com que conduziu sua orientação.

Aos professores que participaram da banca de Dissertação por suas importantes contribuições.

Aos meus colegas de mestrado pelas profícuas relações de amizade e desenvolvidas durante o curso.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABELAS	8
RESUMO	9
ABSTRACT	10
1 JUSTIFICATIVA	11
2 PROBLEMATIZAÇÃO	13
3 OBJETIVOS	14
3.1 OBJETIVO GERAL	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
4 REFERENCIAL TEÓRICO	15
4.1 APRENDIZAGEM	15
4.1.1 Classes de aprendizagens	16
4.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	19
4.2.1 Condições para uma aprendizagem significativa.....	20
4.2.1.1 Predisposição para aprendizagem significativa	20
4.2.1.2 Material de aprendizagem potencialmente significativo	21
4.2.2 Os subsunçores e a sua organização	22
4.2.2.1 Organização de subsunçores por aprendizagem mecânica.....	22
4.2.2.2 Organização de subsunçores por assimilação	23
4.2.2.3 Organização de subsunçores por diferenciação progressiva	24
4.2.2.4 Organização de subsunçores por reconciliação integrativa	25

4.2.3 Tipos de aprendizagem significativa.....	26
4.2.3.1 Aprendizagem representacional.....	26
4.2.3.2 Aprendizagem de conceitos.....	26
4.2.3.3 Aprendizagem proposicional.....	27
4.2.4 Formas de aprendizagem significativa.....	28
4.2.4.1 Aprendizagem subordinada.....	28
4.2.4.2 Aprendizagem superordenada.....	29
4.2.4.3 Aprendizagem combinatória.....	29
4.3 TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO.....	31
4.3.1 Internet.....	31
4.3.2 Serviços oferecidos pela <i>Internet</i>.....	32
4.3.2.1 Comunicação.....	32
4.3.2.2 <i>Recuperação de informações</i>	33
4.3.2.3 <i>Serviços web</i>	33
4.3.2.4 <i>World wide web</i>	33
4.3.3 Educação e Internet.....	34
4.4 PORTAL.....	34
4.5 PORTAIS EDUCACIONAIS.....	35
4.5.1 Os portais educacionais e a motivação.....	37
4.5.1.1 A motivação e seus atributos.....	37
4.5.1.1.1 <i>Conveniência</i>.....	37
4.5.1.1.2 <i>Acessibilidade</i>.....	38
4.5.1.1.3 <i>Confiabilidade</i>.....	38
4.5.1.1.4 <i>Atualização</i>.....	39
4.5.1.1.5 <i>Variedade de serviços</i>.....	39

<i>4.5.1.1.6 Personalização</i>	39
<i>4.5.1.1.7 Interatividade</i>	39
<i>4.5.1.1.8 Navegação</i>	40
<i>4.5.1.1.9 Conteúdo</i>	41
<i>4.5.1.1.10 Design</i>	41
4.6 MAPAS CONCEITUAIS.....	41
4.6.1 Mapas conceituais de redes	42
4.6.2 Mapas conceituais hierárquicos	43
5 METODOLOGIA	48
5.1 ABORDAGEM DA PESQUISA.....	48
5.2 CLASSIFICAÇÃO QUANTO AOS OBJETIVOS DA PESQUISA	49
5.3 CLASSIFICAÇÃO QUANTO AOS PROCEDIMENTOS TÉCNICOS	49
5.4 AMOSTRA.....	50
5.5 O CONTEXTO DA PESQUISA	50
5.6 COLETA DOS DADOS	51
5.7 ANÁLISE DOS DADOS	52
5.7.1 Aspecto qualitativo	52
5.7.2 Aspecto quantitativo	53
6 ANÁLISE DOS RESULTADOS	54
6.1 SEGUNDO O ASPECTO QUALITATIVO	54
6.1.1 Seleção do portal educacional	54
6.1.2 Construção do mapa conceitual padrão	55
6.1.3 Avaliação dos mapas conceituais dos alunos	58
6.1.3.1 Mapas conceituais do aluno três do grupo de controle	59
6.1.3.2 Mapas conceituais do aluno seis do grupo de controle	61

6.1.3.3 Mapas conceituais do aluno onze do grupo de controle.....	63
6.1.3.4 Considerações sobre os mapas conceituais do grupo de controle.....	65
6.1.3.5 Mapas conceituais do aluno quatro do grupo experimental	66
6.1.3.6 Mapas conceituais do aluno oito do grupo experimental	68
6.1.3.7 Mapas conceituais do aluno onze do grupo experimental.....	69
6.1.4 Análise comparativa entre os grupos experimental e de controle.	71
6.2 ASPECTO QUANTITATIVO	72
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
7.1 CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA.....	77
7.2 PESQUISAS FUTURAS	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
APÊNDICE A – Pré-Teste.....	82
APÊNDICE B – Mapas Conceituais dos Alunos do Grupo de Controle	84
APÊNDICE C – Mapas Conceituais dos Alunos do Grupo Experimental.....	110
ANEXO A - Portal Educacional.....	136

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Organização de subsunçores por assimilação.....	23
Figura 2: Mapa conceitual de rede.....	43
Figura 3: Mapa conceitual hierárquico	47
Figura 4: Mapa Conceitual Padrão	57
Figura 5: Mapas Conceituais dos Pré e Pós-Testes do Aluno 3 do Gupo de Controle.....	60
Figura 6: Mapas Conceituais dos Pré e Pós-Testes do Aluno 6 do Gupo de Controle.....	62
Figura 7: Mapas Conceituais dos Pré e Pós-Testes do Aluno 11 do Gupo de Controle.....	64
Figura 9: Mapas Conceituais dos Pré e Pós-Testes do Aluno 4 do Gupo Experimental	67
Figura 10: Mapas Conceituais dos Pré e Pós-Testes do Aluno 8 do Gupo Experimental	68
Figura 11: Mapas Conceituais dos Pré e Pós-Testes do Aluno 11 do Gupo Experimental	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Links cognitivos do grupo de controle	59
Tabela 2: Links cognitivos do grupo de controle	66
Tabela 3: Teste de Wilcoxon para comparação dos SO nos pré e pós por grupo	73
Tabela 4: Estatísticas descritivas das SO por grupo no pré e pós.....	74

RESUMO

As novas tecnologias computacionais, aliadas com a disseminação das redes de computadores, em especial da *Internet*, oferecem diversos meios para auxiliar no processo de aprendizagem significativa, ou seja, tornam possível ao aluno construir seu conhecimento através de ações ativas e investigativas. Este trabalho analisa a possibilidade da utilização de um portal educacional voltado à aprendizagem de Matemática, como ferramenta de organização de conhecimentos prévios ou subsunçores, em consonância com a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1978 e 1980), dos alunos de um curso universitário de Engenharia. A metodologia utilizada foi qualitativa, aplicada em uma turma da disciplina de Matemática III, com o conteúdo de Equações Diferenciais do ensino superior. Foram realizadas atividades de pesquisa em laboratório de informática, procurando analisar durante e após o processo, variáveis que identifiquem a interação do portal educacional com os conhecimentos prévios necessários ao aprendizado de conteúdo específico de Matemática. Os resultados apontam que o portal educacional pode ser considerado uma ferramenta efetiva para a organização de subsunçores no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de equações diferenciais do currículo das disciplinas de Matemática dos Cursos de Engenharia. Acredita-se ao final desta pesquisa que os portais pedagógicos podem influenciar positivamente para organização de subsunçores e principalmente servir de esteio ao processo de ensino e aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: portais educacionais, subsunçores, aprendizagem significativa.

ABSTRACT

The new computational technologies, allied with the dissemination of the computer networks, in special the Internet, offer diverse ways to help on the significant learning process and they may turn possible to the student build his own knowledge, through an active and investigative action. This work aim to analyze the possibility of the use of an educational website, design for the learning of Mathematics, as a tool to organize previous knowledge or subsumer, as the theory of the significant learning of David Ausubel (1978 and 1980), of the students of the university Engineering course. The current methodology was qualitative, applied on a student group of the Mathematics III discipline, with the content of Distinguishing Equations of superior education. Activities of research, in the computer science laboratory, had been carried through, looking to analyze, during and after the process, variables which could identify the interaction of the educational website and the previous knowledge, necessary to the learning of an specific Mathematics content. The results points out that the educational website can be considered as an effective tool for the organization of the subsumers in the teaching-learning process, on the distinguishing equations materials of the Mathematics disciplines content of a Engineering Course. At the end of this research, we believe that the pedagogical website can be a positive influence in the organization of a subsumer, and specially, can be a support for the education and learning process.

Key words: educational website, subsumers, significant learning.

1 JUSTIFICATIVA

A Matemática, sob o ponto de vista construtivista, aparece como um conjunto de conhecimentos mutáveis na medida dos contextos das diversas áreas, apoiados na perspectiva de resolução de problemas. Esta visão coloca a Matemática não como uma ciência infalível, longe disto, relativiza continuamente seus fundamentos.

Neste contexto, os interesses dos alunos são fundamentais para que se envolvam de forma significativa no processo de aprendizagem, possibilitando que uma informação se relacione de forma efetiva em sua estrutura cognitiva.

O envolvimento significativo do aluno no processo de aprendizagem refere-se ao seu papel ativo, ou seja, sua motivação para investigar, explorar e compartilhar suas descobertas frente ao grupo, no sentido da resolução de problemas para a construção dos conhecimentos matemáticos.

O professor como indutor da aprendizagem significativa, deve ir além da simples transmissão de conteúdos, ele deve traçar estratégias e situações que motivem o aluno na perspectiva de aquisição de um conhecimento ativo e relevante às suas necessidades. Para tanto, é fundamental que o professor verifique inicialmente se o aluno dispõe de conhecimentos prévios do conteúdo a ser desenvolvido.

Atualmente, os ambientes informatizados, em especial a *Internet*, estão sendo utilizados como elementos de apoio à aprendizagem. Na utilização destas ferramentas, o professor deve ser bastante criterioso, pois normalmente as ferramentas pedagógicas *freeware* disponíveis em *sites* e portais voltados ao ensino de Matemática ainda seguem o paradigma da instrução assistida por computador, disfarçados com a utilização de novas tecnologias de hipermídia (som, imagem, animações etc.).

A aprendizagem significativa de Matemática fica evidenciada na resolução de

problemas, para tanto, inicialmente o aluno deverá dispor de elementos cognitivos concretos e eficazes para sua consecução; tais elementos caracterizam-se como conhecimentos prévios ou subsunçores.

Os portais educacionais voltados ao ensino de Matemática apresentam características e recursos computacionais que podem tornar-se atrativos e estimulantes ao contato inicial do aluno com o conteúdo a ser desenvolvido. Conforme o nível de aprofundamento necessário para o desenvolvimento cognitivo, estas características segundo a abordagem significativa, são: diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Os portais, se bem conduzidos durante o processo de aprendizagem, podem estimular os conhecimentos prévios para a aprendizagem significativa.

Este trabalho avalia pedagogicamente a aplicabilidade e a interatividade de um portal educacional na organização de subsunçores na aprendizagem de Matemática no ensino superior, considerando as premissas da abordagem da Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

2 PROBLEMATIZAÇÃO

Os métodos de ensino que privilegiam a transmissão de conhecimento, tendo o aluno como sujeito passivo diante da apresentação formal dos conteúdos, normalmente feitos através de definições e propriedades, somente exigem processos de memorização e reprodução para atingir os objetivos curriculares, não desenvolvendo uma verdadeira aprendizagem.

O ensino de Matemática na aprendizagem significativa, diferencia-se desta aprendizagem “mecânica”, na medida em que organiza as novas informações de maneira que estabeleçam interações com as informações já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Estas informações pertinentes denominadas de subsunçores determinam o primeiro passo para a aprendizagem significativa.

Os ambientes informatizados apresentam ferramentas potencialmente fortes para vencer os obstáculos encontrados na organização pedagógica da aprendizagem. Porém deve-se estar atento às “armadilhas” encontradas nas ferramentas computacionais, pois estas podem estar reproduzindo uma atividade mecanicista.

Com o advento da *Internet*, na medida do avanço das tecnologias computacionais, surgiram os portais educacionais (também chamados de ensino), em sua maioria funcionando como repositório de informações.

Contudo, simplesmente descartar a utilização dos portais de ensino, seria perder a oportunidade de o aluno tomar conhecimento do assunto a ser estudado de maneira estruturada, onde poderia interagir com os conhecimentos prévios ou subsunçores.

A partir do exposto o presente trabalho pretende responder a seguinte questão: Como um portal educacional pode interagir na organização de conhecimentos prévios ou subsunçores para a aprendizagem em uma disciplina de Matemática do Ensino Superior?

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a efetividade pedagógica de um portal educacional de Matemática na organização de subsunções conforme a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Selecionar um portal educacional potencialmente significativo e que atenda aos atributos motivacionais, para atuar como organizador prévio;
- Aplicar mapas conceituais como ferramentas para análise da efetividade do portal educacional.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 APRENDIZAGEM

O que é aprender? Como se aprende? O que fazer para o aluno aprender? Estas são, entre outras questões, que o professor depara-se, constantemente na medida em que avalia o seu trabalho em sala de aula e, conseqüentemente, o aprendizado de seus alunos.

As teorias de aprendizagem, fruto das diversas correntes psicológicas existentes sobre o processo de ensino/aprendizagem, ajudam de forma substantiva a responder as questões mencionadas no parágrafo anterior. Porém, salvo exceções, dificilmente encontram-se professores que, em algum momento de suas carreiras acadêmicas, as tenham estudado e nelas tenham encontrado respostas aos seus questionamentos.

Como então é desenvolvido em sala de aula o processo de ensino/aprendizagem? É simples a resposta, basta verificar como se aprende e como se ensina, ou seja, de maneira empírica. Na realidade se ensina conforme se é ensinado, e se avalia conforme se é avaliado. Ao analisar detidamente, verifica-se que ensina-se e aprende-se da mesma forma, mesmo com a utilização das novas tecnologias da informação. Como exemplo, pode-se comparar as formas de Ensino a Distância desenvolvidas principalmente através de *Chat's* e apostilas e/ou materiais postados em meios eletrônicos, bem como os antigos cursos desenvolvidos com apostilas ou revistas enviadas pelos Correio.

Naturalmente que o autor não posiciona-se contra a utilização das novas tecnologias de informação, ao contrário, este trabalho sugere um estudo para a otimização destas tecnologias.

Novak, descreve o papel central da teoria de aprendizagem em uma teoria de educação,

Nossa maior esperança para a melhoria da educação decorre de um estudo cuidadoso do processo de aprendizagem e de conseqüentes implicações para outros fatores associados à aprendizagem na escola (1981, p.47).

A citação denota a preocupação de Joseph Novak com a educação, considerando o estudo do processo de aprendizagem. Tal estudo forma a base para seu apoio à aprendizagem significativa, conforme se observa:

Ninguém nega que é mais fácil construir um vocabulário em uma determinada língua após ter-se algum conhecimento dela, ou que a aprendizagem de Matemática mais avançada é facilitada pelo domínio de conceitos básicos. A questão é quanta transferência ocorre, sob que condições e qual a sua natureza (1981, p.50).

4.1.1 Classes de aprendizagens

Estuda-se a aprendizagem conforme suas classes, ou melhor, de acordo como os tipos de execuções determinadas a partir de situações de aprendizagens. Uma situação de aprendizagem decorre da necessidade da execução de determinada tarefa ou resolução de uma situação problemática. De acordo com este paradigma, durante algum tempo foram surgindo as mais diversas classes de aprendizagens, como por exemplo, a aprendizagem por ensaio e erro, aprendizagem de conceitos, aprendizagem de respostas condicionadas entre outras.

Todas estas aprendizagens referem-se a situações de estímulos geradas por materiais ou equipamentos específicos com a função de determinar a capacidade para solucionar uma situação específica.

Os autores cognitivistas, em especial David Ausubel, centraram seus estudos no desenvolvimento da aprendizagem em sala de aula, procurando distinguir suas principais classes. Em função destes estudos, foram determinadas diversas classes de aprendizagens em sala de aula. As principais classes distinguidas foram: por repetição, significativa, de formação de conceitos, verbal e não verbal e de solução de problemas.

David Ausubel, em seus estudos, estabelece duas distinções entre os quatro tipos de

aprendizagens, englobando-as em dois grupos; o primeiro composto pelas aprendizagens por descoberta e recepção e o segundo, por mecânica e significativa,

A maneira mais importante de diferenciar os tipos de aprendizagens de sala de aula consiste em formular duas distinções definitivas no processo, a primeira é a distinção entre a aprendizagem por repetição e por descobrimento e a outra, entre a aprendizagem mecânica e por repetição e significativa (1978, p.37, tradução livre).

A aprendizagem por recepção e descobrimento é aquela em que o aluno adquire os conhecimentos independentemente, dentro ou fora da escola. Este tipo de aprendizagem atualmente é importante para estabelecer conexões com as novas tecnologias da informação, em especial a *Internet*. Contudo, deve-se estabelecer diferenciações entre aprendizagem por descobrimento e por recepção.

Na aprendizagem por recepção, o aluno recebe o conteúdo desenvolvido em sala de aula, pronto e acabado, sendo transmitido de alguma forma pelo professor, não tendo a necessidade de fazer nenhum descobrimento além do que lhe é colocado.

Existe a aprendizagem por recepção significativa, na qual, em função de determinados fatores os alunos internalizam os novos conhecimentos de maneira significativa, estabelecendo *links* com os conhecimentos pré-existentes em suas estruturas cognitivas. Um dos fatores que contribuem significativamente para este tipo de aprendizagem é o material de ensino apresentado e/ou utilizado pelo aluno. Conforme Ausubel,

Na aprendizagem por recepção significativa a tarefa potencialmente significativa, o material, é aprendido de maneira significativa durante o processo de internalização (1978, p. 38, tradução livre).

Contrastando com a aprendizagem por recepção significativa, a aprendizagem por recepção e repetição não pode ser considerada potencialmente significativa, pois exige-se do aluno que ele apenas internalize aquilo que está sendo apresentado, sem o estabelecimento de *links* ou conexões com conhecimentos afins, previamente contidos em sua estrutura cognitiva.

Na aprendizagem por descobrimento os conceitos e/ou conhecimentos que devem ser adquiridos pelos alunos não são fornecidos diretamente, ou seja, não existe a apresentação formal do conteúdo. O aluno deve descobrir os conceitos e/ou conhecimentos antes de incorporá-los cognitivamente. Após a descoberta do conteúdo, será internalizado significativamente, da mesma forma que na aprendizagem por recepção.

Comparando-se as duas aprendizagens percebe-se que a aprendizagem significativa por descobrimento apresenta um grau de complexidade maior pois depende, entre outros fatores, da capacidade inerente a cada indivíduo para pesquisar e descobrir os conhecimentos exigidos. Esta característica individual torna este tipo de aprendizagem mais difícil de aplicá-lo em sala de aula. A este respeito, Ausubel refere-se,

Do ponto de vista do processo psicológico, a aprendizagem significativa por descobrimento é, mais complexa que a significativa por recepção: possui uma etapa prévia de solução de problemas antes de o significado ser internalizado. Sendo assim, em termos gerais a aprendizagem por recepção, é fenomenologicamente mais simples do que a aprendizagem por descobrimento aparece paradoxalmente mais avançada e desenvolvida e, especialmente em suas formas verbais puras, implicando em um nível maior de maturidade cognitiva (1978, p.39, livre tradução).

Faria caracteriza e diferencia as duas aprendizagens (por recepção e por descobrimento) da seguinte maneira,

Embora a aprendizagem receptiva ocorra principalmente através do material verbal, sendo, portanto, a modalidade de aprendizagem verbal a mais solicitada, esta não pode ser confundida com aquela. A aprendizagem por recepção é mais ampla, pois inclui elementos não verbais. Uma imagem gráfica, um conjunto de *slides* podem ser apresentados aos alunos como elementos auxiliares na preleção, ou mesmo constituindo os elementos principais de informações. Em ambos os casos temos exemplos de aprendizagens por recepção. Porém, se estes materiais instrucionais forem apresentados em forma de problema, devendo o aluno descobrir algum princípio fundamental, alguma lei científica, já não estamos em presença de aprendizagem receptiva, mas de aprendizagem por descoberta (1995, p.51).

A aprendizagem mecânica ou repetitiva é a aprendizagem de novas informações que não apresenta associações a conceitos relevantes pré-existentes na estrutura cognitiva do

indivíduo. Pode-se acrescentar que este tipo de aprendizagem não é potencialmente significativa. Aquilo que foi estudado ou a atividade que foi desenvolvida pelo aluno não adquiriu significado cognitivo, o aluno apenas internalizou literalmente o que reproduziu literalmente, sem atribuir-lhe sentido.

Concluindo, pode-se estabelecer que tanto a aprendizagem por recepção, quanto a aprendizagem por descoberta, podem ser mecânica ou significativa, tudo irá depender das associações à conceitos que o aluno irá fazer durante o processo de aprendizagem. Conforme Ausubel,

Na realidade, cada distinção (aprendizagem repetitiva em contraste com a significativa e por recepção em contraste com a por descobrimento) constitui uma dimensão completamente independente de aprendizagem. Por isso, são muito mais defendíveis as informações de que ambas aprendizagens, por recepção e por descobrimento, podem ser mecânicas ou significativas, conforme as condições em que se sucede a aprendizagem. Em ambos os casos existe aprendizagem significativa se a tarefa de aprendizagem pode relacionar-se, de modo não arbitrário, substantivo (não ao pé da letra), com o que o aluno já sabe se este adota uma atitude coerente com algum tipo correspondente de aprendizagem para assim fazê-lo. (1978, p. 41, tradução livre).

4.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Para David Ausubel, aprendizagem significativa é o processo no qual uma nova informação é relacionada a um aspecto relevante já existente na estrutura cognitiva do indivíduo,

Como já vimos, a essência do processo de aprendizagem significativa reside em que idéias expressas simbolicamente são relacionadas de modo não arbitrário e substancial (não ao pé da letra) com o que o aluno já sabe, relacionadamente a algum aspecto essencial de sua estrutura de conhecimento (por exemplo, uma imagem, um símbolo já com algum significado, um contexto ou uma proposição) (1978, p.56, tradução livre).

Ausubel relaciona aprendizagem significativa com significado, estabelecendo uma relação intrínseca entre estes conceitos, relacionando-os com a estrutura cognitiva do aluno, de acordo com os processos inerentes a cada aprendiz,

A aprendizagem significativa compreende a aquisição de novos significados, inversamente, estes são produtos da aprendizagem significativa. Isto é, o surgimento de novos significados em um aluno reflete a consumação de uma aprendizagem significativa (1978, p.45, tradução livre).

Considera-se que o significado é o produto do processo de aprendizagem significativa, referente ao conteúdo cognitivo diferenciado evocado em cada aluno de acordo com um símbolo, ou grupo de símbolos específicos. São considerados símbolos, idéias expressas por um material a ser aprendido e informações relevantes que o aluno já possui em sua estrutura cognitiva.

4.2.1 Condições para uma aprendizagem significativa

São necessárias algumas condições fundamentais para que ocorra a aprendizagem significativa.

4.2.1.1 Predisposição para aprendizagem significativa

Para que ocorra a aprendizagem significativa é necessário que o aluno realmente esteja predisposto a estabelecer o relacionamento entre os novos conceitos e os conceitos relevantes disponíveis em sua estrutura cognitiva.

Caso o aluno não esteja com esta predisposição, mesmo que possua idéias relevantes adequadas aos novos conceitos, estará adquirindo uma aprendizagem mecânica, ou seja, aquela aprendizagem em que os novos conceitos apresentam pouca ou nenhuma relação com os conceitos já existentes em sua estrutura cognitiva. A este respeito, Ausubel estabelece,

Assim, independentemente de quanto significado potencial seja inerente a proposição especial, se a intenção do aluno consiste em memorizar arbitrariamente e literalmente (como uma série de palavras relacionadas caprichosamente), tanto o processo de aprendizagem como os resultados do mesmo serão mecânicos e carentes de significado (1978, p.56, tradução livre).

Existem algumas razões para que o aluno por vezes procure a aprendizagem por repetição, mesmo o assunto estudado sendo considerado potencialmente significativo. Talvez a principal razão seja a de que suas respostas substancialmente corretas não estão de acordo ou estabelecem uma correspondência literal com o que foi ensinado. Sendo assim, cria-se a impressão de haver entendido o conteúdo, quando de fato houve apenas memorização de termos chave. O professor deve estar atento para este fato, ou seja, deve verificar o que é significativo no conteúdo ministrado e estabelecer uma relação significativa ao verificar a aprendizagem.

4.2.1.2 Material de aprendizagem potencialmente significativo

O material de aprendizagem potencialmente significativo deve possuir duas características básicas: natureza substantiva e não arbitrário.

Um material é considerado substantivo quando está relacionado com as idéias pertinentes ao conteúdo desenvolvido, porém, este fator deve estar aliado as idéias relevantes em relação ao tema, já contidas na estrutura cognitiva do aluno. Tais idéias servirão de esteio ao novo conteúdo a ser aprendido. Ausubel refere-se a este tema como,

Portanto, para que realmente ocorra a aprendizagem significativa não basta que o material novo seja intencionado e relacionado substancialmente com as idéias correspondentes e pertinentes com o sentido abstrato do termo (a idéias correspondentes pertinentes que alguns seres humanos poderiam aprender em circunstâncias apropriadas). É necessário também que tal conteúdo ideativo pertinente exista na estrutura cognitiva do aluno em particular (1978, p.69, tradução livre).

O material não arbitrário é aquele que relaciona-se com a estrutura cognitiva do aluno sem alterar o seu significado. Isto refere-se ao fato de determinados símbolos ou palavras apresentarem sempre o mesmo significado para o aluno, independente da ocasião ou formas como estão relacionadas. Ausubel (1978, p.59, livre tradução) exemplifica a não arbitrariedade de um material ao colocar que “*canino*” “*hund*” e “*chien*” produziriam os

mesmos significados que “*perro*” em pessoas que dominassem o espanhol, o alemão e o francês”.

4.2.2 Os subsunçores e a sua organização

Pode-se conceituar subsunçor como sendo uma idéia ou conjunto de idéias mais amplas que formam um esteio ou âncora, no qual novas idéias irão se fixar para formar novas proposições mais significativas. Segundo Moreira (1999, p.153), a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Os subsunçores podem ser organizados de diversas maneiras na estrutura cognitiva do indivíduo, verifica-se sua organização por aprendizagem mecânica, por assimilação, por diferenciação progressiva ou ainda por reconciliação integrativa.

4.2.2.1 Organização de subsunçores por aprendizagem mecânica

Este tipo de organização de subsunçores é característico das crianças, pois é evidente que não se nasce com subsunçores organizados. Então, na infância, adquire-se subsunçores por aprendizagem mecânica, pois o indivíduo desconhece a área de conhecimento que está sendo vista. Conforme Moreira (1999, p.154), “(...) a aprendizagem mecânica é sempre necessária quando um indivíduo adquire informações em uma área de conhecimento completamente nova para ele.” Na idade adulta, a organização dos subsunçores se dá por assimilação, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

4.2.2.2 Organização de subsunçores por assimilação

A organização por assimilação é o processo cognitivo pelo qual um novo conceito ou proposição associa-se a outro mais inclusivo existente na estrutura cognitiva do indivíduo. Com a teoria da assimilação também chamada de ancoragem, Ausubel torna mais claro o entendimento da organização de subsunçores. Moreira (1999, p.157) representa esquematicamente esta teoria:

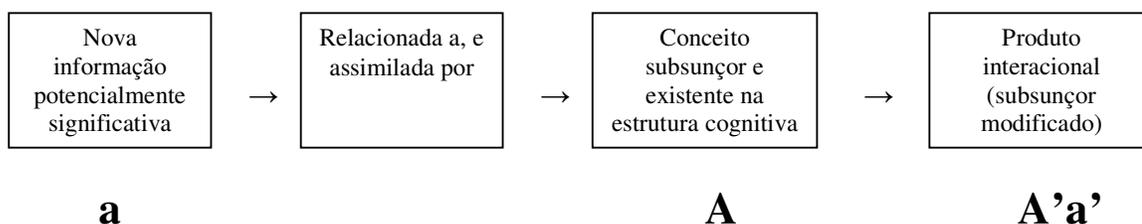


Figura 1: Organização de subsunçores por assimilação

De acordo com a figura, a nova informação **a** e o conceito subsunçor **A** já existente na estrutura cognitiva, são modificados durante a interação. Segundo Moreira (1999, p.157), “Além disso, **a'** e **A'** permanecem relacionados como coparticipantes de uma nova unidade **a'A'** que, em última análise, é o subsunçor modificado.”

No sentido de facilitar a retenção durante o processo de assimilação ou ancoragem, Ausubel considera que durante um determinado período de tempo às novas informações assimiladas, permanecem dissociadas, ou seja:

$$\mathbf{A'a'} \leftrightarrow \mathbf{A' + a'}$$

O produto estabelecido pela interação de **A'a'** é dissociado em **A'** e **a'**, favorecendo a retenção de **a'**, estabelecendo-se então a aprendizagem significativa. A retenção das novas informações estão sujeitas ao esquecimento pois, é mais fácil reter apenas as informações,

conceitos e proposições mais estáveis na estrutura cognitiva. Este esquecimento foi denominado por Ausubel de assimilação obliteradora. As novas informações não mais estarão dissociadas de seus subsunçores, quando A'a' reduz-se simplesmente a A'.

Deve-se considerar que com a assimilação obliteradora, o subsunçor não volta ao seu estado original A, o subsunçor modificado através da informação a' torna-se A'.

Cabe destacar que a representação do processo de assimilação por A'a' é apenas pedagógico, pois uma nova informação pode, em menor escala também interagir com outros subsunçores.

4.2.2.3 Organização de subsunçores por diferenciação progressiva

A organização dos subsunçores por diferenciação progressiva, estabelece que o conteúdo deve ser programado de maneira que as idéias mais gerais e inclusivas venham primeiro, diferenciando-se progressivamente em função dos detalhes e de suas especificidades. Em suma, parte-se dos subsunçores maiores (mais inclusivos) para os subsunçores menores (menos inclusivos). David Ausubel a este respeito coloca,

Esta ordem de apresentação corresponde presumivelmente a sequência natural em que se adquire consciência cognitiva e domínio da matéria quando o ser humano adentra, de maneira livre, em um campo do conhecimento inteiramente desconhecido ou em um ramo desconhecido de um campo de conhecimento conhecido (1978, p.183, tradução livre).

Parte-se do princípio de que é mais fácil para o aluno aprender as partes de um todo mais amplo do que aprender à partir de partes desconexas, para chegar-se a um conceito mais geral. Também considera-se que as idéias ou subsunçores ocupam a mente do indivíduo de maneira hierárquica, na qual os subsunçores mais inclusivos localizam-se no ápice, incluindo os demais conceitos e proposições mais diferenciados.

Comparando esta organização com os livros texto, Ausubel refere-se,

O costume mais estendido e o de separar os materiais temáticos homogêneos em capítulos e subcapítulos distintos e ordenar os temas e subtemas (assim como o material dentro de cada um deles) somente com base na relacionabilidade temática, sem atender a seus níveis relativos de abstração, generalidade e inclusividade (1978, p.184, tradução livre).

Esta prática adotada na elaboração de livros texto confronta-se com a organização por diferenciação progressiva. Assim, os alunos aprendem primeiramente os detalhes de disciplinas novas e pouco familiares, antes de adquirirem os conceitos mais gerais e inclusivos.

4.2.2.4 Organização de subsunçores por reconciliação integrativa

A organização de subsunçores por reconciliação integrativa caracteriza-se pelo fato de que em função de novas informações adquiridas, os subsunçores já existentes, se reorganizem e adquirem novos significados.

Os organizadores prévios ou materiais de ensino podem ser escritos de maneira a facilitar este tipo de organização de subsunçores. Para tanto, deve-se salientar de que maneira as novas informações relacionam-se com as informações (subsunçores) aprendidas anteriormente. A este respeito Ausubel lembra,

Os organizadores também podem desenhar-se expressamente para fomentar o princípio da reconciliação integrativa. Consegue-se isto assinalando de maneira explícita de que forma as idéias aprendidas e relacionadas são basicamente iguais ou essencialmente distintas das idéias novas e da informação da tarefa de aprendizagem. (1978, p.188, tradução livre).

4.2.3 Tipos de aprendizagem significativa

Ausubel relaciona aprendizagem significativa com significado, estabelecendo uma relação intrínseca entre estes conceitos, ou seja, aquilo que será aprendido pelo indivíduo deverá estar relacionado com idéias relevantes já existentes em sua estrutura cognitiva as quais Ausubel denominou de subsunçores.

Em função deste princípio, Ausubel determinou três tipos de aprendizagem significativa.

- Aprendizagem representacional;
- Aprendizagem de conceitos;
- Aprendizagem proposicional.

4.2.3.1 Aprendizagem representacional

A aprendizagem representacional é o tipo básico de aprendizagem significativa, servindo de apoio para os outros dois tipos. Esta aprendizagem ocorre quando se estabelece a relação de significado entre os símbolos arbitrários e seus correspondentes que podem ser objetos, conceitos e exemplos isto faz o aluno estabelecer uma relação entre o significado das palavras aos símbolos. Através desta aprendizagem, o indivíduo é levado a nomear, classificar e definir funções, levando-o ao aprendizado do significado de palavras isoladas e ao que elas representam. Conforme Moreira (1999, p.157): “Os símbolos passam a significar, para o indivíduo, aquilo que seus referentes significam.”

4.2.3.2 Aprendizagem de conceitos

De certa forma, este tipo de aprendizagem é também considerada representacional, pois os conceitos são considerados como símbolos particulares, assim o são outras formas de

unidades referenciais.

A formação de conceitos ocorre quando as palavras se combinam comumente para formar sentenças e constituir proposições que representam realmente conceitos e não objetos ou situações. De acordo com Ausubel et al (1980, p.40): “implica aprender o significado de uma estrutura gerada pela combinação de palavras isoladas numa sentença.”

4.2.3.3 Aprendizagem proposicional

A aprendizagem proposicional refere-se ao significado de idéias expressas por grupos de palavras combinadas em proposições ou sentenças. Conforme Moreira,

A tarefa, no entanto, também não é aprender o significado dos conceitos (embora seja pré-requisito), e, sim, o significado das idéias expressas verbalmente por meio desses conceitos sob forma de proposição, ou seja, a tarefa é aprender o significado que está além da soma dos significados das palavras ou conceitos que compõem a proposição (1999, p.157).

Sendo assim, o que se aprende é o significado de uma nova estrutura, resultado da combinação de várias palavras isoladas entre si, representando, cada uma, uma unidade de referência. Essa combinação de palavras isoladas forma um todo que, em geral, resulta numa nova estrutura, maior ou mais complexa do que a soma das partes.

Ausubel et al estabelecem diferenças entre as aprendizagens por conceitos e representacional,

No primeiro caso, os atributos essenciais do novo conceito são incorporados pela estrutura cognitiva, resultando um novo significado genérico, porém unitário, enquanto que no último caso uma nova proposição (ou idéia composta) é incorporada pela estrutura cognitiva para formar uma outra estrutura significativa (1980, p.40).

Na comparação entre as três aprendizagens, verifica-se que a por conceitos e a por

proposições, podem atingir formas mais complexas de aprendizagem significativa do que a aprendizagem representacional que, notadamente, dá-se de forma automática entre o objeto e seu respectivo símbolo.

4.2.4 Formas de aprendizagem significativa

As formas de aprendizagens significativas são denominadas por Ausubel como subordinada, superordenada e combinatória. Estas formas foram derivadas dos tipos de aprendizagem vistos no item anterior, originando estas três novas estruturas mais inclusivas e relacionáveis com os conceitos cognitivos pré-existentes ou subsunçores.

4.2.4.1 Aprendizagem subordinada

A aprendizagem subordinada estabelece que um novo conceito ou proposição, está subordinado a idéias mais abrangentes ou inclusivas, preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Moreira conceitua esta forma de aprendizagem como,

O processo até aqui enfatizado, segundo o qual a nova informação adquire significado por meio da interação com subsunçores, reflete uma relação de subordinação do novo material em relação à estrutura cognitiva preexistente. A esse tipo de aprendizagem dá-se o nome de subordinada (1999, p.159).

Esta forma de aprendizagem significativa apresenta dois tipos:

- Aprendizagem subordinativa derivativa
- Aprendizagem subordinativa correlativa

A aprendizagem é do tipo subordinativa derivativa, quando o material a ser aprendido exemplifica ou reforça uma idéia relevante, já existente na estrutura cognitiva do aluno.

Uma aprendizagem é do tipo subordinativa correlativa quando o material a ser aprendido constitui uma extensão, elaboração, modificação ou qualificação de proposições anteriormente adquiridas.

Salienta-se que a organização dos subsunçores por diferenciação progressiva com sua característica focada nas idéias mais relevantes conforme visto anteriormente serve de esteio à aprendizagem subordinada. De acordo com Moreira:

Como já foi dito, quando um novo conceito ou proposição é aprendido por subordinação, i.e, por um processo de interação e ancoragem em um conceito subsunçor, este também se modifica. A ocorrência desse processo uma ou mais vezes leva à diferenciação progressiva do conceito subsunçor. Na verdade, este é um processo quase sempre presente na aprendizagem significativa subordinada (1999, p.160).

4.2.4.2 Aprendizagem superordenada

Esta forma de aprendizagem ocorre quando uma determinada proposição relaciona-se à idéias ou subsunçores que fazem parte de um conceito mais amplo. Como por exemplo, um aluno de Matemática pode identificar o seno de um ângulo como fazendo parte de um grupo maior de funções, chamado de funções trigonométricas, uma vez que ele já possuía os subsunçores de cosseno e tangente.

A esta forma de aprendizagem, Novak (1981, p.69) coloca “A aprendizagem superordenada ocorre quando conceitos previamente aprendidos são percebidos como elementos de um conceito mais amplo, mais inclusivo”.

4.2.4.3 Aprendizagem combinatória

A forma de aprendizagem combinatória é aquela que se relaciona com um conjunto de subsunçores relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aluno, de maneira bem geral,

como um todo. Todavia, não pode ser relacionada às idéias subordinadas nem às idéias superordenadas. Esta forma de aprendizagem também é caracterizada como generalização.

Ausubel et al colocam:

A grande maioria das generalizações “novas” que os estudantes aprendem em ciências, matemática, estudos sociais e ciências humanas, constitui exemplos de aprendizados combinatórios, por exemplo, relações entre massa e energia, calor e volume, estrutura genética e variabilidade, demanda e preço. Embora adquiridas com maior dificuldade do que as proposições subordinativas ou superordenadas, manifestam, uma vez adequadamente formuladas, a mesma estabilidade interna como qualquer idéia inclusiva ou superordenada na estrutura cognitiva (1980, p.50).

Moreira, estabelece relações entre as formas de aprendizagens com os tipos de aprendizagens vistos anteriormente,

Observa-se que esta categorização de tipos de aprendizagem (subordinada, superordenada e combinatória é, obviamente, compatível com a anterior (representacional, de conceitos e proposicional). Por exemplo, a aprendizagem de conceitos pode ser subordinada, superordenada, ou em menor escala, combinatória. A aprendizagem de proposições pode, também, ser subordinada, superordenada ou combinatória (1999, p.159).

A organização de subsunçores por reconciliação integrativa está intimamente relacionada a aprendizagem superordenada e combinatória, porque ambas partem do princípio da reorganização dos subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do aluno.

A este respeito, Moreira salienta,

Por outro lado, na aprendizagem superordenada (ou na combinatória), idéias estabelecidas na estrutura cognitiva podem, no curso de novas aprendizagens ser reconhecidas como relacionadas. Assim, novas informações são adquiridas e elementos existentes na estrutura cognitiva podem reorganizar-se e adquirir novos significados. Esta recombinação de elementos previamente existentes na estrutura cognitiva é referida por Ausubel como reconciliação integrativa (1999, p.160).

4.3 TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Vive-se na chamada era digital. Neste contexto, a sociedade, na busca incessante de informações instantâneas ou não, apropria-se destas tecnologias visando facilitar a formação de conhecimentos inerentes às diversas áreas de estudo e pesquisa. Usa também para facilitar o seu dia a dia, quer no trabalho ou no lazer.

Nesta era digital, as tecnologias da informação e comunicação, integram-se com a evolução e qualidade de vida do homem, proporcionando-lhe facilidades e desafios, porque juntamente com as TIC's, surgem novos e competitivos ambientes empresariais. A escola, como esteio de toda e qualquer mudança social, também recebe esta proposta desafiadora e procura, de alguma forma, estar de acordo com a utilização destas tecnologias.

4.3.1 Internet

Uma das principais ferramentas das TIC's é a *Internet* ou Rede Mundial de Computadores, que possibilita ao indivíduo a busca instantânea de informações que deverão gerar conhecimentos criando valor para si e para as atividades executadas.

A *Internet* originou-se com a *Arpanet*, criada em 1969, e apresentada ao mundo em 1972 através da ARPA, a oficina de projetos avançados de investigação do Departamento de Defesa dos Estados Unidos. A razão para criação desta rede foi a de facilitar a comunicação entre os diferentes grupos universitários de informática, financiados pelo Departamento de Defesa e, em especial permitir o compartilhamento de arquivos e acesso remoto.

Em países como o Brasil, os efeitos da era digital, em especial a utilização da *Internet*, podem ser avaliados pela contínua expansão dos usuários. Liberada em 1995 para uso doméstico e empresarial, a *Internet* vem, a cada ano, ganhando novos usuários com tendência de contínuo crescimento.

Com a implementação dos sites de busca, como o *Google* por exemplo, a *Internet* passou a expor todos os conteúdos e idéias. A educação aparece como um dos principais assuntos explorados nos *sites* de busca, pois está intimamente relacionada com os primórdios da *Internet*, através da *Arpanet*.

4.3.2 Serviços oferecidos pela *Internet*

Com a utilização de diferentes aplicações, a *Internet* oferece quatro tipos principais de serviços: comunicação, recuperação de informações, serviços *Web* e a *World Wide Web*.

4.3.2.1 Comunicação

Em função do serviço de comunicação da *Internet*, o usuário além de ter acesso a uma grande quantidade de dados, pode dispensar a utilização do telefone e, mais recentemente utilizar a telefonia IP – VOIP para comunicar-se via *Internet*, de modo semelhante à telefonia convencional.

A principal característica dos serviços proporcionados pela *Internet* refere-se a interatividade porque, o usuário pode comunicar-se com uma ou mais pessoas ao mesmo tempo, em qualquer parte do mundo.

Os serviços de comunicação mais importantes são o correio eletrônico, o *newsgroup* e o *chat*.

4.3.2.2 Recuperação de informações

Este tipo de serviço, permite que os usuários acessem, via *Internet*, milhares de catálogos de bibliotecas *on-line*, assim como milhares de banco de dados disponibilizados ao público por corporações, governos e órgãos governamentais e organizações sem fins lucrativos. Como a *Internet* pode ser considerada um conjunto de redes descentralizadas, torna-se necessária a utilização de programas ou protocolos específicos para acessar o serviço, buscando a localização de arquivos. Como exemplo destes programas específicos tem-se: *Gopher*, *Archie*, *WAIS*, *File Transfer Protocol (FTP)*, etc.

4.3.2.3 Serviços web

Os Serviços *Web* implementam idéias amplamente usadas, como troca eletrônica de documentos, interação entre sistemas e outros. Tudo isto é feito de maneira simples, principalmente com a utilização de um protocolo ou programa de rede chamado de HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) e da linguagem de programação XML (*Extensible Markup Language*), que propiciaram juntamente com o HTML (*Hypertext Transfer Protocol*), a base para a criação do WWW (*World Wide Web*).

4.3.2.4 World wide web

Este tipo de serviço também revolucionou a utilização da *Internet* porque propiciou o fácil acesso aos diversos serviços disponibilizados. Propiciou por exemplo, a criação da páginas interativas com o usuário, através da utilização de *links* que automaticamente estabelecem a rota, “caminho”, para o endereço desejado. Com a melhoria das comunicações e também com o advento de linguagens de programação, que tornam estas páginas cada vez

mais atraentes e interativas, criou-se o conceito de Portais, que podem ser corporativos, educacionais ou de consulta. Os principais serviços disponibilizados pelo *Word Wide Web* são: comércio eletrônico, pesquisa e recuperação de informações.

4.3.3 Educação e Internet

Com o formato *Wide World Web a Internet* abriu-se a possibilidade de acessar uma quantidade enorme de informações sobre os assuntos mais variados possíveis. É a informação chegando até o usuário através de apenas alguns comandos feitos na tela do computador. Sendo assim, a *Internet* passa a ser uma poderosa ferramenta para a área educacional, pois, permite ao aluno encontrar nos *sites* as informações que o levarão à solução de problemas no momento em que aparecem, otimizando seu aprendizado. De acordo com Morin,

As novas tecnologias digitais têm o potencial de oferecer novos olhares, novas formas de acessar a informação, novos estilos de pensar e raciocinar. Surgem novas maneiras de processar a construção do conhecimento e criar redes de saberes, que podem gerar novos ambientes de aprendizagem. Ambientes cognitivos abertos à compreensão do ser humano em sua multidimensionalidade, como um ser indiviso em sua totalidade, com seus diferentes estilos de aprendizagem e suas distintas formas de resolver problemas” (MORIN 1996, apud DELCIN, 2005, p. 65).

Neste contexto, a escola necessita desenvolver novas formas de tratamento da informação gerada por esta poderosa ferramenta. Para tanto, é necessário além de agilizar o processo de ensino/aprendizado, também estimulá-lo na comunidade escolar.

4.4 PORTAL

Inicialmente um portal era conhecido como uma máquina de busca, com o objetivo de facilitar o acesso às informações contidas nos diversos documentos espalhados pela *Internet*. Com a finalidade de auxiliar usuários menos experientes, os portais categorizaram os

documentos de acordo com o tipo de busca, ou seja, de acordo com o conteúdo: cultura, turismo, educação, meteorologia e outros. Os portais tornaram-se então lugares ou *sites* da Rede Mundial de Computadores que se propõe a ser um ponto de partida para usuários que se conectam na *Web*. Além de busca de documentos, também possuem a disposição: *chat* (bate papo eletrônico via *Internet*), *e-mail*, listas de discussão e as comunidades (como o *Orkut*).

Com a expansão dos serviços proporcionados pela *Web* as empresas passaram a utilizar-se dos chamados Portais Corporativos, que nada mais são do que portais voltados aos seus setores e serviços. Normalmente estes portais estão localizados nas *Intranet's*, que são redes de computadores localizadas nas próprias corporações, ou nas *Extranet's* que são o resultado da interligação de duas ou mais *Intranet's*.

A educação seguiu o mesmo caminho dos portais corporativos, com a utilização dos Portais Educacionais, onde se encontram postadas as informações sobre assuntos específicos de acordo com a área, grupos de alunos e/ou professores a que se destinam.

4.5 PORTAIS EDUCACIONAIS

Quando se estuda sobre as mais diversas formas de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) existentes e procura-se relacioná-las com o desenvolvimento intelectual do indivíduo, verificam-se suas implicações pedagógicas. Estas, por sua vez, modificam-se na medida da velocidade com que as TIC's vão surgindo ou aperfeiçoando-se. Na realidade, há o repensar das escolas e universidades dentro desta forma de comunicação. De acordo com Magdalena e Costa,

Mais do que incentivar nossos alunos a acessar e buscar material na Internet precisamos, junto com eles, explorar a pluridirecionalidade desses meios, aprendendo também a produzir, veicular e fazer circular informações e significados construídos nesse espaço de convivência (2003, p.107).

Os Portais Educacionais entram neste contexto tendo que conquistar não apenas os alunos, mas também os professores, que passam a aceitar e aprender a utilizar a *Internet* em sala de aula, sendo incentivadores de seu uso como ferramenta que auxilia na construção do conhecimento. De acordo com Delcin,

A prática pedagógica ainda caminha à margem do avanço tecnológico, mas podemos avançar para uma nova fronteira educacional a ser descoberta na interatividade, conectividade e hipertextualidade, potencializadas pelas novas tecnologias, re-significando e transformando a visão fragmentada do mundo e do saber (DELGIN, 2005, p.57).

Considerando os Portais Educacionais como uma ferramenta pedagógica inserida em todas as etapas do ensino, inclusive no ensino superior, pode-se analisá-la de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Os Portais Educacionais podem ser considerados como organizadores prévios do conteúdo desenvolvido ou a ser desenvolvido em sala de aula. Sempre que existir a preocupação de uma aprendizagem em que realmente o aluno internalize as informações contidas nos portais, de maneira que traga novos significados à sua estrutura cognitiva. Outra importante citação de Magdalena e Costa que corrobora este parágrafo é,

O nível educativo de uma sociedade informacional não se mede pela quantidade de conexões, mas pela inserção crítica, assertiva e competente dos indivíduos na relação com o espaço eletrônico, nas trocas que são capazes de estabelecer, no que são capazes de produzir, de criar com e a partir desses meios (2003, p.107).

Quando desenvolve-se um portal, a principal finalidade é atrair e estimular sua utilização por um número cada vez maior de usuários. No caso de um Portal Educacional, deve existir a preocupação específica com a motivação do aluno durante o processo de ensino/aprendizagem.

4.5.1 Os portais educacionais e a motivação

Conforme visto nas páginas 21 e 22, existem duas condições fundamentais para que ocorra a aprendizagem significativa: a predisposição do aluno e a qualidade dos organizadores prévios que devem ser de natureza substantiva e não arbitrário. Para que estas condições sejam atendidas, os Portais Educacionais quando atuando como organizadores prévios, devem estar adequados às premissas da aprendizagem significativa, portanto, deve possuir os estímulos necessários para que o aluno sinta-se motivado para sua utilização. De acordo com Dorfman,

Sendo a escola o grande espaço para que o indivíduo seja estimulado para a aprendizagem e, conseqüentemente, para o desenvolvimento, ferramentas utilizadas nesse ambiente irão favorecer o estímulo desse crescimento. É dessa forma que a *Internet* – por meio de portais educacionais – deve ser vista: como uma ferramenta de grande utilidade ao professor, que dela poderá se apropriar para estimular a aprendizagem e o desenvolvimento de seu aluno (2003, p.17).

4.5.1.1 A motivação e seus atributos

Para que o professor possa avaliar a motivação do aluno para a navegação, alguns importantes atributos devem ser considerados quando utiliza-se portais educacionais como organizadores prévios, tais atributos foram extraídos de Dorfmann (2003):

4.5.1.1.1 *Conveniência*

Consiste na facilidade para se obter o que se deseja quando se está conectado em um portal educacional ou não. A *Internet* possui característica intrínseca deste atributo pois, permite o acesso as informações, bate papo (*chat*) e diversas outras ações, bastando para isso ter um computador conectado.

4.5.1.1.2 Acessibilidade

Este atributo refere-se à possibilidade de acesso as informações contidas na *Internet* no momento que melhor convier ao usuário. Entretanto, nem sempre os usuários conseguem acessar o portal ou *site* escolhido porque, por diversas razões de ordem técnica pode não ocorrer a disponibilidade no momento da consulta.

A acessibilidade é um fator que influi no processo de motivação do usuário pois, se ele não consegue o acesso, poderá desistir da consulta. Isto interrompe mesmo que momentaneamente, o processo de aprendizagem do aluno.

4.5.1.1.3 Confiabilidade

O atributo confiabilidade se caracteriza pela confiança depositada pelo indivíduo ou usuário no produto ou serviço que será adquirido e consumido via *Internet*. Assim, todo processo de decisão da compra de um produto ou serviço envolve o usuário de forma significativa, porque ele irá analisar as opções existente a partir de seus critérios de avaliação e necessidade, depositando sua confiança no que foi escolhido. Na *Internet*, esse processo torna-se mais criterioso, já que a transação é toda feita virtualmente. O usuário ao selecionar um Portal Educacional para pesquisa ou até mesmo acessar determinados portais pagos, estará confiando nas informações neles contidas. E chegará o momento em que ele irá verificar se realmente as informações são fidedignas e estão de acordo com a sua procura. Esta verificação acontece quando o aluno for avaliado pelos conteúdos pesquisados nos portais. Este atributo é muito importante para um portal porque pode determinar futuros acessos dos alunos ou do professor para efetivarem novas pesquisas.

4.5.1.1.4 Atualização

Este atributo refere-se a velocidade com que os conteúdos do portal são atualizados ou modificados, no sentido de melhorar constantemente a motivação para seu uso. Isto proporciona ao portal uma melhor interatividade com o usuário, pois a atualização de conteúdos traz também alguma mudança na interface gráfica do portal.

4.5.1.1.5 Variedade de serviços

Este atributo, relaciona-se com a capacidade do Portal Educacional oferecer exatamente aquilo que o usuário quer, ou seja, procurar explorar de maneira séria e completa o conteúdo desenvolvido no site. Para atingir esta meta, é necessário que seja estabelecido claramente o objetivo ou objetivos do Portal Educacional em questão.

4.5.1.1.6 Personalização

O atributo de personalização refere-se à capacidade do Portal Educacional falar diretamente e de forma personalizada com o aluno. Isso porque a *Internet* permite a utilização de uma linguagem interativa com seu usuário, ou seja, permite que, de acordo com o tipo de *site* e grupo ao qual se destina, utilize-se uma linguagem própria, procurando relacioná-la com a atividade ou conteúdo associado.

4.5.1.1.7 Interatividade

Este atributo refere-se a capacidade de um Portal Educacional oferecer ao usuário interação com outros usuários. Estando conectado a *Internet*, o usuário escolhe por onde quer

navegar, com quem quer se relacionar e quais conteúdos quer ver. Para isto, o usuário seleciona o portal que melhor lhe convier, de acordo com o conteúdo e a interatividade, ou seja, se oferece ferramentas que permitam trocar idéias com outros usuários sobre o conteúdo. Entre as ferramentas pode-se citar: *e-mail*, *chat* e suporte *on-line*, considera-se o suporte *on-line* como sendo um profissional da área da Educação com a tarefa de dirimir eventuais dúvidas dos alunos.

4.5.1.1.8 Navegação

O atributo Navegação é o rumo dado ao usuário quando acessa o Portal Educacional, ou melhor, são os direcionamentos que vão permitir ao usuário utilizá-lo de forma ordenada, sem se perder entre as páginas que o compõem. Saber se locomover dentro das diversas páginas de conteúdo oferecidas pelo Portal irá depender da estrutura definida.

Nielsen (2000) afirma que a *web* é um sistema de navegação com uso básico de *clicks* em *links* de hipertextos, para se mover em um enorme espaço de informações, de milhares de páginas. Por isso, é importante criar uma estrutura de navegação que permita ao usuário locomover-se com facilidade, sem se perder e, principalmente, sabendo onde está e como pode voltar ou acessar outras informações, a partir do ponto de origem. A interface de navegação criada pelo *site* precisa responder a três perguntas básicas dos usuários: Onde eu estou? Por onde eu estive? Para onde posso ir? (Nielsen, 2000). Testados como itens importantes para um processo de navegação: facilidade para encontrar conteúdos, botões e *link* que demonstram sua finalidade, barras de navegação visíveis e informações dispostas de forma organizada e de fácil compreensão.

4.5.1.1.9 Conteúdo

O atributo Conteúdo de um Portal Educacional pode ser considerado o mais importante dos atributos, diz respeito a tudo que está contido no *site* em termos de informação. Para melhor avaliar com profundidade este item em um Portal, deve-se observar: variedade do conteúdo, profundidade e interesse do público a que se destina.

4.5.1.1.10 Design

Sendo a *Internet* uma interface visual, adquire significativa importância a impressão causada ao usuário e os recursos gráficos do *site*. Estes recursos poderão ou não prender sua atenção e, desta forma, motivá-lo para continuar a navegação e, conseqüentemente, o seu aprendizado. Entre os recursos gráficos utilizados que devem ser avaliados para um bom desempenho de um portal citam-se: o uso de fontes adequadas para leitura, uso de cores para a navegação, ícones para classificação de conteúdo e utilização de recursos gráficos que facilitem a navegação.

4.6 MAPAS CONCEITUAIS

Os mapas conceituais são organizações gráficas dos conhecimentos, que procuram identificar e relacionar os conceitos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, através das inter-relações destes conceitos, formando proposições. De acordo com Ruiz-Primo e Shavelson (1996), a maioria das teorias cognitivas parte da suposição de que a inter-relação de conceitos é uma propriedade essencial do conhecimento.

Os mapas conceituais relacionam-se com duas teorias de autores cognitivistas, Deese (1965) através de sua teoria de memória associacionista e com David Ausubel (1978) com a

teoria de memória hierárquica. Em ambas teorias, os autores relacionaram o desenvolvimento cognitivo dos alunos a mapas cognitivos ou conceituais.

4.6.1 Mapas conceituais de redes

Inicialmente a Teoria Associacionista caracterizou a estrutura cognitiva como sendo uma quantidade de conceitos inter-relacionados. Estes conceitos foram representados como os nodos de uma rede associados entre si sem etiquetas. Esta visão de rede cognitiva levou às atuais Redes Semânticas e aos Mapas Conceituais Semânticos, nos quais os nodos são unidos e direcionados através de setas etiquetadas produzindo proposições. Segundo Amorretti e Tarouco,

A representação do conhecimento sob a forma de mapas conceituais, com os conceitos organizados de forma relacional e modular em classes e subclasses, é uma maneira alternativa de estruturar a informação. A fundamentação teórica dos mapas conceituais decorre da teoria das redes semânticas que é basicamente uma representação visual do conhecimento, uma espécie de grafo orientado, etiquetado geralmente conexo e cíclico, cujos nós representam os conceitos e seus arcos, ligações (*links*), representam as relações entre os conceitos (2000, p1).

A Inteligência Artificial utiliza-se destes tipos de mapas para representação do conhecimento, adotando o nome de Redes Semânticas, onde os nodos representam uma noção mais geral do conhecimento, chamado de protótipo.

As características gerais dos mapas conceituais de redes são:

- Mapas conceituais são redes com conceitos colocados em nodos ligados e direcionados através de linhas etiquetadas para produzir proposições;
- As linhas entre os nós podem representar várias relações;
- Qualquer número de linha pode conectar dois nodos;
- A rede pode dividir os nós em subredes e indicar links entre estas subredes.

A figura mostra um mapa conceitual de rede:

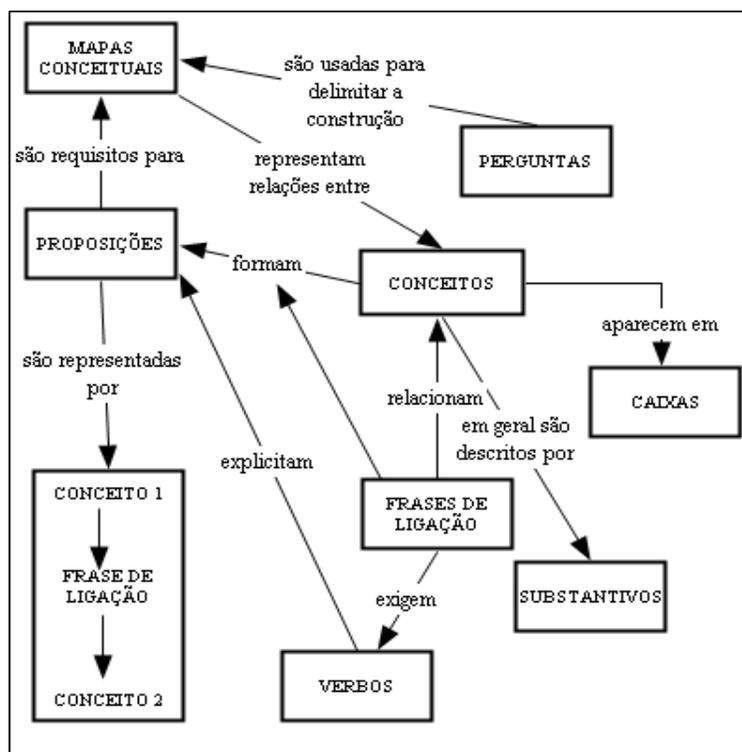


Figura 2: Mapa conceitual de rede

4.6.2 Mapas conceituais hierárquicos

Os mapas conceituais hierárquicos são baseados na Teoria da Aprendizagem significativa de David Ausubel. Segundo Moreira e Buchweitz,

Portanto, mapas conceituais são diagramas hierárquicos indicando os conceitos e as relações entre esses conceitos. Esses diagramas procuram refletir a organização conceitual da disciplina, de um livro, de um artigo, de um experimento de laboratório, da estrutura cognitiva de um indivíduo sobre um dado assunto, de uma obra ou de uma outra fonte ou área de conhecimento qualquer. Ou seja, sua existência é derivada da estrutura conceitual de uma fonte de conhecimentos (1987, p.9-11).

Estes organizações gráficas podem representar as atividades do currículo de um curso, dos conteúdos de uma disciplina e ainda tornar possível o estudo da interdisciplinar e/ou transdisciplinar de cursos. Com relação ao ensino, podem ser utilizados na avaliação significativa dos conteúdos apresentados, como organizadores de conhecimentos prévios ou subsunçores, como organizadores prévios das atividades de sala de aula, etc.

Entre as diversas aplicações citadas acima, cabe ressaltar a avaliação de pesquisas escolares, com a utilização de um mapa conceitual padrão elaborado por professores ou especialistas, para posteriores comparações com os mapas elaborados durante as etapas da pesquisa. Conforme Faria,

Em algumas pesquisas educacionais os investigadores utilizaram mapas conceituais idealizados, elaborados por especialistas em assuntos específicos, comparando-os com os mapas elaborados pelos alunos em vários momentos do processo de aprendizagem escolar (1995, p.2).

A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel fornece os princípios teóricos para elaboração dos mapas conceituais. Começando pela seleção dos itens, na qual Ausubel preconiza que devem ser selecionados os principais conceitos e proposições relevantes a estrutura cognitiva do conteúdo a ser considerado. Proposição é considerada como sendo a interligação de dois ou mais conceitos, formando a estrutura de uma sentença com caráter significativo.

Em sua organização, os mapas conceituais utilizam-se do princípio da diferenciação progressiva e do princípio da reconciliação integrativa da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, conforme visto nas páginas 25 e 26:

- Princípio da diferenciação progressiva: Organiza-se o conteúdo de maneira hierárquica, indo dos conceitos e das proposições mais gerais para os conceitos e proposições mais específicos.
- Princípio da reconciliação integrativa: Consiste em assinalar as relações

explícitas entre os conceitos, ou seja, a partir de novas informações adquiridas, novos conceitos são formados e relacionam-se com conceitos já existentes na estrutura cognitiva.

A metodologia para construção de mapas conceituais proposta por Novak (2005) a seguir é apresentada de modo resumido e simplificado:

Etapa 1:

- identificação da questão fundamental que engloba o problema, as questões ou o domínio de conhecimento que se deseja mapear;
- seleção de dez a vinte conceitos que sejam pertinentes a tal questão;
- utilização uma, duas, ou no máximo, três palavras para expressar cada conceito (tais palavras serão os conceitos).

Etapa 2:

- ordenação dos conceitos por abrangência, inserindo os mais abrangentes no topo da lista.

Etapa 3:

- avaliação da listagem de conceitos e, se necessário, a adição de outros.

Etapa 4:

- construção do mapa, colocando os conceitos mais abrangentes ou gerais no topo.

O mapa pode ser construído, por exemplo, em um *software* que permita que palavras sejam colocadas dentro de caixas de texto, de modo a rotular os diferentes conceitos do diagrama. De modo geral, haverá um, dois, ou no máximo, três conceitos mais gerais no topo do mapa (nível mais alto da hierarquia).

Etapa 5:

- seleção de dois, três ou até mesmo quatro sub-conceitos que serão colocados em um nível abaixo de cada conceito mais abrangente ou geral;
- caso se tenha cinco ou mais conceitos que pareçam ser sub-conceitos de algum conceito, deve-se criar um nível hierárquico intermediário entre eles, utilizando algum conceito de abrangência intermediária.

Etapa 6:

- conexão dos conceitos do mapa com linhas, utilizando uma linha para cada dois conceitos, sempre que conveniente. As linhas devem ser rotuladas com uma ou mais palavras que indiquem o relacionamento entre tais conceitos, formando declarações ou proposições válidas. As conexões entre os conceitos criam significados. Assim, a estrutura de significado para um dado assunto ou domínio de conhecimento, passa a se evidenciar conforme um grande número de idéias relacionadas que são conectadas umas às outras no mapa.

Etapa 7;

- avaliação e alteração da estrutura hierárquica do mapa, tantas vezes quanto for necessário, de acordo com os novos conhecimentos ou novas percepções, buscando garantir que conceitos mais abrangentes ou gerais sejam colocados mais próximos ao topo do mapa. Nesta etapa, é fundamental que os conceitos (ou caixas de texto, no caso de um *software*), possam ser movidos com facilidade pelo diagrama.

Etapa 8:

- busca de interligações entre conceitos em diferentes partes do mapa, conectando-os com linhas rotuladas. Interligações freqüentemente permitem que se percebam novas e criativas relações no domínio de conhecimento.

Etapa 9:

- nesta etapa podem ser anexados exemplos específicos dos conceitos.

Mapas conceituais podem ser feitos de inúmeras maneiras para um mesmo contexto. Isso significa que, conforme aumenta o entendimento dos relacionamentos entre os conceitos, também aumenta a chance de que o mapa sofra mudanças.

Conseqüentemente, após reavaliações de um mesmo mapa em diferentes momentos, alterações não apenas serão possíveis, mas esperadas. Tais alterações ocorrerão tantas vezes quanto necessário, conforme se busquem novos conhecimentos ou novas percepções. A figura, a seguir, mostra um exemplo de mapa conceitual hierárquico:

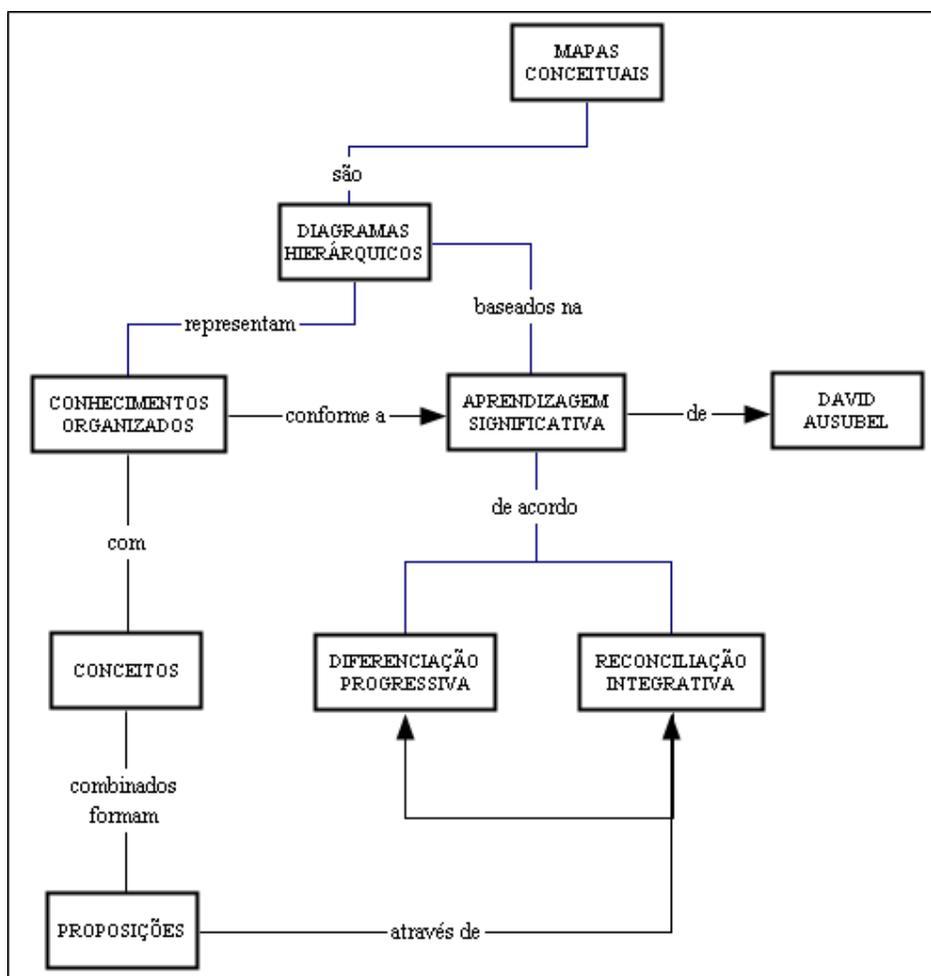


Figura 3: Mapa conceitual hierárquico

5 METODOLOGIA

5.1 ABORDAGEM DA PESQUISA

Esta pesquisa utiliza a abordagem qualitativa porque melhor atende aos objetivos do estudo e também está adequada aos pressupostos construtivistas que norteiam a teoria significativa aplicada aos mapas conceituais. Conforme Moreira (1990, p.32)

Pesquisa qualitativa é um termo que tem sido usado alternativamente para designar várias abordagens à pesquisa em ensino, tais como pesquisa etnográfica, participativa observacional, estudo de caso, fenomenológica, construtivista, interpretativa, antropológica cognitiva.

A abordagem qualitativa possui uma relação com os mapas conceituais. Esta relação ocorre na medida em que os mapas aprofundam a análise e desenvolvimento do conteúdo de aprendizagem avaliado durante este trabalho, uma vez que o pesquisador busca, os significados existentes no processo de ensino/aprendizagem, examinando o contexto do grupo que está sendo pesquisado. Segundo Faria (1995, p.2),

A teoria da aprendizagem de David Ausubel, de orientação cognitiva e voltada para a aprendizagem verbal, forneceu os princípios teóricos para elaboração dos mapas conceituais, ou seja, o critério orientador de seleção dos itens que deverão compor os mapas e os princípios de organização dos mesmos.

5.2 CLASSIFICAÇÃO QUANTO AOS OBJETIVOS DA PESQUISA

Esta classificação visa orientar o pesquisador quanto ao alcance dos objetivos traçados em sua pesquisa.

Considerando o objetivo geral desta pesquisa que é o de analisar a efetividade pedagógica de um portal educacional de matemática na organização de subsunçores, conforme a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, pode-se considerar esta pesquisa como sendo de caráter exploratório. O pesquisador necessita aprofundar seus conhecimentos para tanto, segundo Gil (2002, p. 41) “Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícitos ou a constituir hipóteses.”

Em função dos objetivos específicos, a pesquisa assume também o caráter explicativo, porque descobre os fatores que influenciam de modo substancial na consecução destes objetivos. Quanto a este tipo de pesquisa Gil (2002, p.42) afirma que: “Essas pesquisas têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos.”

5.3 CLASSIFICAÇÃO QUANTO AOS PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

A classificação quanto aos procedimentos técnicos utilizados é de vital importância para associar o referencial teórico com os dados práticos coletados pelo pesquisador.

A pesquisa experimental foi escolhida como método científico para este trabalho, devido à necessidade do pesquisador atuar como agente ativo durante a determinação dos grupos pesquisados, e também em relação as variáveis envolvidas no processo. Conforme Gil (2002, p.49),

As pesquisas experimentais constituem o mais valioso procedimento disponível aos cientistas para testar hipóteses que estabeleçam relações de causa e efeito entre as variáveis.

5.4 AMOSTRA

O método de amostragem utilizado para a pesquisa foi o não-probabilístico porque, segundo Bisquerra, Sarriera e Martinez (2004, p.20) “Estes métodos selecionam os indivíduos, seguindo determinados critérios, buscando a representatividade da amostra resultante”. O tipo de amostragem não-probabilística utilizado foi por tipicidade, porque foram utilizados critérios específicos e fundamentais para a escolha dos elementos da amostra, conforme os objetivos deste estudo. Conforme Marconi e Lakatos (1990, p.48),

Em determinados casos, considerações de diversas ordens impedem a escolha de uma amostra probabilística, ficando a cargo do pesquisador a tentativa de buscar, por outras vias, uma amostra representativa. Uma das formas é a procura de um subgrupo que seja típico em relação à população como um todo.

5.5 O CONTEXTO DA PESQUISA

Os objetivos deste estudo estão fundamentados na Teoria da Aprendizagem significativa de David Ausubel e procuram verificar a eficiência de um portal educacional de Matemática na organização de subsunçores, em alunos de nível universitário, cursando disciplinas de Matemática.

A disciplina selecionada pelo pesquisador foi a disciplina de Matemática III, por apresentar o conteúdo universal de equações diferenciais, em relação aos diversos cursos de Engenharia. Sendo assim, participou da pesquisa uma turma de alunos de Equações Diferenciais do curso de Engenharia em Energia e Desenvolvimento Sustentável da UERGS –

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Os conhecimentos prévios envolvidos na pesquisa foram determinados em conjunto com o professor da disciplina e, faziam parte do conteúdo estudado durante o semestre em curso, logo, os subsunçores foram ministrados pelo próprio professor.

A característica da amostra é não-probabilística, porque existiu a necessidade do conteúdo ser ministrado por um único professor para garantir o ensino homogêneo. Para tanto foi selecionada uma única turma de alunos para garantir este critério. Com isto, a mostra tornou-se a turma Equações Diferenciais o que, por impossibilidade de comparações, não se pode inferir técnicas estatísticas de correção de erros amostrais, caracterizando uma amostra não-probabilística. Conforme Marconi e Lakatos (1990, p.38),

Sua característica primordial é poder ser submetida a tratamento estatístico, que permite compensar erros amostrais e outros aspectos relevantes para a representatividade e significância da amostra.

Por outro lado, o fato da disciplina de Matemática III possuir um conteúdo universal, tornou a turma uma amostra típica, representando a população dos alunos das disciplinas com os conteúdos de Equações Diferenciais dos cursos de Engenharia. Portanto, a amostra é não-probabilística por tipicidade.

5.6 COLETA DOS DADOS

A coleta dos dados foi primeiramente executada através de um pré-teste, elaborado pelo pesquisador segundo os preceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, aplicado aos alunos da turma da disciplina de Equações Diferenciais. Após a realização foi feita a correção; em função das notas, os alunos foram separados em dois grupos de 11 alunos cada, formando-se então os grupos experimental e de controle.

Anteriormente ao pré-teste, foi elaborado pelo pesquisador o mapa conceitual padrão dos conteúdos necessários à organização dos conhecimentos prévios, em relação ao próximo assunto a ser desenvolvido em sala de aula. O pré-teste foi então feito baseado neste mapa conceitual, considerando o princípio da diferenciação progressiva da Teoria de David Ausubel com os chamados links cognitivos (terminologia do pesquisador), que correspondem aos subsunçores selecionados.

Após a divisão dos dois grupos e em outra oportunidade, o professor da disciplina ministrou ao grupo de controle uma aula de revisão dos conteúdos envolvidos no pré-teste. O grupo experimental realizou uma pesquisa sobre os mesmos conteúdos, em um portal pedagógico estipulado pelo pesquisador, no laboratório de informática .

Após foi aplicado aos dois grupos um pós-teste abrangendo o mesmo conteúdo e questões do pré-teste.

5.7 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados foi feita considerando-se a análise de dois aspectos:

5.7.1 Aspecto qualitativo

Nesta análise foram comparados os mapas conceituais de cada aluno com o mapa padrão. Segundo Faria (1995,p.2),

[...] os investigadores utilizaram mapas conceituais idealizados, elaborados por especialistas em assuntos específicos, comparando-os com os mapas elaborados pelos alunos em vários momentos do processo de aprendizagem escolar.

O mapa conceitual padrão serviu de base cognitiva para elaboração dos pré e pós-testes. Pode-se, com esta análise, verificar exatamente quais links cognitivos foram ou não alcançados pelo aluno.

5.7.2 Aspecto quantitativo

A análise dos dados segundo o aspecto estatístico é muito importante para o estabelecimento dos graus de significância encontrados a partir das análises feitas entre os grupos de controle e experimental.

A prova não-paramétrica segundo a escala de medida nominal foi a escolhida para a execução das análises estatísticas, através da prova de Wilcoxon que utiliza duas amostras relacionadas.

Justifica-se a escolha da prova não-paramétrica em função da amostra não atender aos chamados pressupostos paramétricos, ou seja:

- Atende ao pressuposto da variável dependente contínua medida em escala de intervalo, porque são atribuídos valores numéricos aos pré e pós-testes realizados pelos alunos;
- Não atende ao pressuposto de que a população é distribuída segundo a lei normal, porque não se pode plotar uma curva normal de Gauss;
- Não é uma amostra homoscedástica, porque suas dispersões não são equivalentes, logo também não se enquadra neste pressuposto;
- A amostra não é grande, ou seja, é menor do que 30, logo também não atende a este pressuposto.

Segundo Bisquerra, Sarriera e Martinez (2004, p.78), “O não cumprimento dos supostos paramétricos sugere a conveniência de aplicar provas não-paramétricas.”

A escala nominal foi selecionada em função da característica única do grupo pesquisado, ou seja, todos de uma mesma turma de Equações diferenciais, pois, conforme Bisquerra, Sarriera e Martinez (2004, p.23), as escalas nominais “Dividem os indivíduos conforme sejam iguais ou não em relação a uma característica.”

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.1 SEGUNDO O ASPECTO QUALITATIVO

6.1.1 Seleção do portal educacional

O portal educacional escolhido para a pesquisa do grupo experimental foi o portal ‘Matemática Essencial Ensino Fundamental, Médio e Superior’ da Sercomtel (2005). Este portal foi escolhido porque atende as características de um material de aprendizagem potencialmente significativo: substantivo e não arbitrário, conforme Ausubel (1978) e também porque apresenta os atributos necessários de motivação para navegação de acordo com Dorfman (2003). Em anexo observam-se algumas páginas do portal educacional selecionado:

Observa-se que o portal apresenta, de maneira clara e ordenada, as idéias em relação ao tema pesquisado e também que o significado destas idéias não se altera, ou seja, os conceitos de equações diferenciais estão pertinentes e não estabelecem confusão quanto aos seus significados. Estes dois requisitos contemplam as características de um organizador prévio potencialmente significativo (substantivo e não arbitrário).

Em relação aos atributos necessários a motivação para a navegação no portal pode-se considerar:

a) Conveniência e acessibilidade. Na página principal do site existe a relação dos assuntos contidos e também um elemento de busca por palavra-chave, facilitando a navegação. Os assuntos estão dispostos em 8 áreas afins (alegria, financeira, fundamental,

superior, etc.), com a devida orientação para navegação.

b) Confiabilidade. Este item pode ser verificado através do contador do número de acessos existente na primeira página e também pela variedade de assuntos relativos a área em questão na segunda página. Isto indiretamente faz com que o aluno sintá-se seguro e passe a confiar nas informações contidas no portal.

c) Atualização. A atualização está informada na primeira página, 24 de março de 2005. Por ser um site de ensino de Matemática, as informações não possuem mudanças constantes; pode-se considerar como uma atualização aceitável, pois a atualização anterior foi feita em 2004.

d) Variedade de Serviços. Atende plenamente a este atributo, uma vez que o portal contempla o conteúdo da pesquisa em equações diferenciais.

e) Personalização. A linguagem utilizada no portal está de acordo com os termos matemáticos utilizados, portanto, este atributo está atendido.

f) Interatividade. O portal não contempla este atributo pois não oferece nenhum protocolo de comunicação entre usuários porém, este item não foi relevante para a pesquisa, pois o aluno interagiu diretamente com o portal, na busca dos conteúdos solicitados.

g) Navegação. O portal apresenta-se com um bom sistema de navegação, porém, poderia existir a tecla “voltar” em cada uma das páginas para facilitar a navegação.

h) Conteúdo. O portal atende plenamente a este atributo, contempla todo o conteúdo solicitado para pesquisa.

i) Design. O portal apresenta recursos gráficos que prendem a atenção dos usuários, porém, já existem recursos mais interativos que propiciam movimentos e imagens, creio que tornaria o site mais interessante se estes recursos fossem adotados.

6.1.2 Construção do mapa conceitual padrão

O mapa conceitual padrão, idealizado pelo pesquisador em conjunto com o professor da disciplina, mostra o conteúdo programático e estabelece os links cognitivos que serão avaliados como conhecimentos prévios, durante o processo de ensino/aprendizagem da disciplina.

O link 1 estabelece a diferenciação de equação diferencial e não diferencial; o link 2 avança no sentido da classificação das equações diferenciais, entre as equações diferenciais ordinárias; o link 3 preocupa-se em verificar se o aluno consegue estabelecer as diferenças quanto a linearidade das equações. O link 4 verifica a linearidade das equações; já o link 5 aprofunda um pouco mais os conteúdos em função da homogeneidade ou não das equações e ainda estabelece os tipos coeficientes para a resolução de uma equação auxiliar. As formas de resolução estão no link 6.

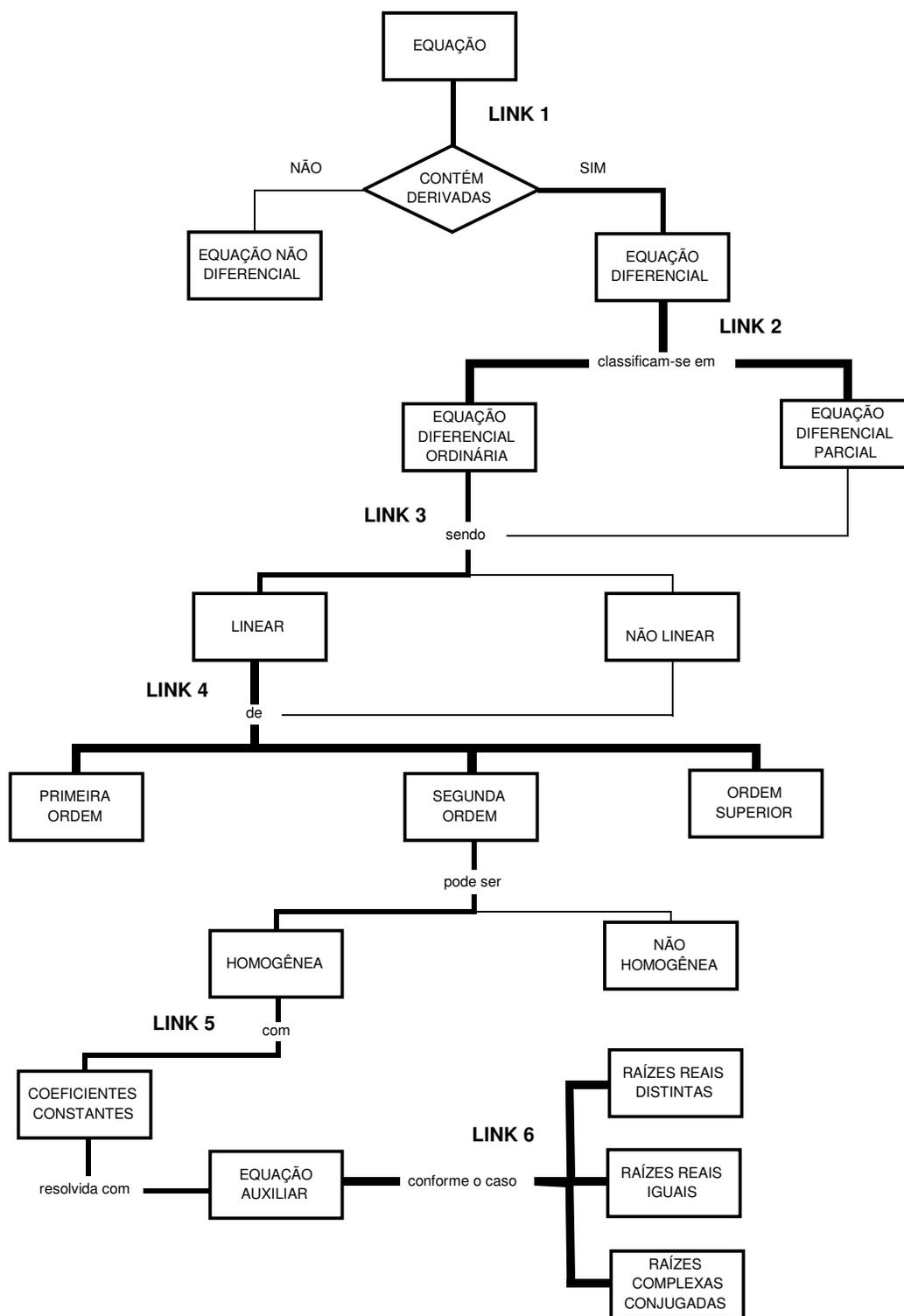


Figura 4: Mapa Conceitual Padrão

6.1.3 Avaliação dos mapas conceituais dos alunos

Foram analisados individualmente os mapas conceituais de três alunos do grupo de controle e de três alunos do grupo experimental. Procurou-se em cada um deles, durante a análise, verificar quais subsunçores foram organizados e ainda relacioná-los com os tipos, as formas e as condições da aprendizagem significativa de David Ausubel. Inicialmente, mostra-se uma tabela na qual aparecem os links cognitivos alcançados pelos alunos dos dois grupos e também os subsunçores organizados no pré e no pós-teste.

Consideram-se subsunçores organizados dois ou mais links concatenados, uma vez que cada link cognitivo corresponde a um subsunçor, pois representam o tipo de aprendizagem significativa proposicional, o que caracteriza a organização dos mapas conceituais. De acordo com Moreira (1999 p.157),

Na aprendizagem proposicional, contrariamente à aprendizagem representacional, a tarefa não é aprender significativamente o que palavras isoladas ou combinadas representam, mas sim, aprender o significado de idéias em forma de proposições.

Os mapas dos demais alunos dos grupos de controle e experimental estão colocados nos apêndices B e C; juntamente com a análise de seus links cognitivos.

A Tabela 1, a seguir mostra os links cognitivos corretos e a quantidade de subsunçores organizados de cada aluno do grupo de controle, no pré e no pós-teste.

Tabela 1: Links cognitivos do grupo de controle

GRUPO DE CONTROLE														
ALUNO	PRÉ-TESTE							PÓS-TESTE						
	Link 1	Link 2	Link 3	Link 4	Link 5	Link 6	SO	Link 1	Link 2	Link 3	Link 4	Link 5	Link 6	SO
Aluno 1			X	x			2		x	x	x			3
Aluno 2	x			x			0	x			x			0
Aluno 3			X	x			2				x	x		2
Aluno 4	x		X	x			2	x		x	x	x	x	4
Aluno 5	x		X	x			2	x	x	x			x	3
Aluno 6	x			x		x	0	x			x	x	x	3
Aluno 7	x		X	x			2			x	x		x	2
Aluno 8	x		X	x	X		3	x		x	x		x	2
Aluno 9	x		X	x	X	x	4			x	x	x		3
Aluno 10	x	x	X	x	X	x	6			x	x			2
Aluno 11	x	x	X	x	X	X	6	x	x		x	x	x	2 e 3

SO – Subsunoçores Organizados

6.1.3.1 Mapas conceituais do aluno três do grupo de controle

a) Mapa conceitual do pré-teste:

O aluno apresenta seus subsunoçores organizados com a concatenação dos links 3 e 4, que correspondem ao estabelecimento da linearidade e ordem de uma equação diferencial.

b) Mapa conceitual do pós-teste:

No pós-teste aconteceu a obliteração do link 3 e o acréscimo do link 5, na formação dos subsunoçores do aluno. Então, o aluno verifica a ordem e a homogeneidade de uma equação diferencial.

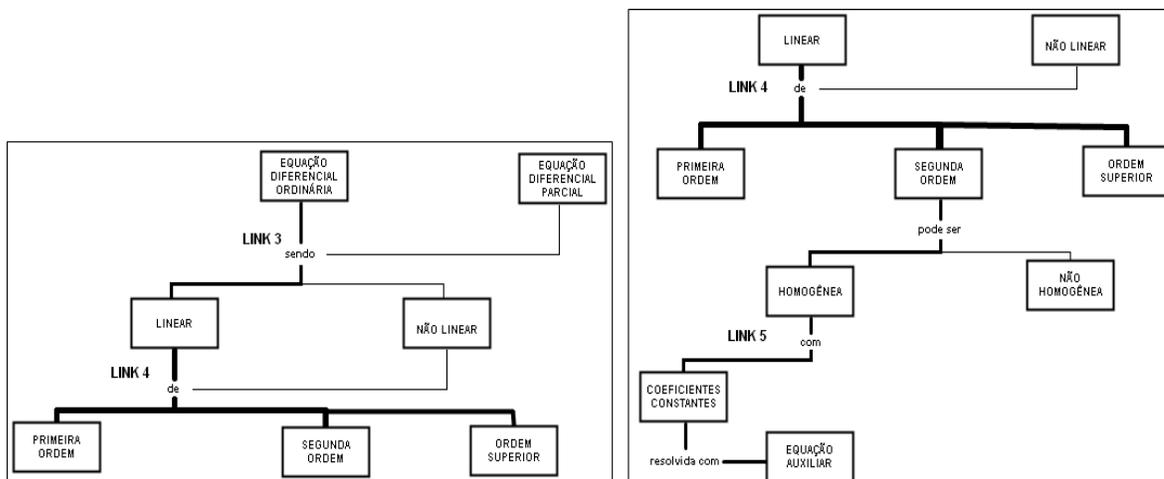


Figura 5: Mapas Conceituais dos Pré e Pós-Testes do Aluno 3 do Gupo de Controle

O aluno, no pós-teste, acrescentou um subsunçor à sua estrutura cognitiva, enquanto que, com a aula ministrada pelo professor da disciplina houve a obliteração de outro subsunçor. Pode-se considerar a sua aprendizagem como sendo do tipo significativa por conceitos, ou seja, aconteceu a combinação de um novo link cognitivo ou subsunçor na organização de uma nova sentença, em apoio a uma sentença anteriormente verificada através dos links 3 e 4 no pré-teste. Portanto, segundo as formas de aprendizagem significativa, aconteceu a forma superordenada, pois o novo subsunçor organizado (link 5) faz parte de um conceito mais amplo verificado no link 4.

Pode-se considerar ainda que a aprendizagem foi significativa porque ocorreram suas duas condições básicas: aprendizagem substantiva, porque o novo subsunçor ancorou-se em outro mais inclusivo e aprendizagem não arbitrária, porque não houve alteração dos significados de quaisquer subsunçores com a inclusão de um novo.

6.1.3.2 Mapas conceituais do aluno seis do grupo de controle

a) Mapa conceitual do pré-teste:

O mapa apresenta os links 1, 4 e 6 não concatenados, o aluno consegue diferir e verificar a ordem de uma equação e resolver uma equação diferencial segundo o tipo de sua raiz.

b) Mapa conceitual do pós-teste:

Com o link 5 houve a concatenação entre os links 4 e 6, organizando os subsunçores, de forma que o aluno estabelece a ordem de uma equação diferencial, classifica-a quanto a homogeneidade, com coeficientes constantes e ainda consegue resolvê-la de acordo com o tipo de raiz.

O link 1 permanece não concatenado, o aluno diferencia equação diferencial de não diferencial.

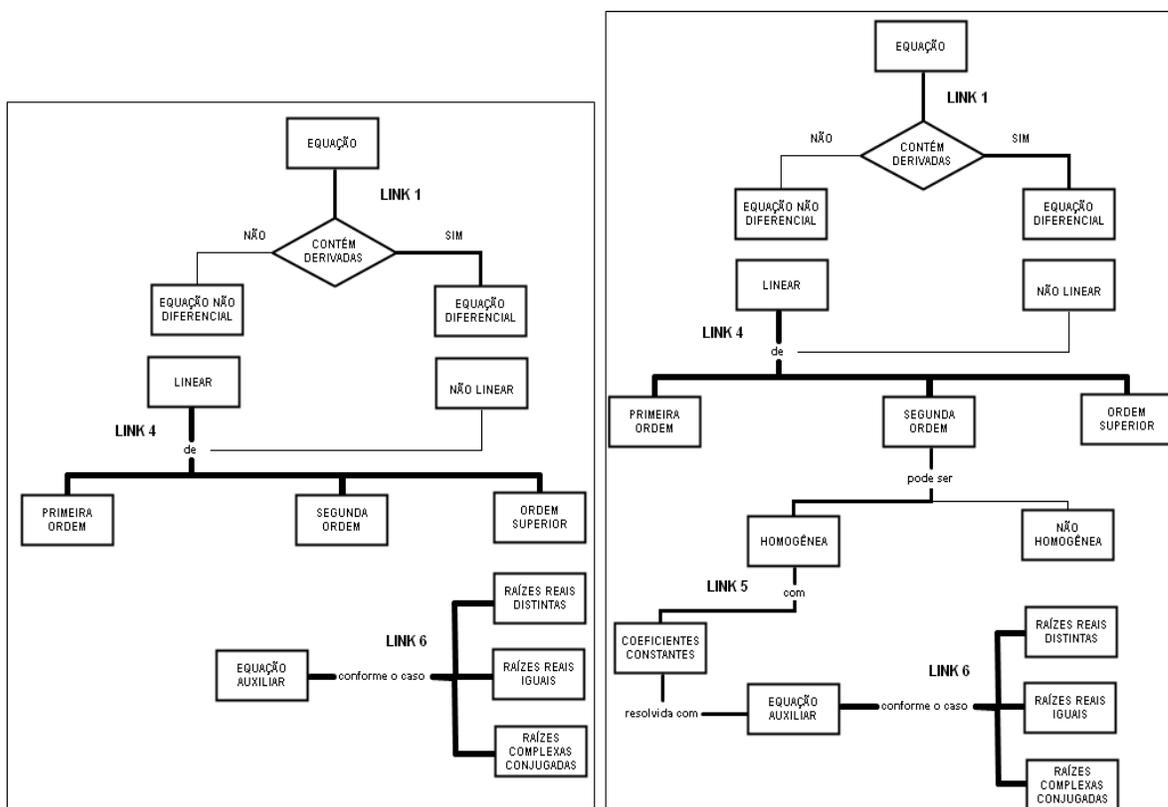


Figura 6: Mapas Conceituais dos Pré e Pós-Testes do Aluno 6 do Grupo de Controle

Comparando-se os dois mapas, verifica-se que, com o pós-teste, aconteceu a inclusão do link 5 na estrutura cognitiva do aluno. Este link, estabeleceu a conexão lógica entre os links 3 e 6. Com isto, pode-se considerar que aconteceu a formação de uma sentença ou a estruturação de conceitos com relação a ordem, tipos e resolução de equações diferenciais caracterizando o tipo proposicional de aprendizagem significativa. Esta nova organização de subsunçores torna superordenada a aprendizagem do aluno devido a inclusão do link 5. Como este link ancorou-se em outro mais significativo (link 4) e também não aconteceu modificações nos significados dos subsunçores, considera-se a aprendizagem significativa como substantiva e não-arbitrária.

Não foram verificadas obliterações durante o processo, entretanto, o link 1 continuou desconectado após o pós-teste, o que leva-se a crer que houve internalização mecânica.

6.1.3.3 Mapas conceituais do aluno onze do grupo de controle

a) Mapa conceitual do pré-teste:

No mapa conceitual do pré-teste, aparecem todos os links cognitivos concatenados, apresentando uma forte organização de subsunçores. O aluno diferencia equações, classifica uma equação diferencial, verifica sua linearidade e sua ordem e ainda confere sua homogeneidade com coeficientes constante. Também resolve uma equação diferencial, de acordo com o tipo de raiz.

b) Mapa conceitual do pós-teste:

Agora, no mapa conceitual do pós-teste, o aluno diferencia e classifica uma equação diferencial através dos links 1 e 2 e não verifica a linearidade pois o link 3 foi obliterado.

Conforme os links 4, 5 e 6, o aluno estabelece a ordem, a linearidade e a homogeneidade de uma equação diferencial com coeficientes constantes. Também resolve uma equação diferencial, de acordo com o tipo de raiz.

Neste caso os subsunçores aparecem organizados de duas maneiras:

- Através dos links cognitivos 1 e 2;
- Através dos links cognitivos 4, 5 e 6.

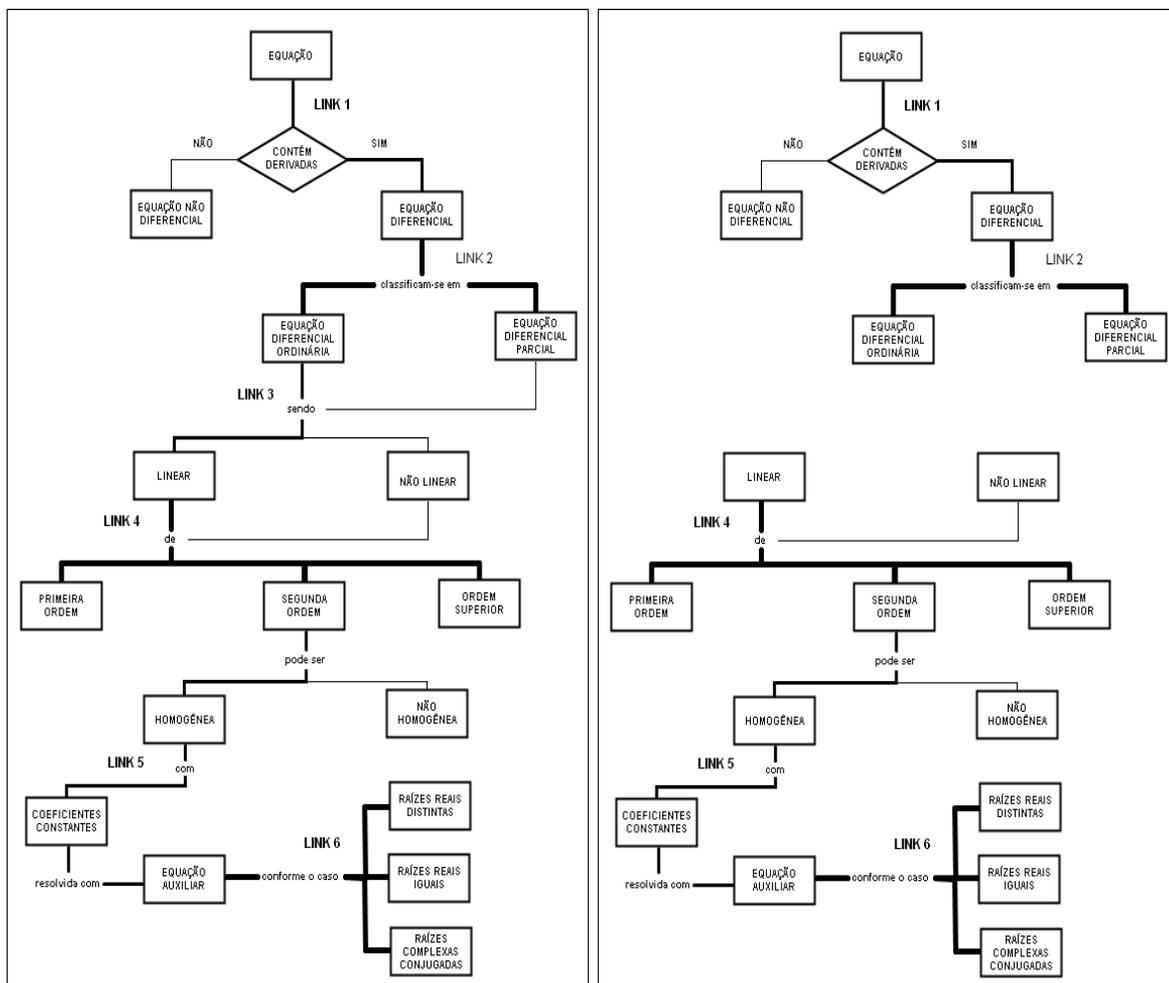


Figura 7: Mapas Conceituais dos Pré e Pós-Testes do Aluno 11 do Gupo de Controle

Observam-se todos os subsunçores organizados no pré-teste, caracterizando a aprendizagem significativa do aluno, entre o pré e o pós-teste, aconteceu a obliteração do link 3. Com isto, pode-se deduzir que este subsunçor, que estabelece a linearidade das equações diferenciais, foi associado a estrutura cognitiva do aluno, modificando algum outro subsunçor mais próximo. Com isto, aconteceu uma reorganização dos subsunçores, caracterizando uma aprendizagem significativa combinatória e não-arbitrária porque a obliteração do link 3 não alterou o significado do conteúdo. A aprendizagem também é substantiva, dado que continuou existindo uma integração entre as idéias, mesmo com a obliteração do subsunçor. Finalizando, como já no pré-teste, observa-se uma forte concatenação de conceitos, o que praticamente não mudou no pós-teste, verifica-se então a aprendizagem significativa

proposicional.

6.1.3.4 Considerações sobre os mapas conceituais do grupo de controle

Comparando-se os resultados do pré e do pós-teste, houve aumento na organização de subsunçores do aluno um, com 3 links cognitivos concatenados; do aluno quatro, com 4 links cognitivos concatenados; do aluno cinco, com 3 links cognitivos concatenados e do aluno seis, também com 3 links cognitivos concatenados.

Considerando o total de subsunçores organizados no pré-teste, em comparação com os subsunçores organizados no pós-teste, observa-se que, em cada um dos casos, este total foi de 29 subsunçores organizados, não havendo, portanto, ganho cognitivo do grupo como um todo. Em vários alunos houve um decréscimo de subsunçores como no aluno oito, de 3 para 2 subsunçores concatenados; no aluno nove, de 4 para 3; no aluno dez, de 6 para 2 e ainda no aluno onze, de 6 para 5 subsunçores concatenados.

Pode-se então verificar que, de uma maneira geral, no grupo de controle não aconteceram organizações de subsunçores satisfatórias. Porém, devido ao fato de não haver decréscimos ou acréscimos de subsunçores no total, não se pode conjecturar, negativamente ou positivamente, a respeito da preparação do grupo de controle para a aprendizagem significativa de David Ausubel.

A tabela 2 mostra os links cognitivos corretos e a quantidade de subsunçores organizados de cada aluno do grupo experimental, no pré e no pós-teste.

Tabela 2: Links cognitivos do grupo experimental:

GRUPO EXPERIMENTAL														
ALUNO	PRÉ-TESTE							PÓS-TESTE						
	Link 1	Link 2	Link 3	Link 4	Link 5	Link 6	SO	Link 1	Link 2	Link 3	Link 4	Link 5	Link 6	SO
Aluno 1	x			x			0	x	x	x				3
Aluno 2	x		x				0	x		x		x	x	2
Aluno 3			x	x			2	x	x	x				3
Aluno 4				x	x		2			x	x	x		3
Aluno 5		x	x	x			3	x	x	x	x			4
Aluno 6		x	x		x		2		x		x	x	x	3
Aluno 7	x			x		x	0	x			x	x	x	3
Aluno 8			x	x	x	x	4			x	x	x	x	4
Aluno 9	x		x	x	x		3	x		x	x			2
Aluno 10	x		x	x	x	x	4	x	x	x	x	x		5
Aluno 11	x	x	x	x	x	x	6	x	x		x		x	2

SO – Subsunçores Organizados

6.1.3.5 Mapas conceituais do aluno quatro do grupo experimental

a) Mapa conceitual do pré-teste:

No pré-teste aparecem subsunçores organizados com os links 4 e 5 concatenados, o aluno verifica a ordem de uma equação diferencial e define sua homogeneidade com coeficientes constantes e equação auxiliar.

b) Mapa conceitual do pós-teste:

No pós-teste a organização dos subsunçores aumenta com a inclusão do link 3. Agora o aluno além de verificar a ordem de uma equação diferencial e definir sua homogeneidade com coeficientes constantes e equação auxiliar, também consegue verificar sua linearidade.

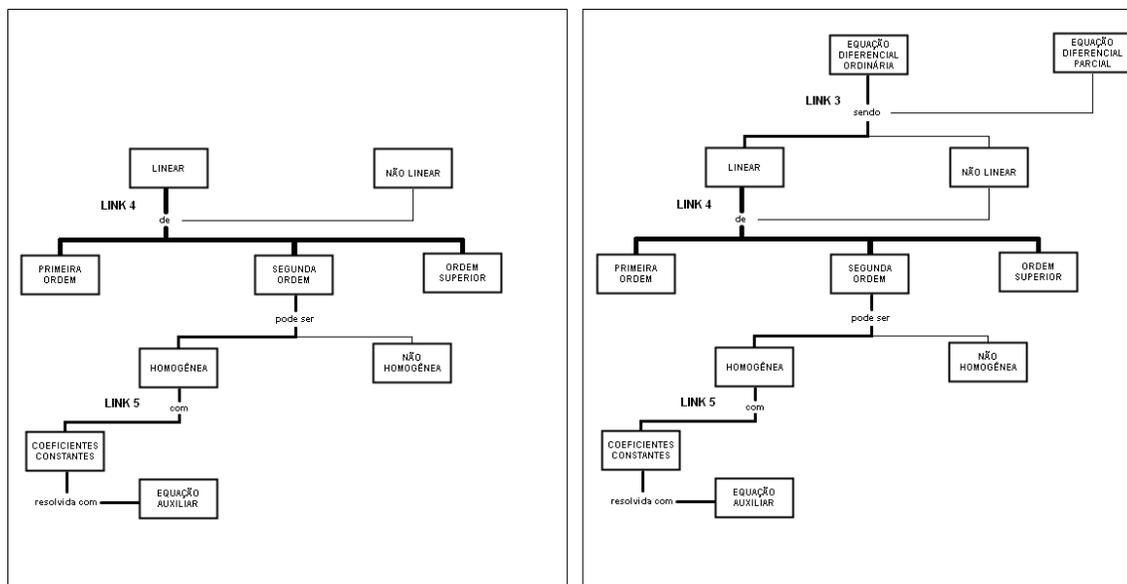


Figura 9: Mapas Conceituais dos Pré e Pós-Testes do Aluno 4 do Gupo Experimental

Em relação ao pré-teste, no pós-teste houve a organização de mais um subsunçor na estrutura cognitiva do aluno através do link 3. Observa-se então que ocorreu aprendizagem significativa não-arbitrária, porque o novo subsunçor relacionou-se com a estrutura cognitiva, sem alterar seu significado e também que a aprendizagem foi substantiva, porque existe uma inter-relação entre os subsunçores. Em função destas duas premissas, pode-se considerar o organizador prévio - portal educacional -, como sendo um material potencialmente significativo para este aluno. Ainda, analisando-se através destas duas premissas de aprendizagem significativa, embora o aluno tenha organizado apenas um subsunçor durante o processo, isto caracteriza a aprendizagem por descoberta, uma vez que o conteúdo não foi formalmente apresentado ao aluno, mas sim através do portal.

Como tipo de aprendizagem significativa, considera-se aprendizagem proposicional, porque houve nova formação de conceitos com o subsunçor organizado. Como a forma de aprendizagem significativa, considera-se como superordenada, pois o link 3 faz parte do conceito mais amplo de equações diferenciais.

6.1.3.6 Mapas conceituais do aluno oito do grupo experimental

a) Mapa conceitual do pré e pós-teste:

Tanto no pré quanto no pós-teste pode-se fazer a mesma análise, uma vez que os dois testes apresentam os mesmos links. Aparecem concatenados os links 3, 4, 5 e 6 organizando subsunçores. Com isto, o aluno pode verificar a linearidade, a ordem e a homogeneidade de uma equação diferencial, e ainda resolvê-la com uma equação auxiliar, conforme a sua raiz.

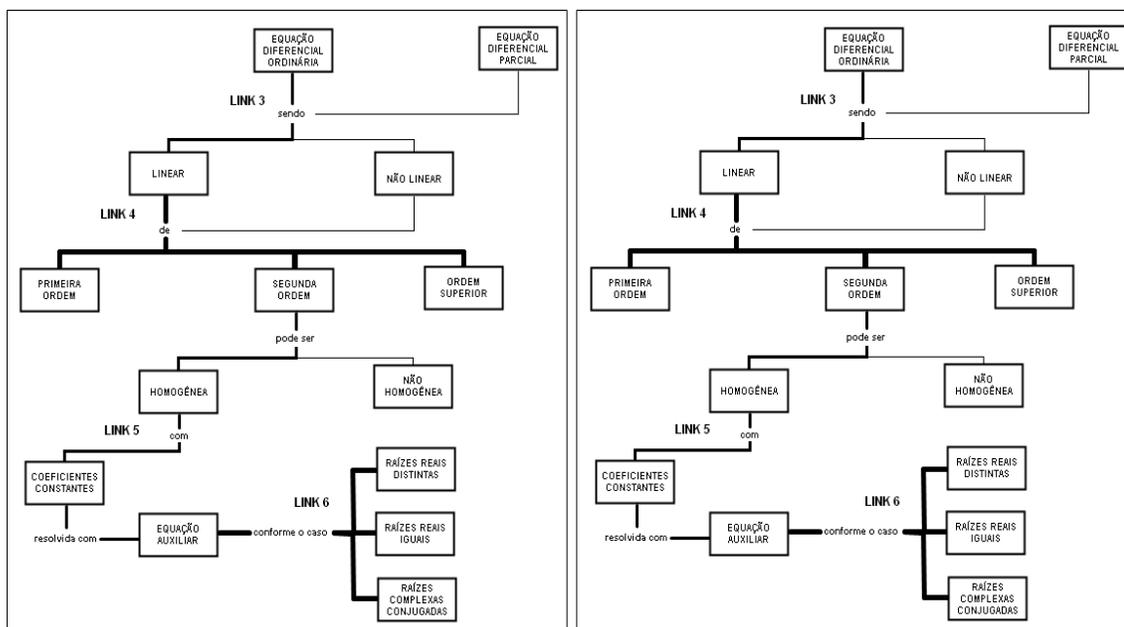


Figura 10: Mapas Conceituais dos Pré e Pós-Testes do Aluno 8 do Grupo Experimental

Na comparação entre pré e pós-testes, não aconteceu nenhuma organização de subsunçores na estrutura cognitiva do aluno, o que leva a concluir que não aconteceu nenhuma mudança na sua estrutura cognitiva em relação ao tema, quando da utilização do portal educacional como organizador prévio. Portanto, pode-se considerar que neste caso o portal não atua como material potencialmente significativo. Deve-se considerar que o aluno demonstrou bons conhecimentos em relação ao tema, pois apresentou 4, dos 6 links

concatenados. Isto denota uma aprendizagem significativa proposicional porque a concatenação representa seus conceitos rigidamente formados.

6.1.3.7 Mapas conceituais do aluno onze do grupo experimental

a) Mapa conceitual do pré-teste:

O pré-teste apresenta-se com os subsunçores fortemente organizados através da concatenação de todos os seus links cognitivos. Então, o aluno diferencia uma equação, classifica uma equação diferencial, identifica se a mesma é ordinária ou parcial, verifica sua linearidade e homogeneidade e consegue resolvê-la com uma equação auxiliar, de acordo com o tipo de sua raiz.

b) Mapa conceitual do pós-teste:

No pós-teste, foram obliterados os links 3 e 5 enfraquecendo a organização dos subsunçores que agora passam a contar apenas com os links cognitivos 1 e 2. Os links 4 e 6 agora apresentam-se desconectados. Sendo assim, o aluno diferencia uma equação e classifica uma equação diferencial, contudo, não consegue verificar se a mesma é ordinária ou parcial em função da obliteração do link 3. Verifica se é linear, mas não verifica sua homogeneidade, porque existiu a obliteração do link 5, todavia consegue resolvê-la utilizando uma equação auxiliar, de acordo com sua raiz.

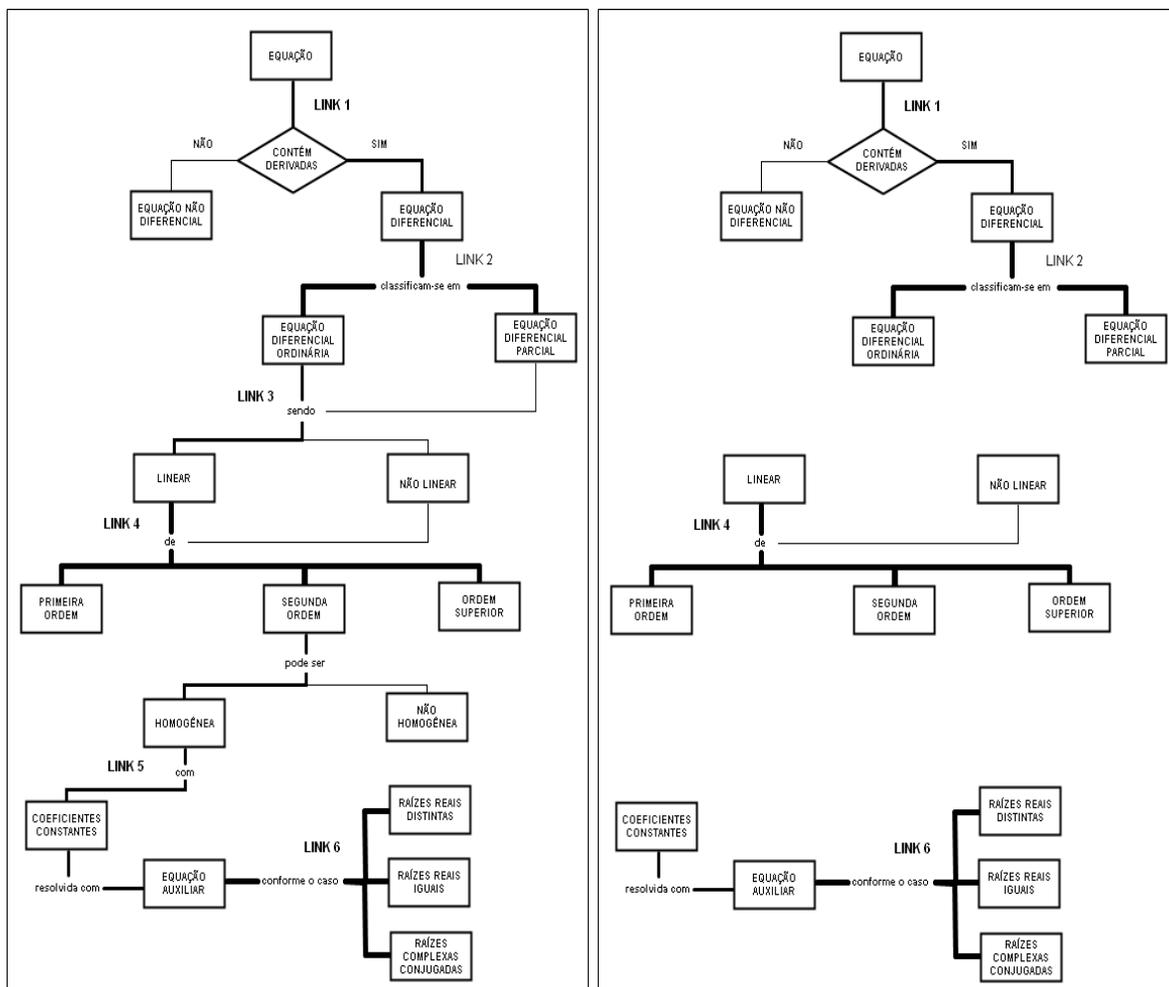


Figura 11: Mapas Conceituais dos Pré e Pós-Testes do Aluno 11 do Grupo Experimental

Todos os subsunçores estão organizados no pré-teste, caracterizando a aprendizagem significativa do aluno. Entre o pré e o pós-teste, aconteceu a obliteração do link 3 e também do link cognitivo 5. Com isto, pode-se deduzir que o subsunçor organizado através do link 3 e também o subsunçor organizado através do link 5, provavelmente foram associados a estrutura cognitiva do aluno modificando subsunçores próximos. Com isto aconteceu uma reorganização dos subsunçores, caracterizando uma aprendizagem significativa superordenada; também não-arbitrária porque a obliteração dos link's 3 e 5 não alterou o significado do conteúdo; e ainda substantiva, dado que continuou existindo uma integração entre as idéias, mesmo com as obliterações dos subsunçores. No pré-teste observa-se uma

forte concatenação de conceitos, mesmo tornando-se mais fraca no pós-teste. Ainda assim verifica-se uma boa concatenação, caracterizando então a aprendizagem significativa proposicional.

Deve-se considerar que devido as obliterações, o portal atuando como organizador prévio não pode ser considerado um material potencialmente significativo.

6.1.3.7 Considerações sobre os mapas conceituais do grupo experimental

Comparando-se os resultados do pré e do pós-teste, houve aumento na organização de subsunçores do aluno um, com 3 links cognitivos concatenados; do aluno dois, com 2 links cognitivos concatenados; do aluno três, com 3 links cognitivos concatenados; do aluno quatro, também com 3 links cognitivos concatenados; do aluno cinco, com 4 links concatenados; do aluno seis, com 3 links concatenados; do aluno sete, com 3 links concatenados e do aluno dez, com 5 links concatenados.

Considerando o total de subsunçores organizados no pré-teste em comparação com os subsunçores organizados no pós-teste, verifica-se o total de 26 subsunçores organizados no pré-teste, e de 34 no pós-teste, evidenciando o avanço cognitivo do grupo experimental.

Sendo assim pode-se considerar o portal educacional utilizado como organizador prévio como sendo potencialmente significativo, tornando-se desta forma um bom elemento na organização de subsunçores para a aprendizagem significativa de David Ausubel.

6.1.4 Análise comparativa entre os grupos experimental e de controle.

Comparando-se os dois grupos, verifica-se em suas análises que o grupo experimental organizou um número maior de subsunçores após o pós-teste. A priori, acredita-se com esta análise qualitativa que, ao organizar uma quantidade maior de subsunçores, o portal

educacional utilizado pelos alunos do grupo experimental colaborou para que isto acontecesse.

Este fato não causa surpresa, pois a tecnologia digital, cada vez mais presente no cotidiano dos alunos torna-os usuários costumazes da *Internet*, o que certamente facilitou o pós-teste. Conforme Delcin (2005, p.56),

Novas formas de acessar a informação, de pensar, de raciocinar e novas dinâmicas de aprender evidenciam a transformação do pensamento linear para o pensamento hipertextual no processo no processo da construção do conhecimento.

Como foi anteriormente referido, o portal educacional utilizado prestou-se como organizador prévio na avaliação qualitativa. Isto porque, na maior parte dos alunos, o portal indicou um acréscimo de subsunçores organizados, comprovando as condições de não-arbitrariedade e subordinatividade da aprendizagem significativa na comprovação de material potencialmente significativo.

6.2 ASPECTO QUANTITATIVO

Para analisar as amostras relacionadas dos subsunçores organizados dos prés e pós-testes dos grupos de controle e experimental foi escolhida a Prova de Wilcoxon, pois, além de analisar as diferenças existentes entre o pré e o pós-teste, também executa a análise colocando pesos entre os pares. Estes pesos são evidenciados através dos sinais de $>$, $<$ e $=$. Segundo Siegel (1975, p.840),

Se, entretanto, pudermos considerar não só o sentido, mas o valor, das diferenças, teremos uma prova mais poderosa. É o que faz a prova de Wilcoxon: atribui maior ponderação a um par que acusa grande diferença entre as condições, do que a um par em que essa diferença seja pequena.

Tanto no grupo de controle, quanto no grupo experimental, aconteceram fatos (a aula de revisão do professor e a pesquisa no portal educacional) que certamente afetaram a

estrutura cognitiva dos alunos. Esta prova torna a análise quantitativa mais fidedigna, pois conforme o exposto, existiram diferenças maiores, menores ou iguais na relação entre pré e pós-teste.

Na tabela, verifica-se a prova de Wilcoxon efetuada no grupo experimental e no grupo de controle. Pode-se observar na segunda coluna a comparação entre os pré e pós-testes; na terceira coluna (n), aparecem as quantidades de subsunçores organizados, conforme a segunda coluna; e na quarta coluna apresenta-se o percentual relativo a cada uma das diferenças de subsunçores da coluna (n). Por exemplo, na primeira linha do grupo experimental aparece o resultado do número de subsunçores organizados do pós-teste menores do que os do pré-teste $n=2$ com o percentual equivalente a 18,2% do total de 11 alunos. Na última coluna aparece o valor de p, ou seja, o grau de significância calculado. No grupo experimental o valor encontrado de 0,048 é considerado significativo para a amostra, pois é menor do que 0,05, enquanto que, para o grupo de controle o valor de 0,48 não pode ser considerado significativo.

A prova de Wilcoxon foi de grande importância porque serviu para referendar a análise qualitativa, uma vez que demonstrou significância na amostra do grupo experimental.

O grau de significância encontrado para o grupo de controle demonstra que não existiu variação significativa entre os dois testes, conforme também observado na análise qualitativa.

Tabela 3: Teste de Wilcoxon para comparação dos SO nos pré e pós por grupo

Grupo	Resultado	n	%	Valor de p
Experimental	Pós < Pré	2	18,2%	0,048
	Pós > Pré	8	72,7%	
	Pré = Pós	1	9,1%	
	Total	11	100,0%	
Controle	Pós < Pré	4	36,4%	0,480
	Pós > Pré	4	36,4%	
	Pré = Pós	3	27,3%	
	Total	11	100,0%	

A tabela, a seguir, expressa quantitativamente algumas características envolvendo os dois grupos analisados. Não apresenta valores de comprovação estatística, mas torna-se importante na medida em que descreve os grupos em termos das médias dos subsunçores organizados e também as quantidades mínimas em cada um dos grupos.

Tabela 4: Estatísticas descritivas das SO por grupo no pré e pós

	Experimental		Controle	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Mínimo	0	2	0	0
Mediana	2	3	2	3
Máximo	6	5	6	5
Média	2,36	3,09	2,64	2,64
Desvio-padrão	1,91	0,94	2,01	1,29

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa procurou verificar a atuação de um portal educacional de Matemática como organizador prévio na organização de subsunçores, conforme a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Para tanto, foi selecionado um portal educacional seguindo as premissas desta teoria que estabelece as condições para um material didático potencialmente significativo.

O grupo pesquisado foi uma turma da disciplina de Matemática III com o conteúdo de Equações Diferenciais do Curso de Engenharia em Energia e Desenvolvimento Sustentável da UERGS, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul. Conforme já citado, a turma foi dividida em dois grupos, um de controle e outro experimental.

O estudo centrou-se na seguinte situação problemática: como um portal de ensino pode interagir na organização de conhecimentos prévios ou subsunçores para a aprendizagem em uma disciplina de Matemática do Ensino Superior?

Com base nesta problematização a pesquisa desenvolveu-se de acordo com o objetivo central de investigar a efetividade pedagógica de um portal educacional de Matemática na organização de subsunçores, conforme a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Com base neste objetivo geral foram traçados os seguintes objetivos específicos:

a) Selecionar um portal educacional potencialmente significativo e que atenda aos atributos motivacionais, para atuar como organizador prévio.

Na seleção do portal educacional para utilização na pesquisa, foram verificadas se as duas condições para que ocorra a aprendizagem significativa - a predisposição do aluno e o organizador prévio ser um material potencialmente significativo - poderiam ser alcançadas pelo portal.

Para verificar a predisposição do aluno em relação ao portal, foram analisados os atributos que motivam a navegação em um *site*, que são: conveniência, acessibilidade, confiabilidade, atualização, variedade de serviços, personalização, interatividade, navegação, conteúdo e design.

A verificação do portal educacional como organizador prévio potencialmente significativo, segundo a teoria da aprendizagem significativa, deve possuir as características de:

a) material de natureza substantiva: é o material que está relacionado diretamente com o conteúdo a ser estudado pelo aluno;

b) Material não-arbitrário: o material deve relacionar-se com a estrutura cognitiva do aluno sem alterar o seu significado.

A partir destas verificações escolheu-se o portal “<http://pessoal.sercomtel.com.br>” por possuir as características acima mencionadas.

b) Aplicar mapas conceituais como ferramenta para análise da efetividade do portal educacional.

A escolha de mapas conceituais hierárquicos como ferramenta para avaliar a efetividade do portal educacional deve-se ao fato de que os mesmos são baseados na teoria da

aprendizagem significativa que forneceu os princípios teóricos da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa na sua organização. Com a elaboração dos mapas dos pré e pós-testes dos alunos dos grupos de controle e experimental, foi possível a comparação com o mapa conceitual padrão. Verificou-se a organização de seus subsunçores e através da análise qualitativa, a eficácia do portal educacional escolhido na organização dos subsunçores do grupo experimental.

A análise dos resultados da pesquisa qualitativamente pode ser referendada através da análise quantitativa, com o grau de significância de 0,048 alcançado pelo grupo experimental na prova de Wilcoxon.

7.1 CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA

Acredita-se, ao final desta pesquisa, que os portais educacionais podem, se bem estruturados pedagogicamente, influenciar positivamente para organização de subsunçores e, principalmente, servir de esteio ao processo de ensino e aprendizagem.

Também se verificou a importância dos mapas conceituais para a avaliação de atividades de ensino porque, através deles pode-se verificar não somente o resultado global de uma avaliação, mas também as diversas interfaces que leva, ou não, o aluno a atingir determinado (s) objetivo(s).

A pesquisa em si não se esgota, ao contrário, espera-se contribuir para outras pesquisas em andamento sobre este vasto assunto de ensino, através de técnicas digitais e, significativamente, quando se trabalha com hipertextualidade.

7.2 PESQUISAS FUTURAS

Através das análises feitas durante a pesquisa, emergiram outros temas relacionados

que podem servir para melhor aproveitamento das novas tecnologias de informação em sala de aula em especial com o uso da *Internet*:

a) Estudar a possibilidade da criação de atributos pedagógicos para a seleção de portais educacionais que atendam a aprendizagem significativa;

b) Comparar outras teorias de aprendizagens com a teoria da aprendizagem significativa, buscando a aplicabilidade destas teorias no mundo virtual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, David. **Psicologia Educativa: um ponto de vista cognoscitivo**. México: Trilhas, 1978.

AUSUBEL, David; NOVAK, Joseph; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AMORETTI, Maria S.; TAROUCO, Liane M. Mapas Conceituais: modelagem colaborativa do conhecimento. **Informática na Educação: Teoria e Prática**, v. 3, n. 1, setembro, 2000. p. 1 – 5.

BISQUERRA, Rafael; SARRIERA, Jorge Castellá; MARTÍNEZ, Francesc. **Introdução à Estatística – Enfoque Informático com o Pacote Estatístico SPSS**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

DEESE, J. **The structure of associations in language and thought**. Baltimore: Johns Hopkins Press.

DIAS, Cláudia. **Métodos de avaliação de usabilidade no contexto de portais corporativos: um estudo de caso no Senado Federal**. Brasília. (Dissertação de Mestrado) Curso de Ciência da Informação Universidade de Brasília, 2001. 229p. Disponível em http://www.geocities.com/claudiaad/heuristicas_web.html >Acesso em 25/04/2004.

DELCIN, Rosemeire C.A. A metamorfose da sala de aula para ciberespaço. In: ASSMANN, Hugo. (Org.) **Redes Digitais e Metamorfose do Aprender**. Petrópolis: Vozes, 2005. p.56-83.

DORFMANN, Patrícia F. **Atributos favoráveis à motivação para visitação de um site: estudo de um portal educacional**. 2003. 93 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola de Administração, PPGO, UFRGS, Porto Alegre, 2003.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

FARIA, Wilson de. **Mapas Conceituais:** aplicações ao ensino, currículo e avaliação. São Paulo: E.P.U., 1995.

FURASTÉ, Pedro Augusto. **Normas Técnicas para o Trabalho Científico.** 13 ed. Porto Alegre: s.n. 2004.

GRAVINA, Maria Alice; SANTAROSA, Lucila Maria. **A Aprendizagem da Matemática em Ambientes Informatizados.** In: Congresso Ibero-americano de Informática na Educação, 4, 1998, Brasília.

MAGDALENA, Beatriz; COSTA, Íris E. **Internet em sala de aula:** com a palavra, os professores. Porto Alegre: Armat, 2003.

MARCONI, Maria de A.; LAKATOS, Eva M. **Técnicas de Pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1990.

MATEMÁTICA ESSENCIAL ENSINO FUNDAMENTAL, MÉDIO E SUPERIOR. **Sercomtel.** Disponível em: < <http://www.pessoal.sercomtel.com.br> > Acesso em 21 dez. 2005.

MOREIRA, Marco Antônio. **Pesquisa em Ensino: O Vê Epistemológico de Gowin.** São Paulo: EPU, 1990.

MOREIRA, Marco Antônio. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa.** Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>.> Acesso em 24 set. 2004.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, Marco Antônio e BUCHWEITZ, Bernardo. **Mapas Conceituais:** instrumentos didáticos de avaliação e de análise de currículo. São Paulo: Moraes, 1987.

NIELSEN, Jacob. **Projetando Websites.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2000.

NOVAK, Joseph Donald. **Learning, Creating, and Using Knowledge:** concept maps as facilitative tools in schools and corporation. Lawrence Erlbaum Associates, 2005.

NOVAK, Joseph Donald. **Uma Teoria de Educação.** São Paulo: Pioneira, 1981.

RAMAL, Andréa Cecília. **Educação na Cibercultura:** hipertextualidade, leitura, escrita e

aprendizagem. Porto Alegre: Artmed, 2002.

RUIZ-PRIMO Maria; SHAVELSON, Richard. Problems and Issue in the Use of Concept Maps in Science Assessment. **Journal of Reseach in Science Teaching**. 1996, v. 33, n. 6, pp 569-600.

SIEGEL, Sidney. **Estatística não-paramétrica para as ciências do comportamento**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

APÊNDICE A – Pré-Teste

PRÉ-TESTE SOBRE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

ALUNO:.....

- 1) Podemos definir equação diferencial como:
 - Uma equação que tem derivadas e integrais como partes integrantes.
 - Uma equação que possui variáveis dependentes de equações lineares.
 - Uma equação que possui variáveis com termos independentes.
 - Uma equação que contém as derivadas ou diferenciais de uma ou mais variáveis dependentes, em relação a uma ou mais variáveis independentes.

- 2) Uma equação que apresenta derivadas de uma ou mais variáveis dependentes dizemos que trata-se de uma:
 - Equação Diferencial Ordinária.
 - Equação Diferencial Parcial
 - Equação Diferencial de Ordem Parcial
 - Equação Diferencial Independente de Ordem

- 3) Considerando a afirmação: “A variável dependente y e todas as suas derivadas são do primeiro grau; isto é, a potência de cada termo envolvendo y é 1” é uma característica de:
 - Uma equação não linear.
 - Uma equação linear.
 - De equação linear ou não linear.
 - De equação sem linearidade.

- 4) A ordem de uma equação é definida por::
 - Pelo maior expoente da(s) derivada(s) da equação.
 - Pelo menor expoente da(s) derivada(s) da equação.
 - Pelo maior termo independente da derivada da equação.
 - Pelo maior termo independente da equação.

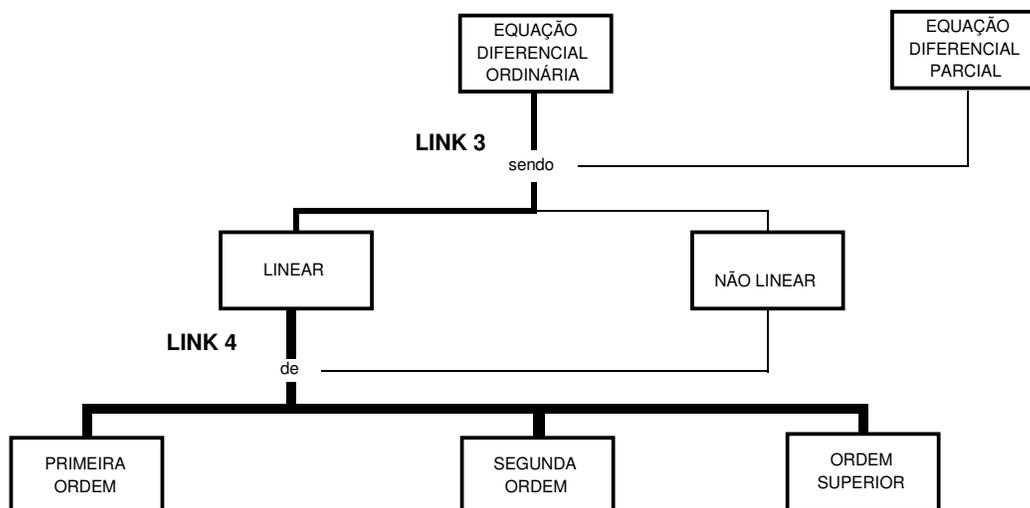
- 5) Na resolução de uma equação linear homogênea com coeficientes constantes utiliza-se:
 - Uma solução já conhecida
 - Com modificações na equação homogênea
 - Utilizando-se uma equação auxiliar
 - Utilizando-se uma solução já conhecida e uma equação auxiliar

- 6) Resolva a equação diferencial: $3y'' - 6y' - 4y = 0$

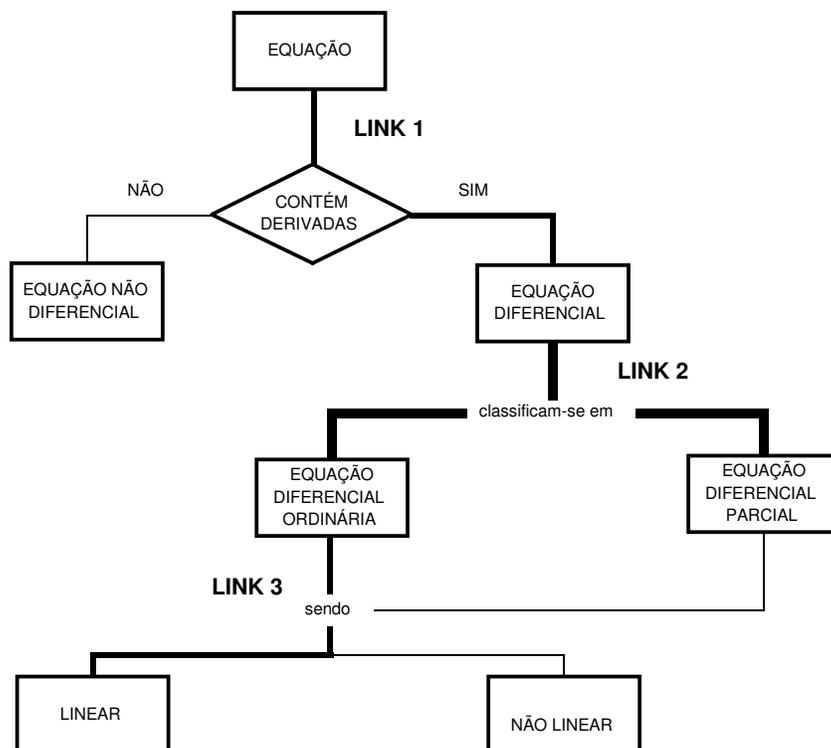
APÊNDICE B – Mapas Conceituais dos Alunos do Grupo de Controle

a) Mapas conceituais do aluno 1 do grupo de controle

O mapa conceitual do pré-teste apresenta os subsunçores organizados pela concatenação dos links cognitivos 3 e 4. Neste caso o aluno verifica a linearidade e a ordem de uma equação diferencial.



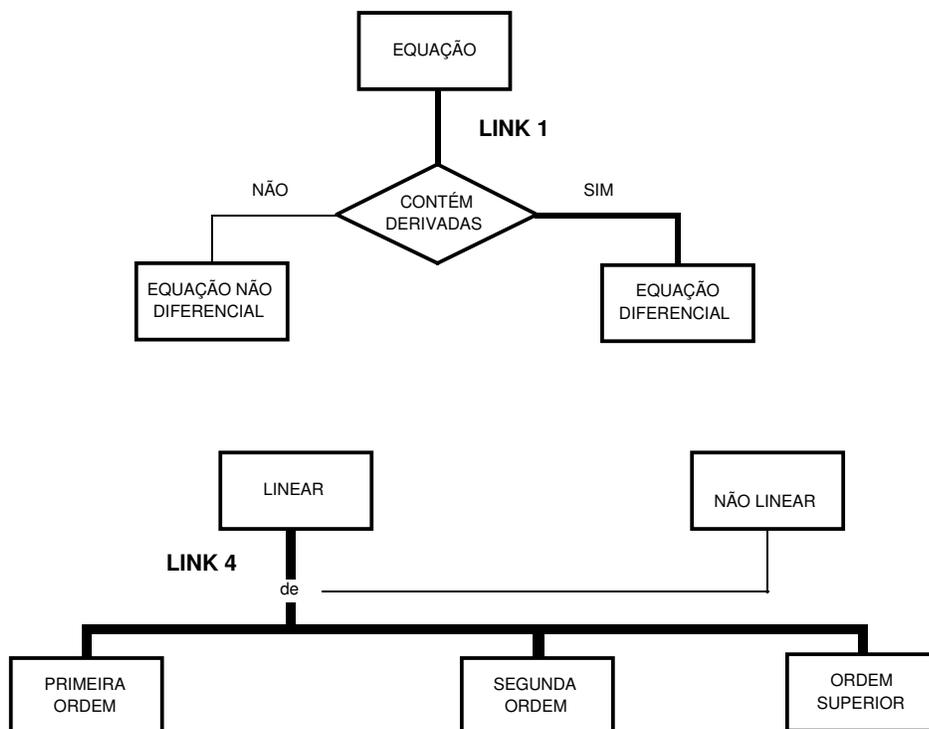
No pós-teste, aparece o link cognitivo 2, aumentando a organização dos subsunçores que agora conta com os links 2, 3 e 4. O aluno agora além de verificar a linearidade e a ordem de uma equação diferencial, também consegue estabelecer sua classificação em ordinária ou parcial.



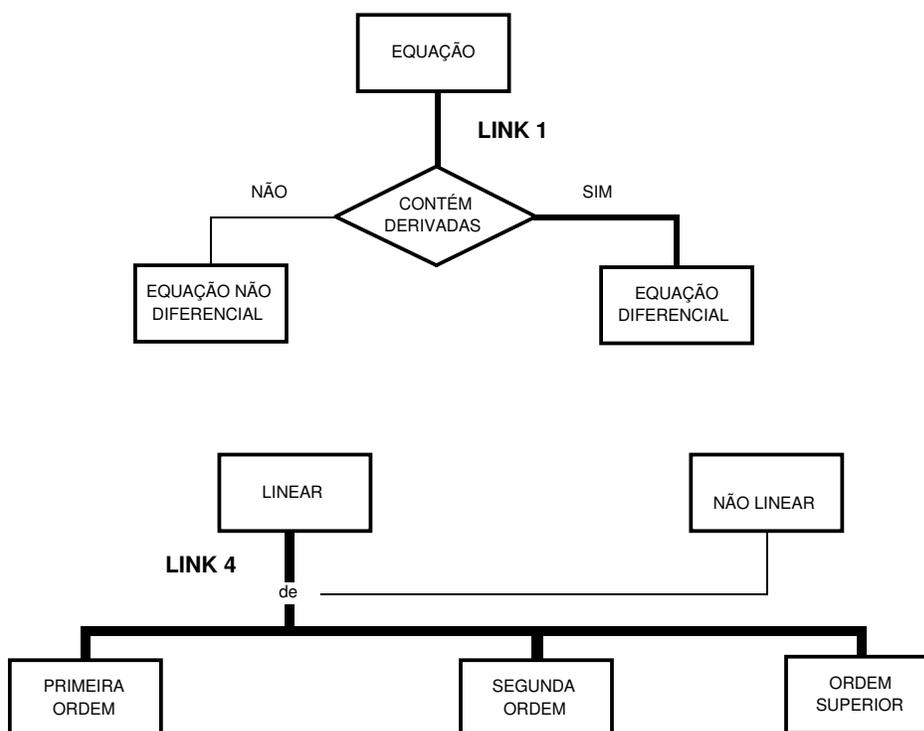
b) Mapas conceituais do aluno 2 do grupo de controle

O aluno nos dois testes apresentou os mesmos links cognitivos (1 e 4), não concatenados. O link 1 estabelece a diferença entre equação diferencial e não diferencial, enquanto que o link 4 verifica a ordem de uma equação, neste caso, não aconteceu a organização de subsunçores.

- Mapa conceitual do pré-teste:



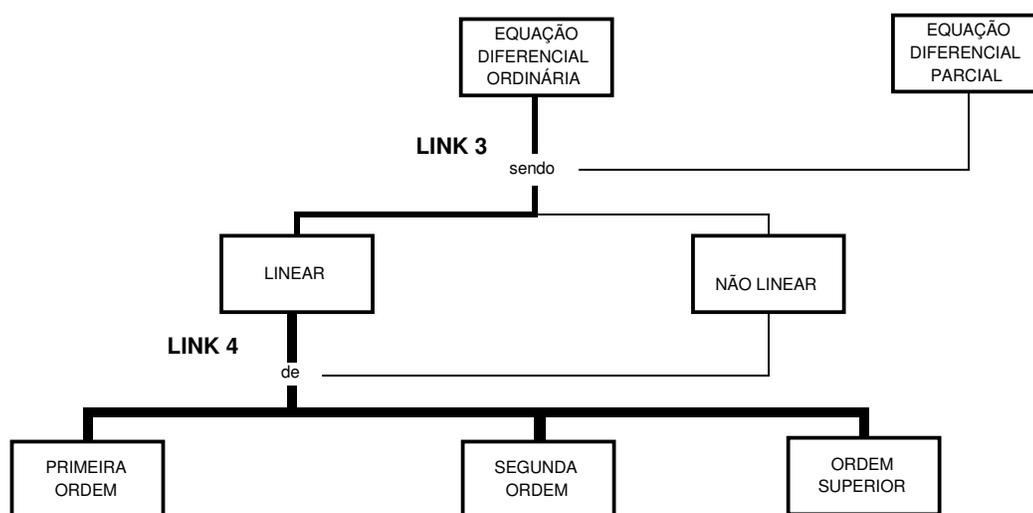
- Mapa conceitual do pós-teste:



c) Mapas conceituais do aluno 3 do grupo de controle

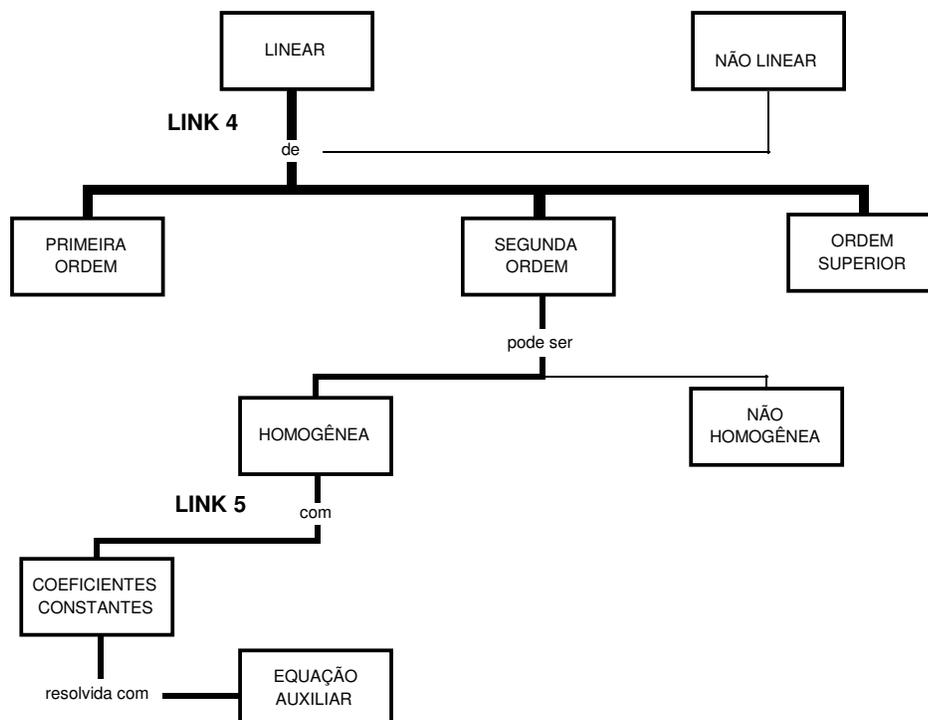
- Mapa conceitual do pré-teste:

O aluno apresenta seus subsunçores organizados com a concatenação dos links 3 e 4, que correspondem ao estabelecimento da linearidade e ordem de uma equação diferencial.



- Mapa conceitual do pós-teste:

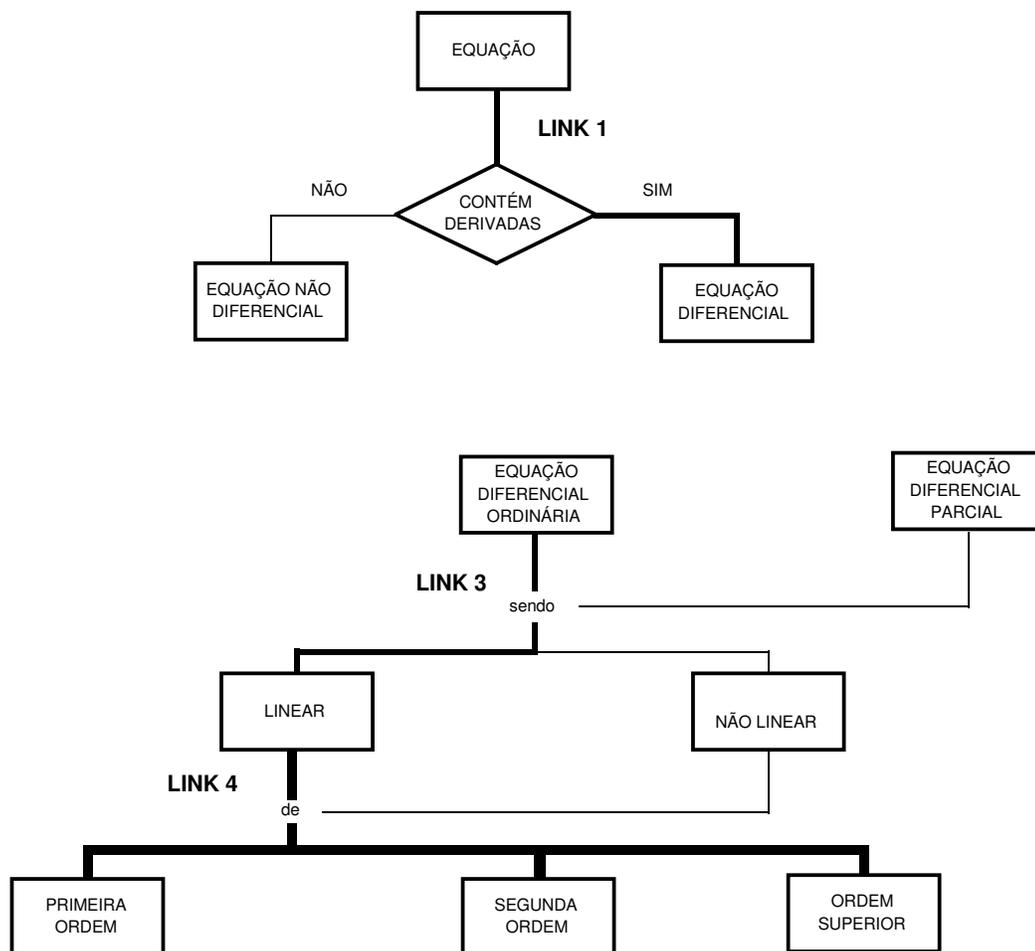
No pós-teste aconteceu a obliteração do link 3 e o acréscimo do link 5 na formação dos subsunçores do aluno. Então o aluno verifica a ordem e a homogeneidade de uma equação diferencial.



c) Mapas conceituais do aluno 4 do grupo de controle

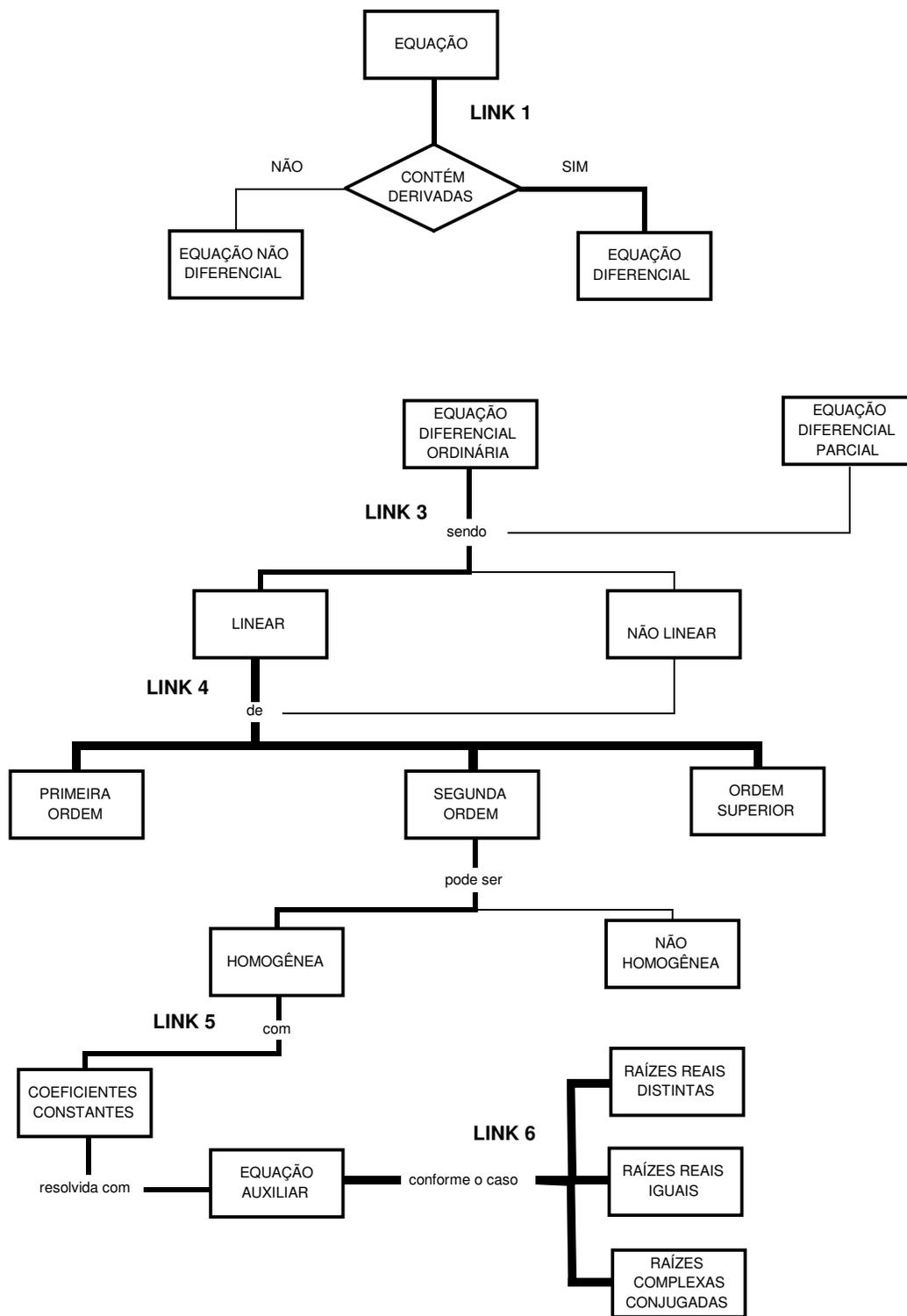
- Mapa conceitual do pré-teste:

O mapa conceitual do aluno apresenta os links 3 e 4 concatenados que organizam seus subsunçores, estabelecendo linearidade e ordem de uma equação diferencial. Apresenta também o link 1 não concatenado, correspondendo a diferença entre equação diferencial e não diferencial.



- Mapa conceitual do pós-teste

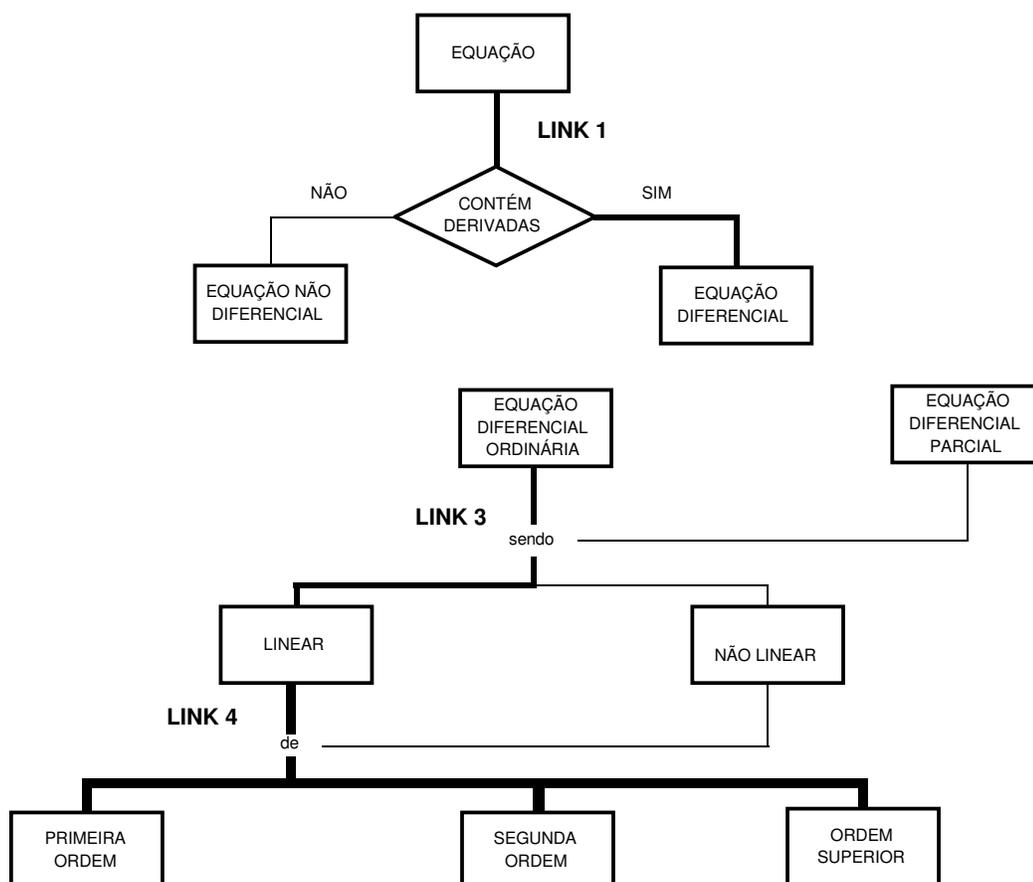
No pós-teste, nota-se uma significativa organização dos subunçores com o acréscimo dos links 3 e 6 aos já existentes, permanecendo o link 1 não concatenado. Sendo assim, agora o aluno difere equações diferenciais, estabelece a linearidade e a ordem das equações com a sua respectiva homogeneidade e coeficientes constantes, além disso resolve-las, de acordo com o tipo de raiz.



d) Mapa conceitual do aluno 5 do grupo de controle

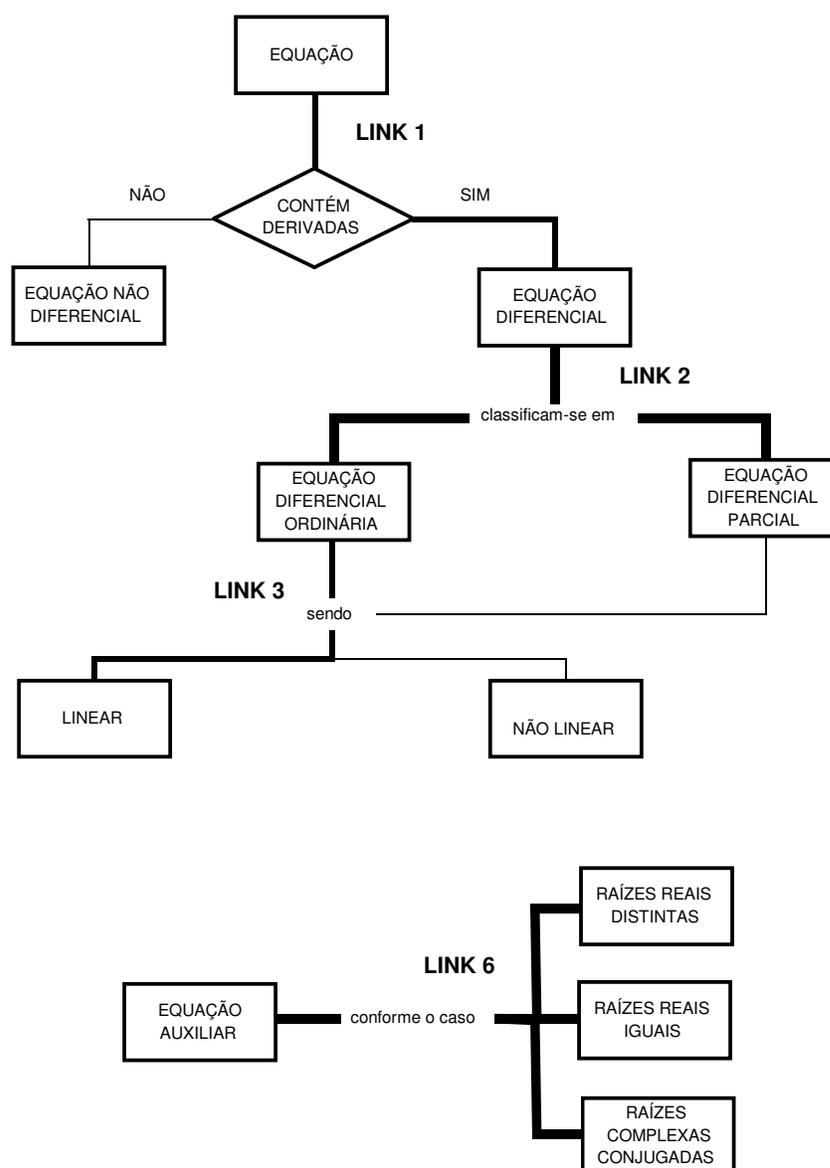
- Mapa conceitual do pré-teste:

O mapa do aluno aparece com os mesmos links cognitivos apresentados pelo mapa do pré-teste do aluno 4, podendo ser feita então a mesma análise.



- Mapa conceitual do pós-teste:

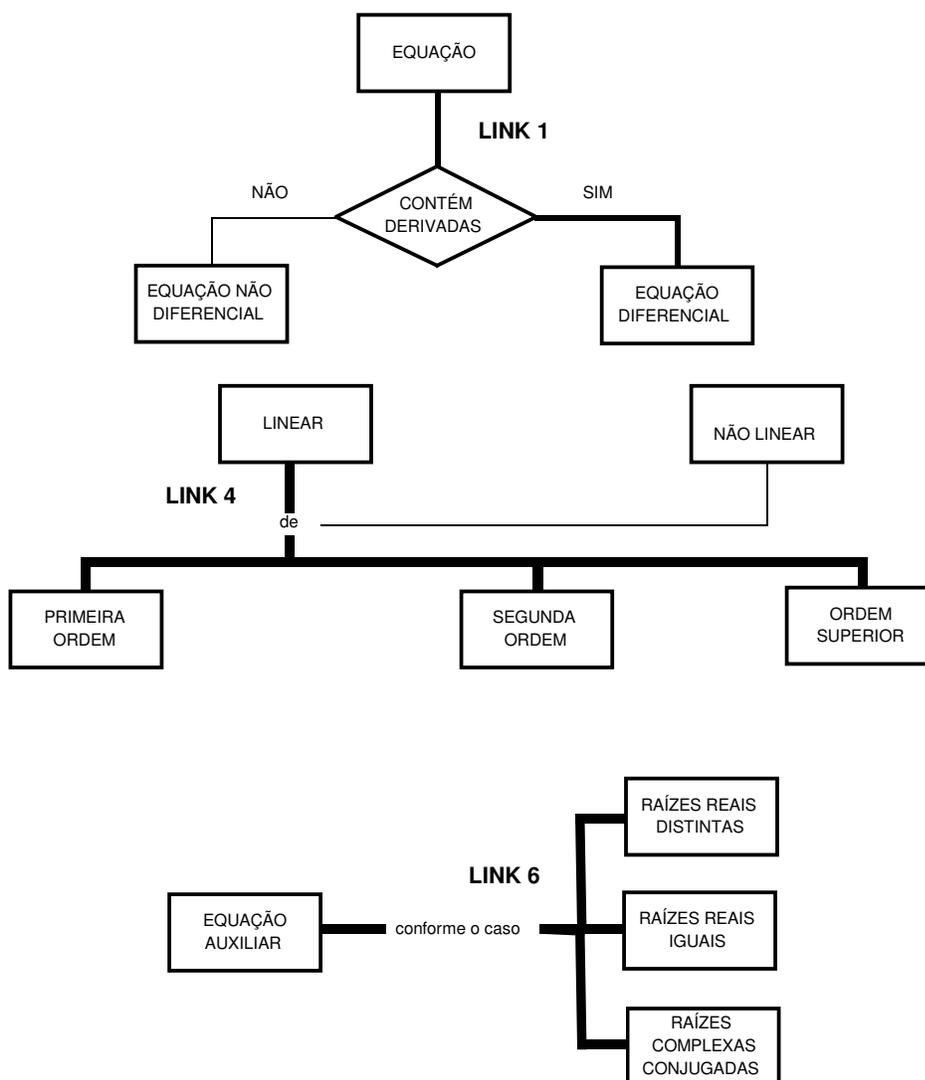
Com o link 2, o aluno concatenou o link 2 ao 3, estabelecendo uma nova organização de subsunçores, diferenciando, classificando e verificando a linearidade das equações diferenciais. Entretanto, houve obliteração do link 4 e o acréscimo do link 6 que estipula formas de resolução de equações diferenciais, de acordo com o tipo da raiz. O link 6 aparece não concatenado.



e) Mapas conceituais do aluno 6 do grupo de controle

- Mapa conceitual do pré-teste:

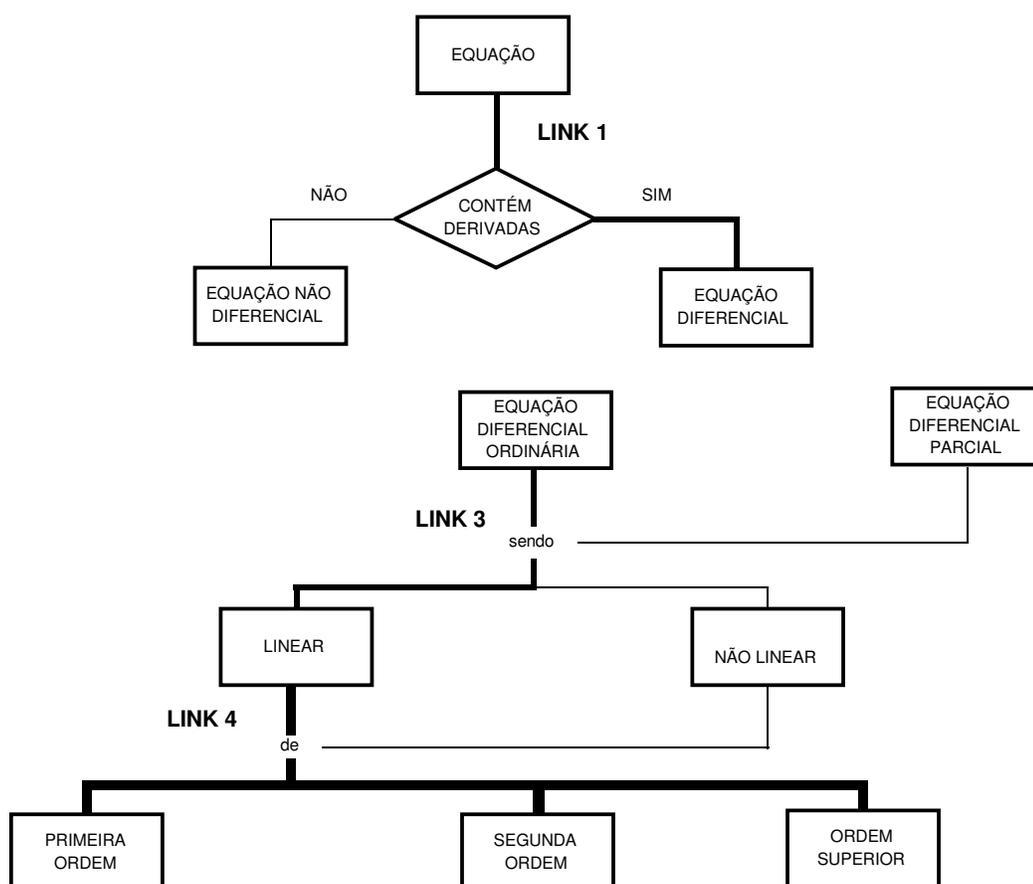
O mapa apresenta os links 1,4 e 6 não concatenados, o aluno consegue diferir e verificar a ordem e resolver uma equação diferencial segundo o tipo de sua raiz.

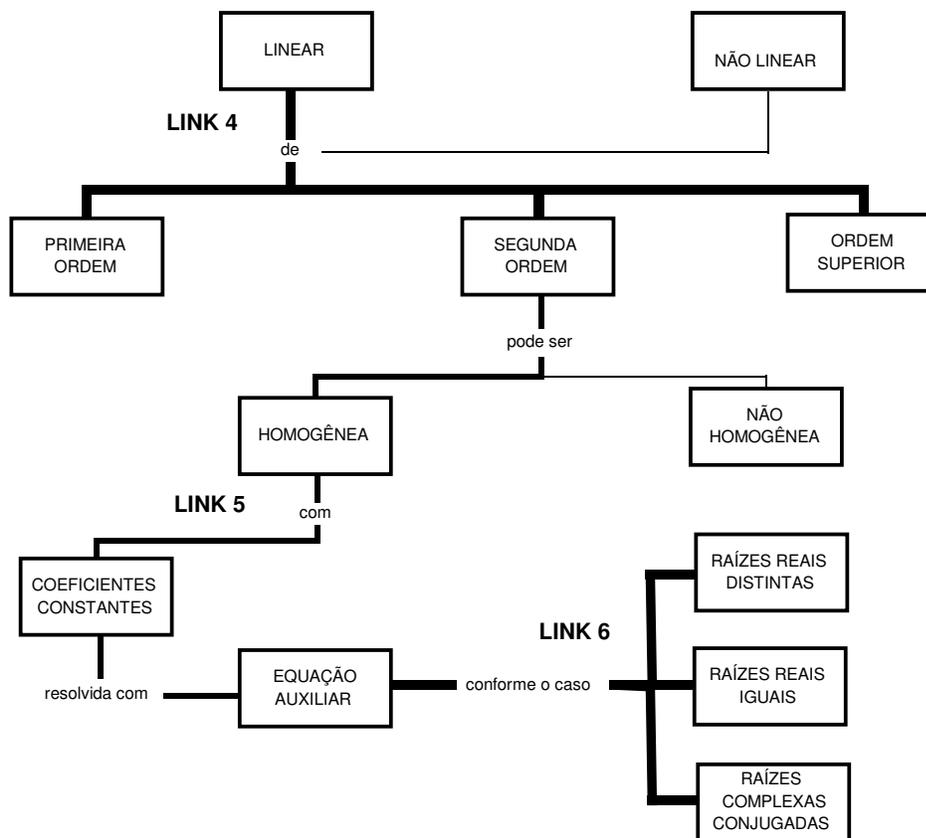


- Mapa conceitual do pós-teste:

Com o link 5 houve a concatenação entre os links 4 e 6, organizando os subsubunçoes de forma que o aluno estabelece a ordem de uma equação diferencial, classifica-a quanto a homogeneidade com coeficientes constantes e ainda consegue resolve-la, de acordo com o tipo de raiz.

O link 1 permanece não concatenado, o aluno diferencia equação diferencial de não diferencial.

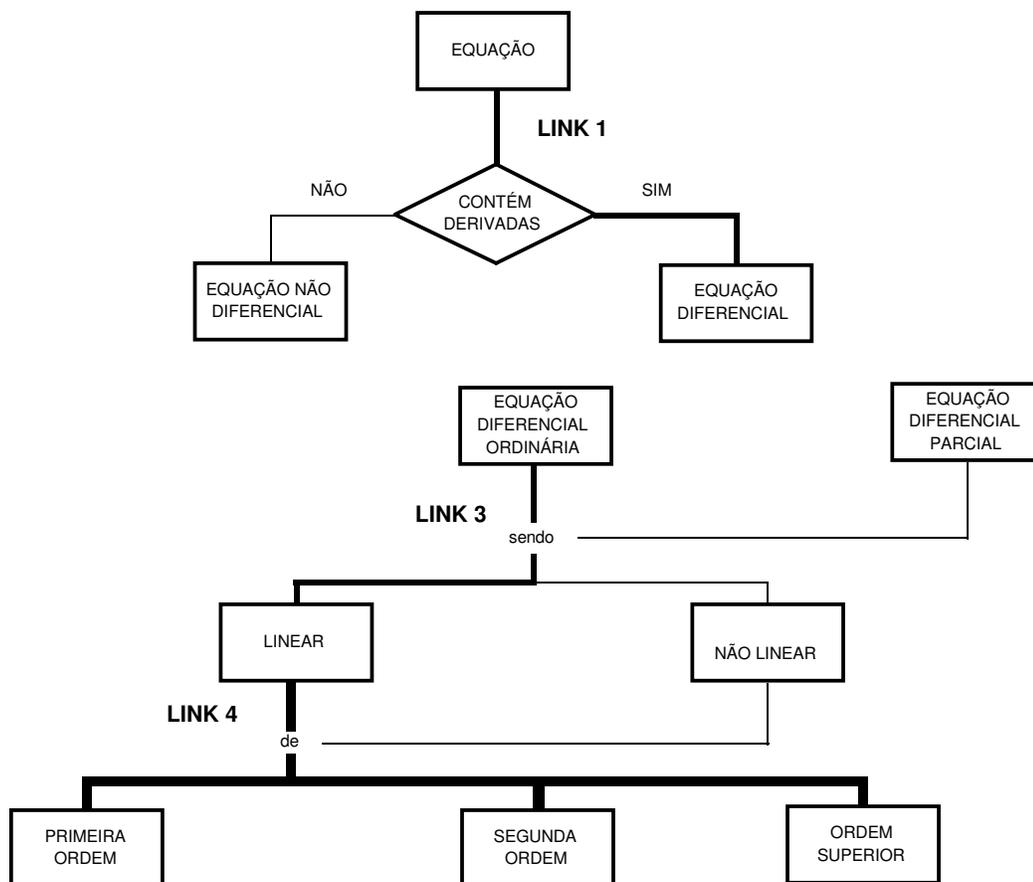




f) Mapas conceituais do aluno 7 do grupo de controle

- Mapa conceitual do pré-teste:

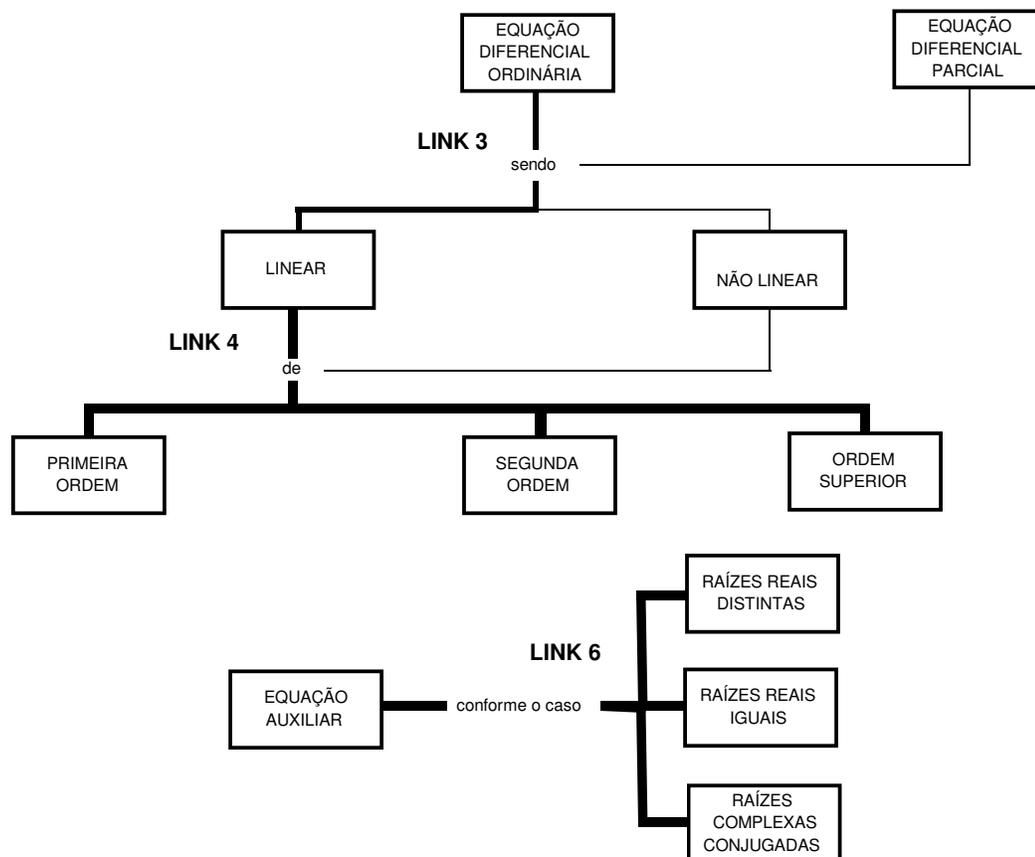
O mapa apresenta os mesmos links cognitivos dos mapas dos alunos 4 e 5, podendo considerar a mesma análise.



- Mapa conceitual do pós-teste:

Os links 3 e 4 que determinam a linearidade e a ordem de uma equação diferencial permaneceram concatenados organizando seus subsunçores, há o acréscimo do link 6, no qual o aluno resolve uma equação diferencial, de acordo com o tipo de raiz.

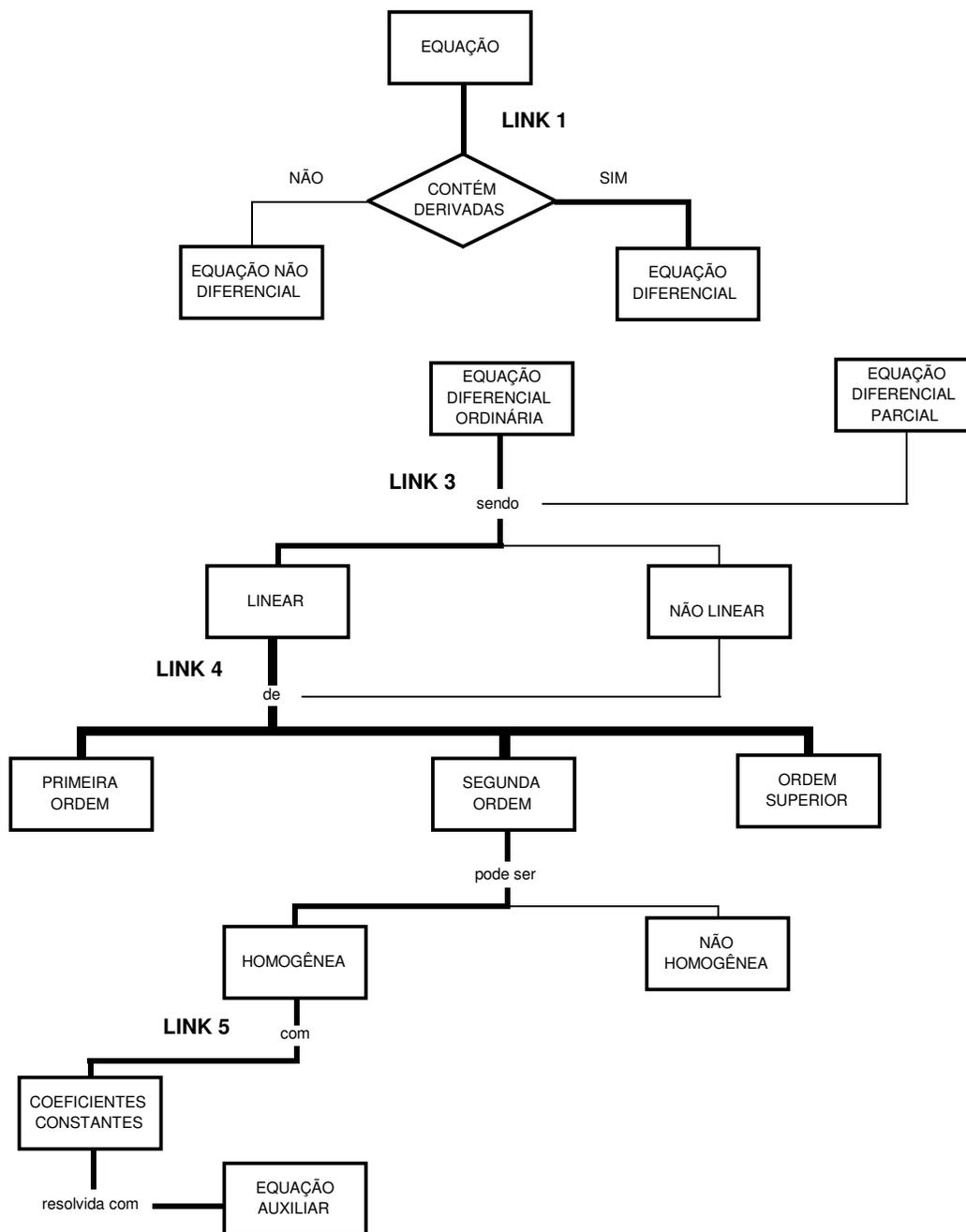
Verificou-se também no pós-teste, a obliteração do link 1.



g) Mapas conceituais do aluno 8 do grupo de controle

- Mapa conceitual do pré-teste:

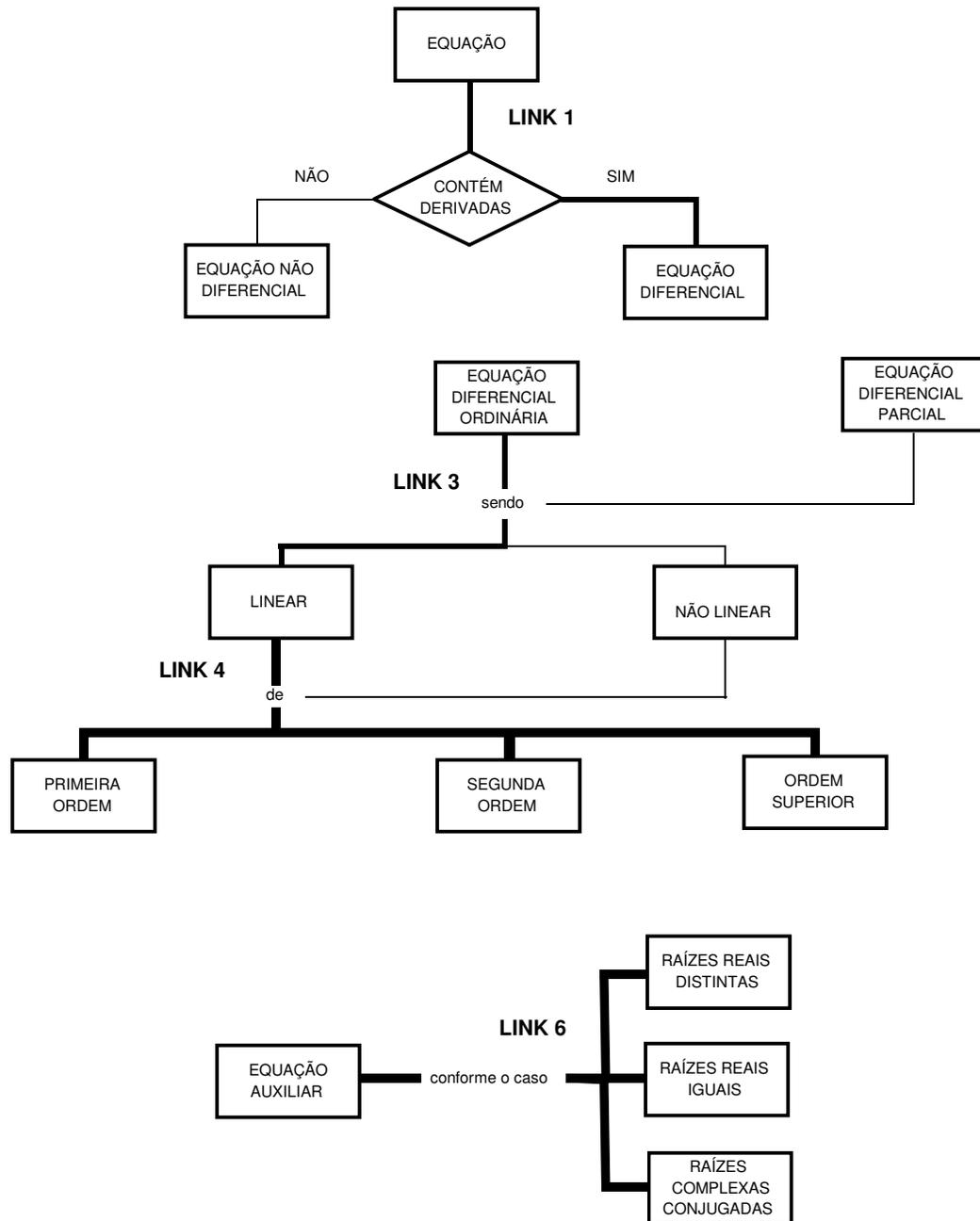
Os subunçores organizados aparecem através da concatenação dos links 3,4 e 5, onde o aluno verifica a linearidade, a ordem e a homogeneidade de uma equação diferencial, estabelecendo condições para a resolução de uma equação com coeficientes constantes, através de uma equação auxiliar.



- Mapa conceitual do pós-teste:

No mapa conceitual do pós-teste, o link 5 é obliterado, permanecendo concatenado o link 3 ao link 4 formando uma nova organização de subsunçores. Agora o aluno verifica a linearidade e a ordem das equações diferenciais. Permanece diferenciando equações através do link 1 e surge o link 6 não concatenado, com o que o aluno resolve uma equação

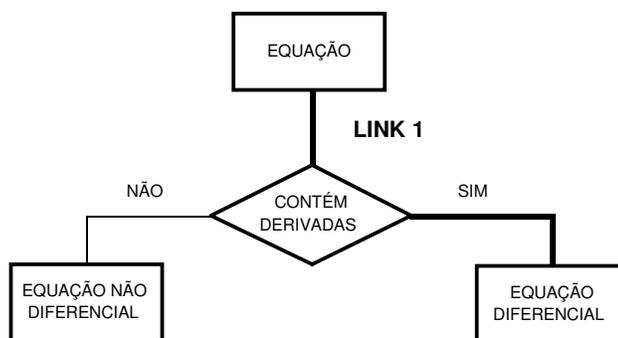
diferencial, de acordo com o tipo de raiz.

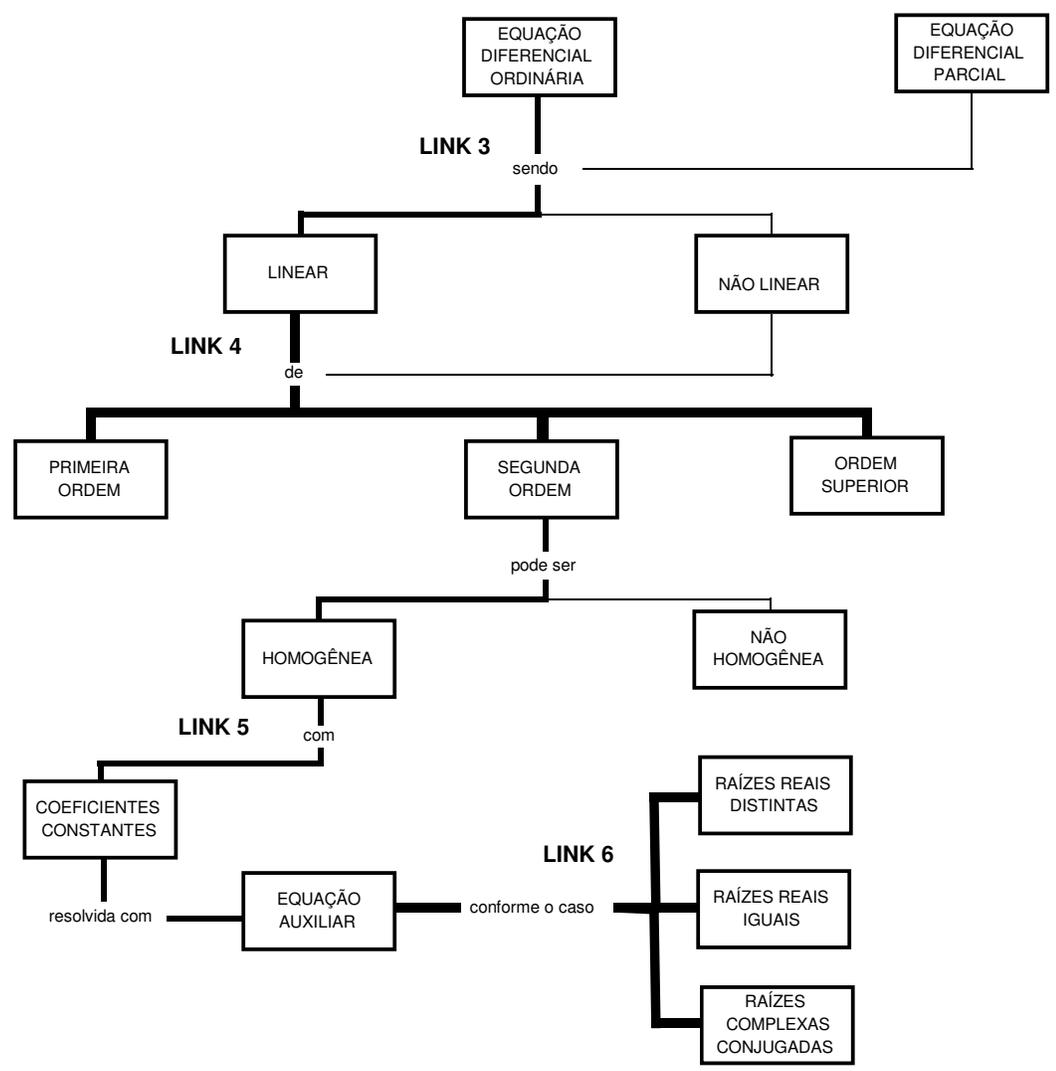


h) Mapas conceituais do aluno 9 do grupo de controle

- Mapa conceitual do pré-teste:

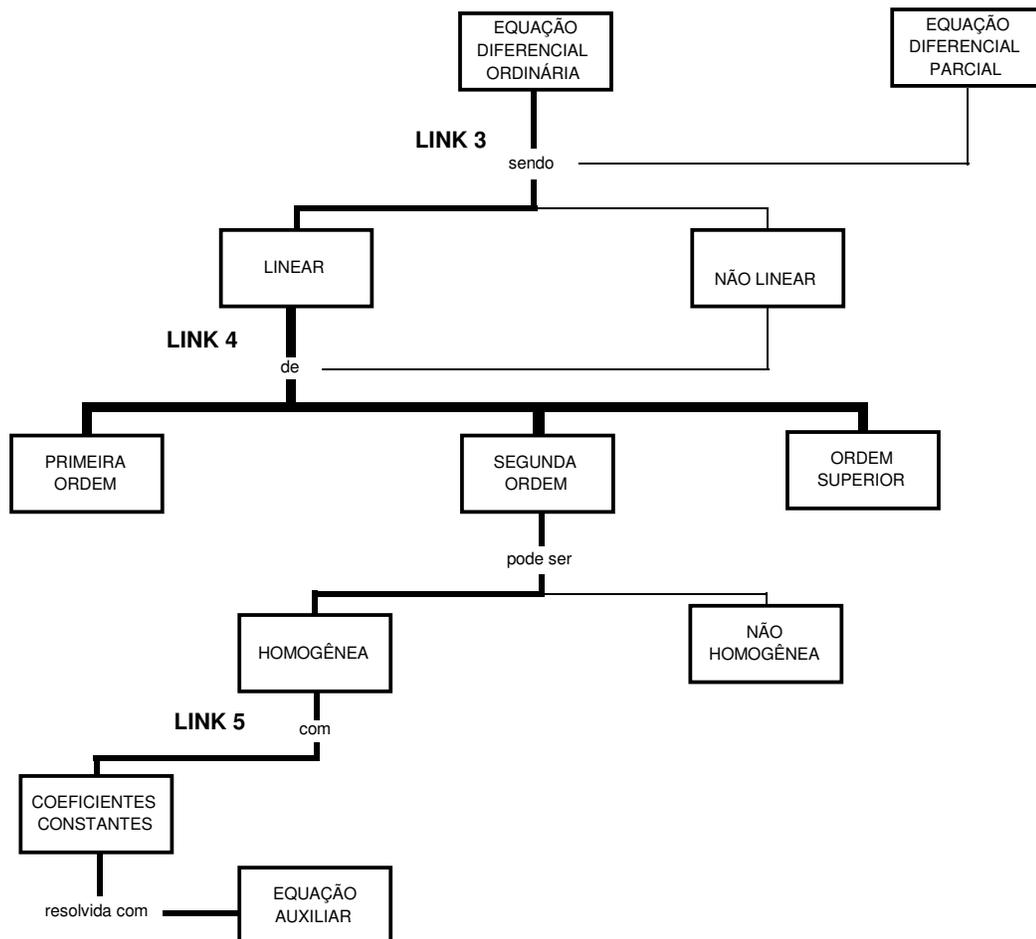
O aluno diferencia equações através do link 1 que aparece não concatenado, verifica a linearidade, a ordem e a homogeneidade com coeficientes constantes. Consegue resolver uma equação diferencial de acordo com o tipo de raiz, através de uma equação auxiliar, conforme os subsunçores organizados com os links 3,4,5 e 6.





- Mapa conceitual do pós-teste:

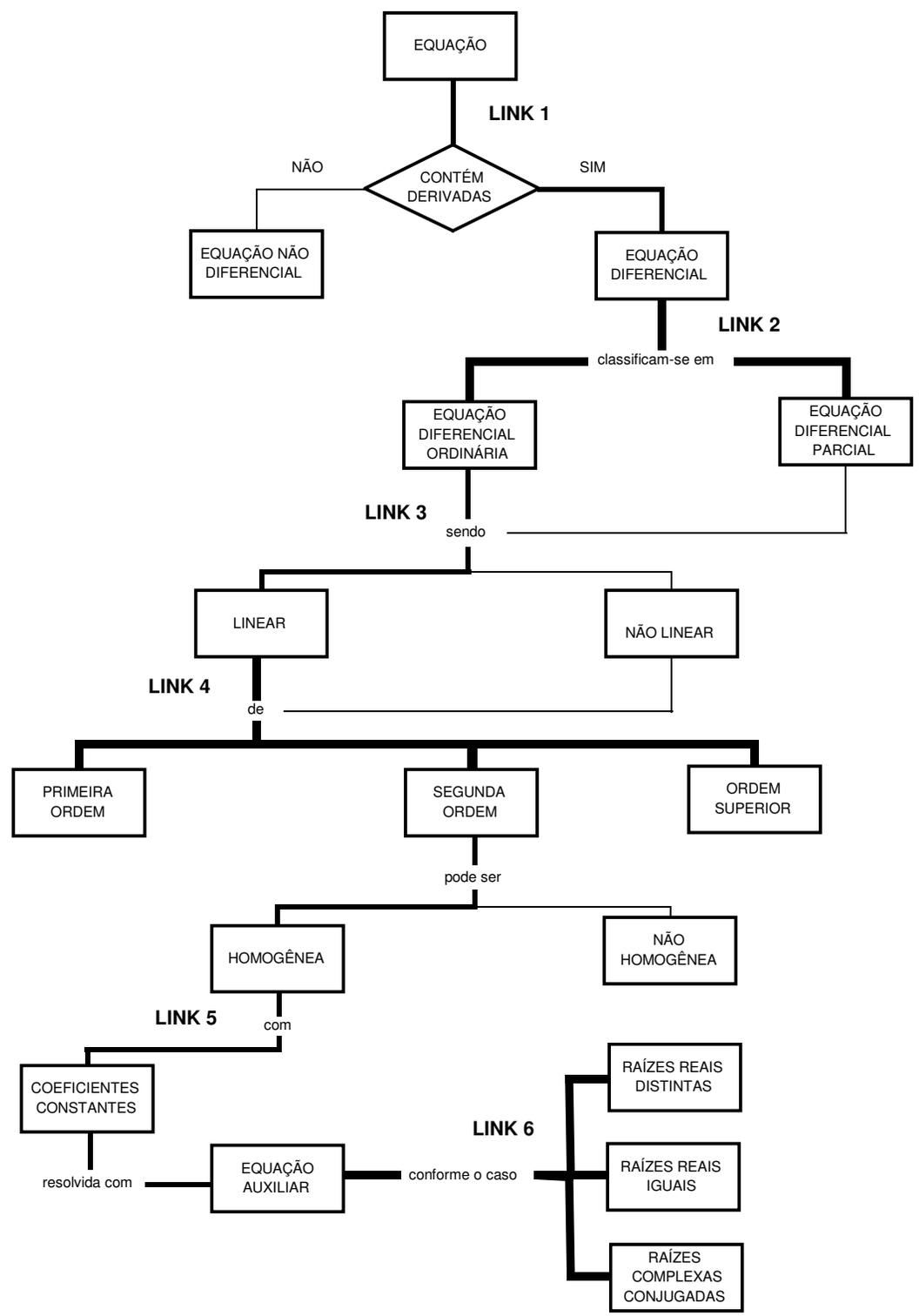
No pós-teste, obliteram-se os links 1 e 6, permanecendo os links 3,4 e 5. O aluno verifica a linearidade a ordem e a homogeneidade de uma equação com coeficientes constantes. Também consegue identificar a equação auxiliar para a resolução de uma equação diferencial. A organização dos subsunçores restringe-se agora aos links cognitivos 3, 4 e 5.



i) Mapas conceituais do aluno 10 do grupo de controle

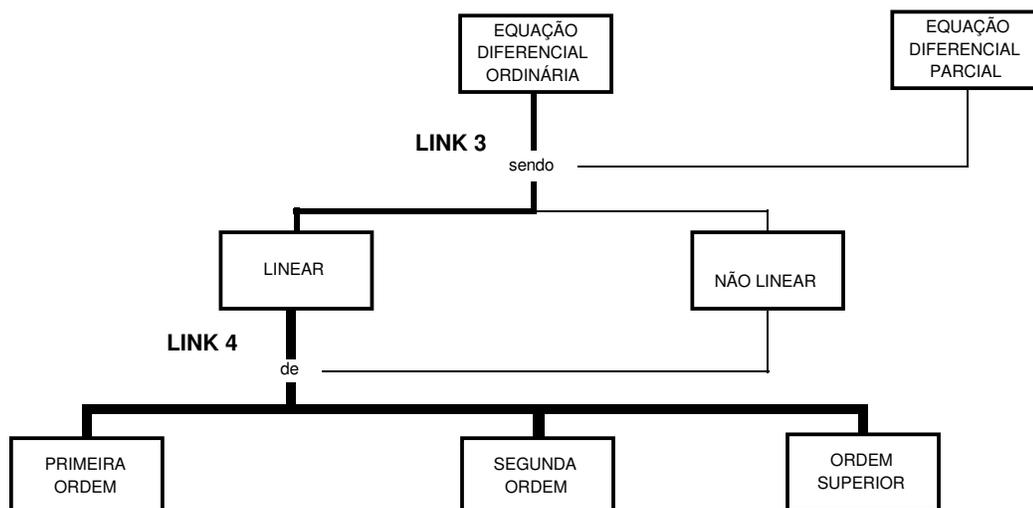
- Mapa conceitual do pré-teste:

No mapa conceitual do pré-teste, aparecem todos os links cognitivos concatenados, demonstrando uma forte organização de subsunçores. O aluno diferencia equações, classifica uma equação diferencial, verifica sua linearidade e sua ordem e ainda confere sua homogeneidade com coeficientes constante. Também resolve uma equação diferencial de acordo com o tipo de raiz.



- Mapa conceitual do pós-teste:

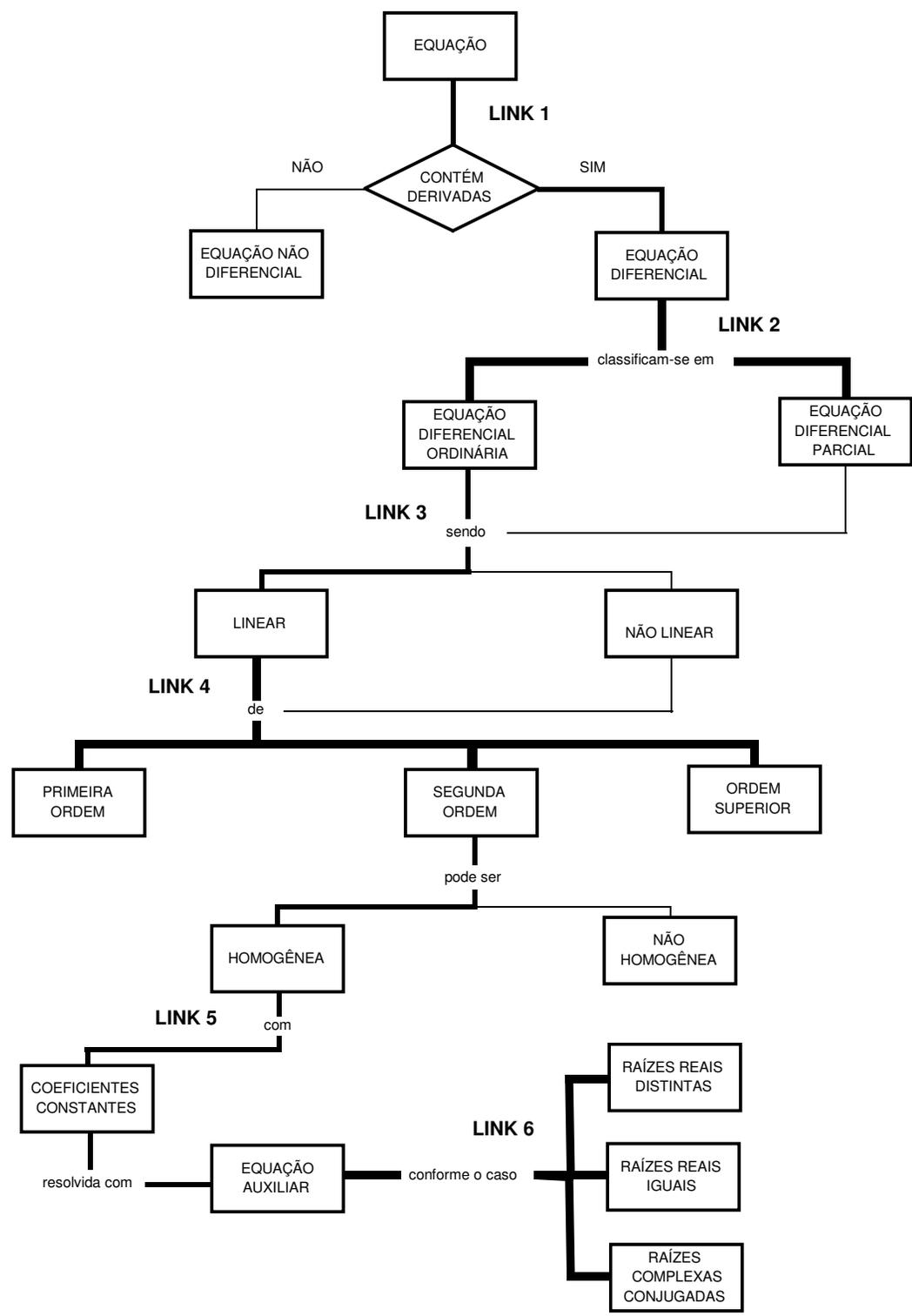
No pós-teste são obliterados a maioria dos links cognitivos, permanecendo concatenados apenas os links 3 e 4, que verificam a linearidade e a ordem de uma equação diferencial. Estes links cognitivos concatenados são os que agora organizam os subsunçores do aluno.



j) Mapas conceituais do aluno 11 do grupo de controle

- Mapa conceitual do pré-teste:

Assim como no mapa conceitual do pré teste do aluno 10, aparecem todos os links cognitivos, pode-se, desta maneira, considerar a mesma análise.



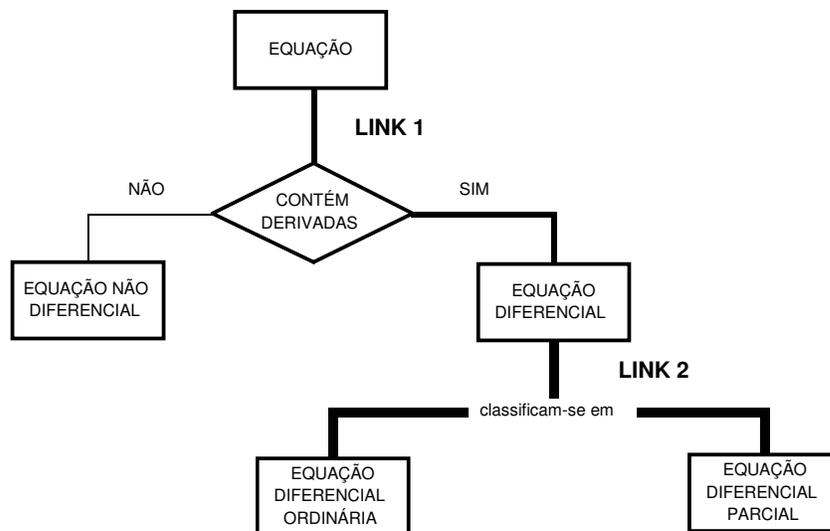
- Mapa conceitual do pós-teste:

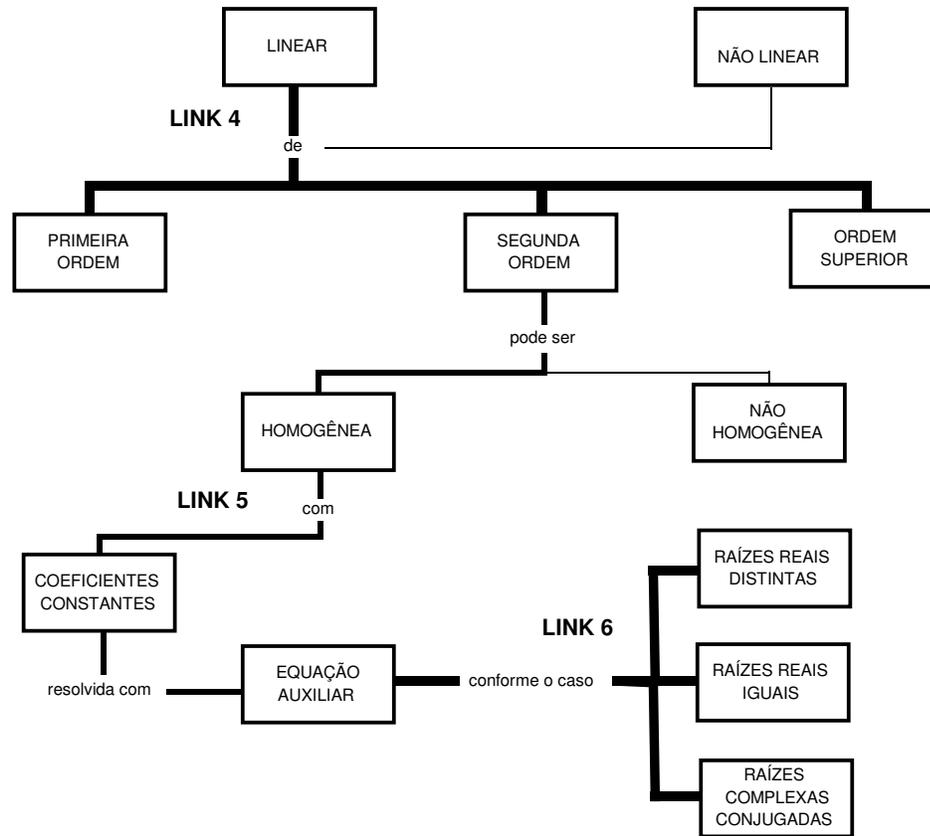
Agora, no mapa conceitual do pós-teste, o aluno diferencia e classifica uma equação diferencial através dos links 1 e 2, mas não verifica a linearidade pois o link 3 foi obliterado.

Conforme os links 4, 5 e 6, o aluno estabelece a ordem, a linearidade e a homogeneidade de uma equação diferencial com coeficientes constantes. Também resolve uma equação diferencial de acordo com o tipo de raiz.

Neste caso os subsunçores aparecem organizados de duas maneiras:

- Através dos links cognitivos 1 e 2;
- Através dos links cognitivos 4, 5 e 6.



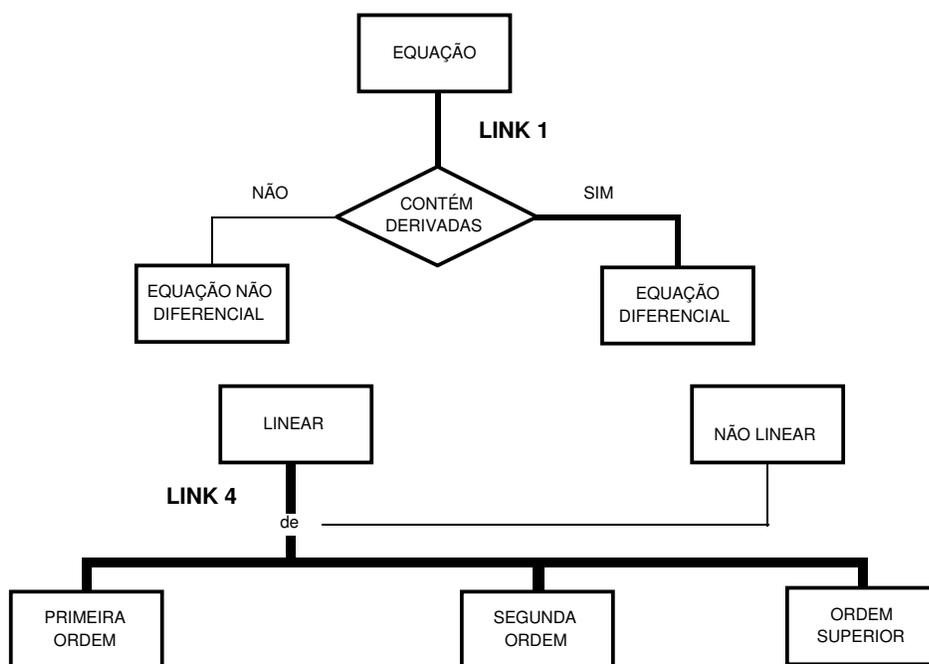


APÊNDICE C – Mapas Conceituais dos Alunos do Grupo Experimental

a) Mapas conceituais do aluno 1 do grupo experimental

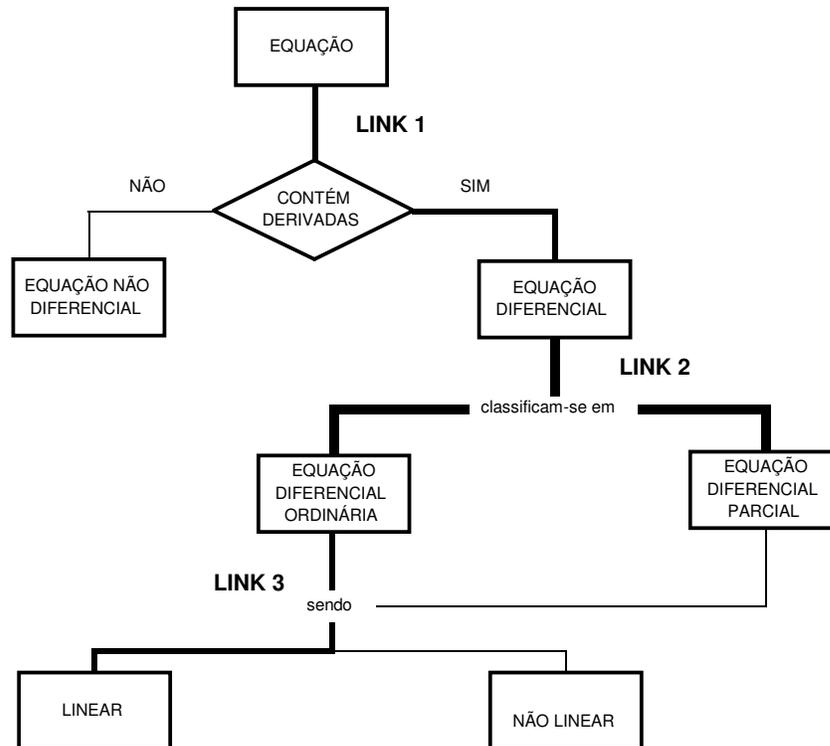
- Mapa conceitual do pré-teste:

No mapa conceitual do pré-teste o aluno diferencia equações e verifica a ordem de uma equação diferencial, correspondendo aos links 1 e 4 não concatenados.



- Mapa conceitual do pós-teste:

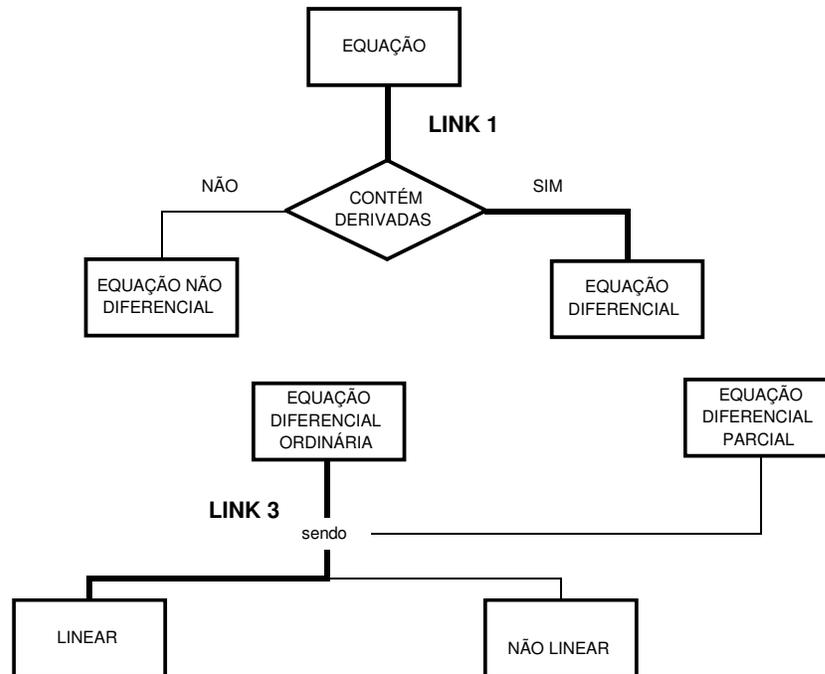
No pós-teste aparece o link 2 estabelecendo a concatenação juntamente com os links 1 e 3. Agora o aluno diferencia equações, classifica-as e estabelece a ordem de uma equação diferencial. Observa-se a organização de subsunçores na estrutura cognitiva do aluno.



b) Mapas conceituais do aluno 2 do grupo experimental

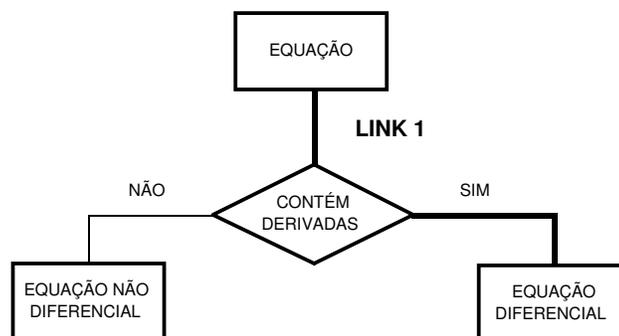
- Mapa conceitual do pré-teste:

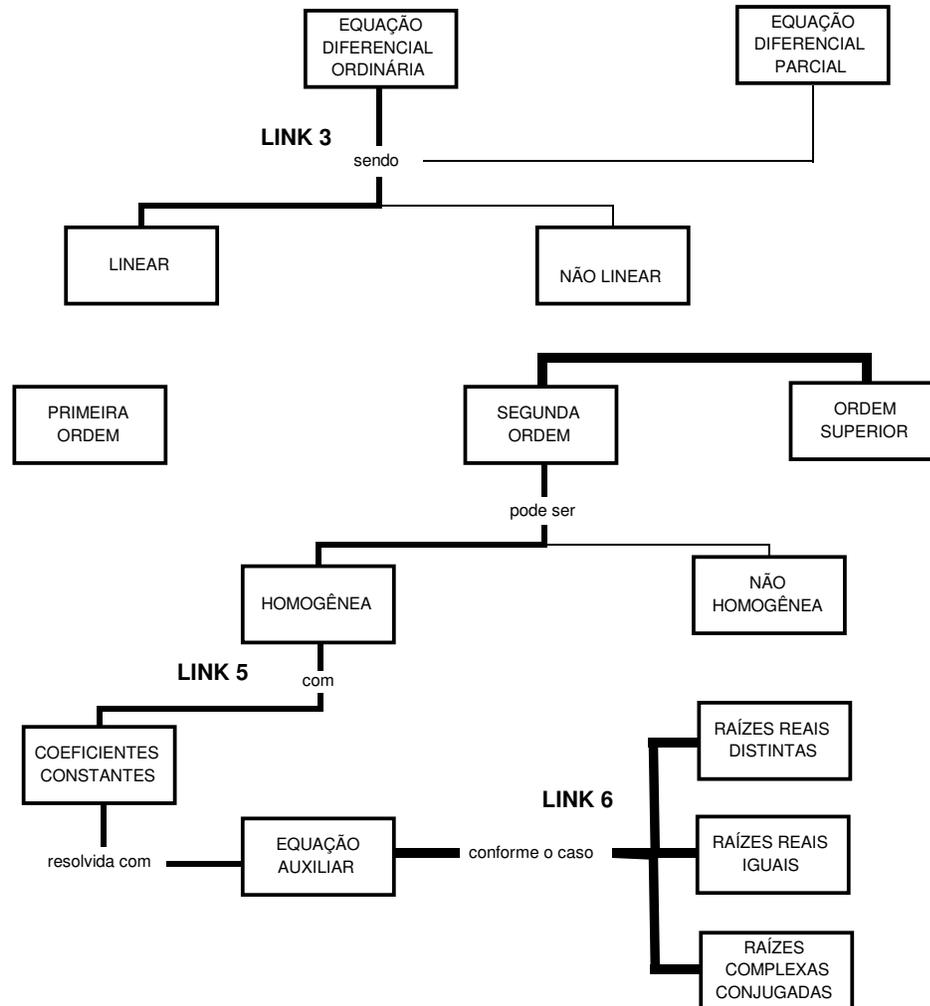
Neste mapa aparecem os links 1 e 4 não concatenados, o aluno diferencia uma equação e estabelece sua classificação.



- Mapa conceitual do pós-teste:

No mapa do pós-teste, observa-se a inclusão dos links 5 e 6 concatenados estabelecendo a organização destes subsunçores. Agora, o aluno diferencia uma equação com o link 1, classifica-a através do link 3 e resolve uma equação diferencial, através de uma equação auxiliar, de acordo com o tipo de raiz.

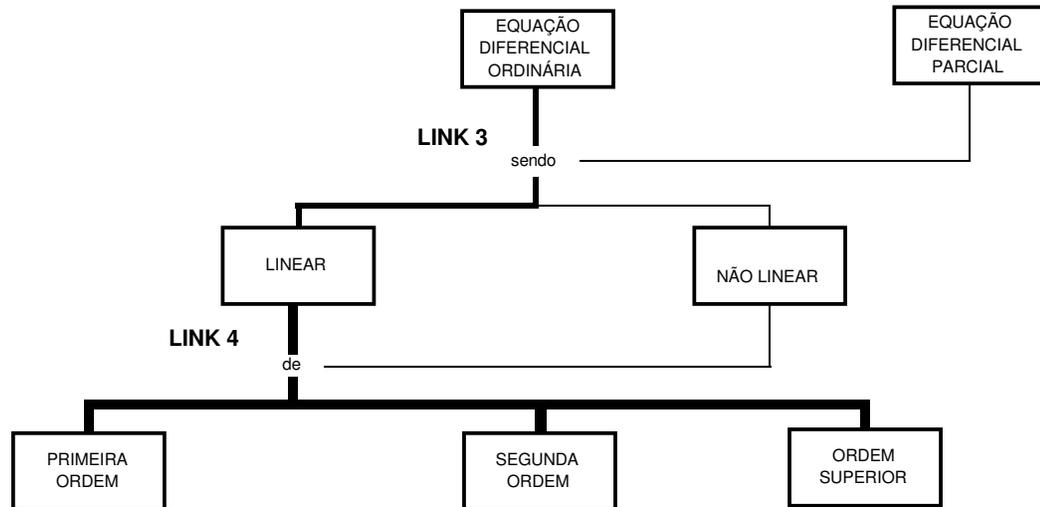




c) Mapas conceituais do aluno 3 do grupo experimental

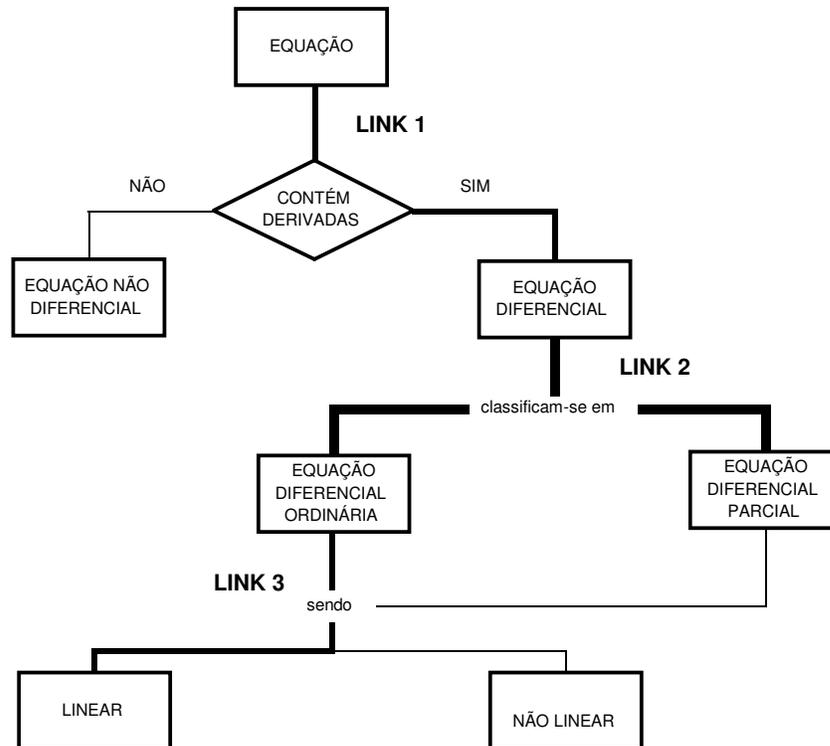
- Mapa conceitual do pré-teste:

Neste mapa aparecem os links 3 e 4 concatenados. O aluno classifica e verifica a linearidade de uma equação diferencial.



- Mapa conceitual do pós-teste:

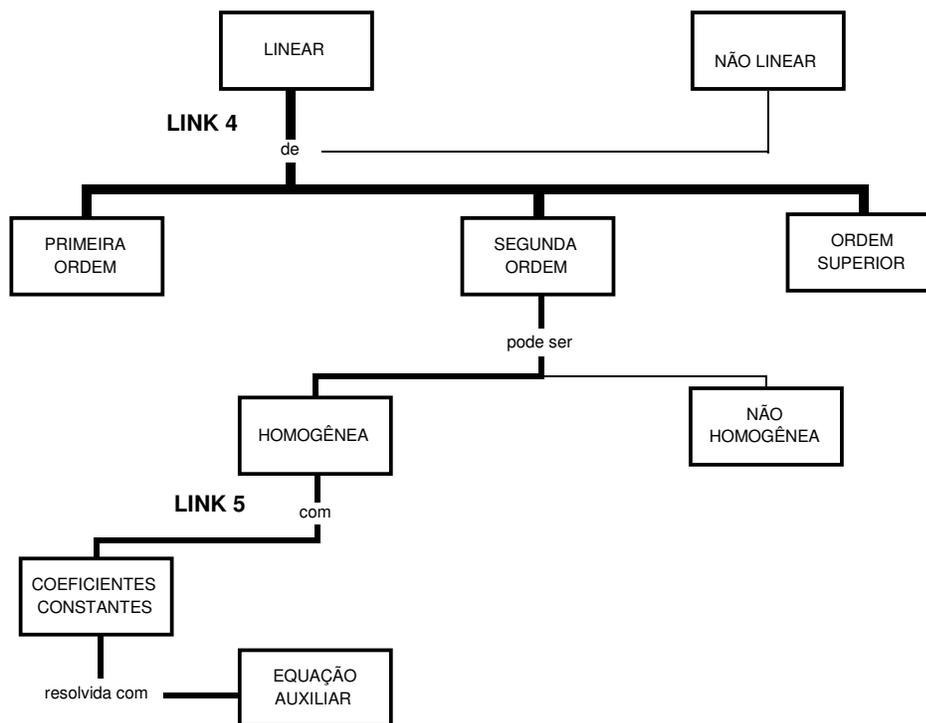
No mapa do pós-teste, aparece o link 1 concatenando-se aos links 2 e 3, fortalecendo a organização dos subsunçores já existentes no pré-teste. Então, o aluno diferencia, classifica e verifica a linearidade de uma equação diferencial.



d) Mapas conceituais do aluno 4 do grupo experimental

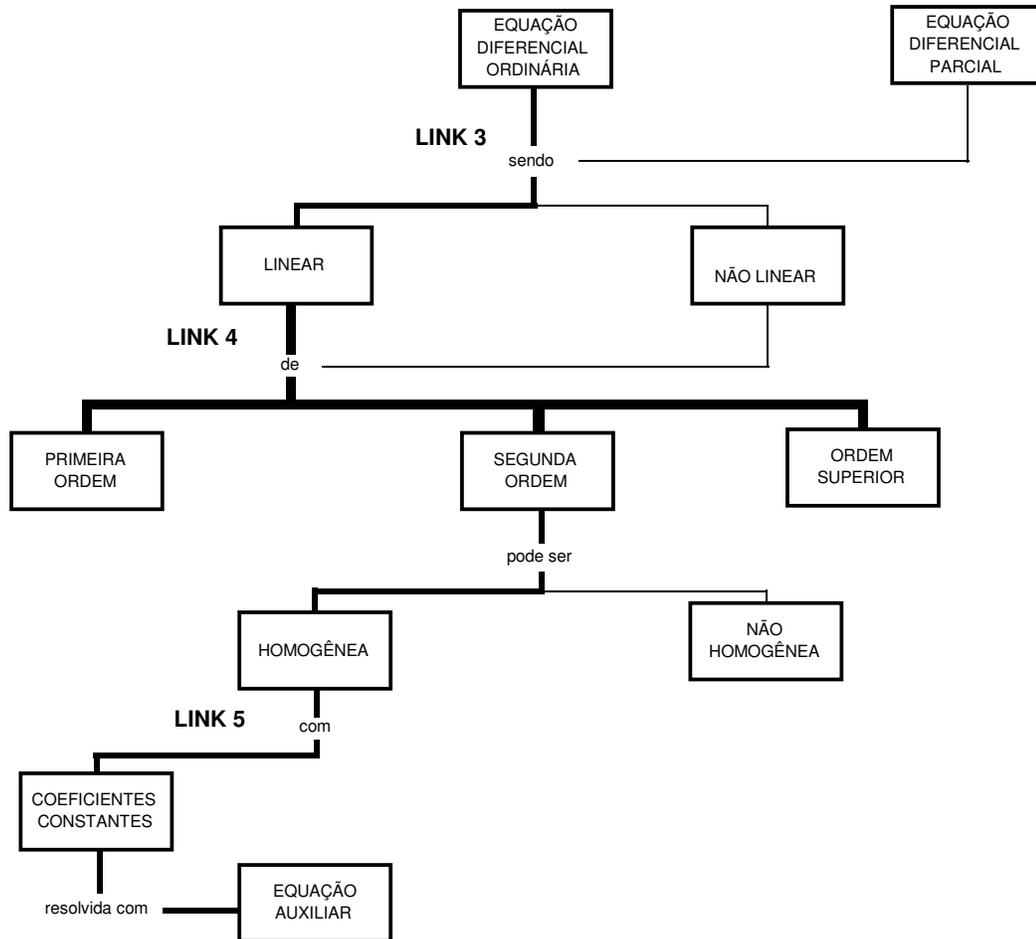
- Mapa conceitual do pré-teste:

No pré-teste aparecem subsunçores organizados com os links 4 e 5 concatenados. O aluno verifica a ordem de uma equação diferencial e define sua homogeneidade, com coeficientes constantes e equação auxiliar.



- Mapa conceitual do pós-teste:

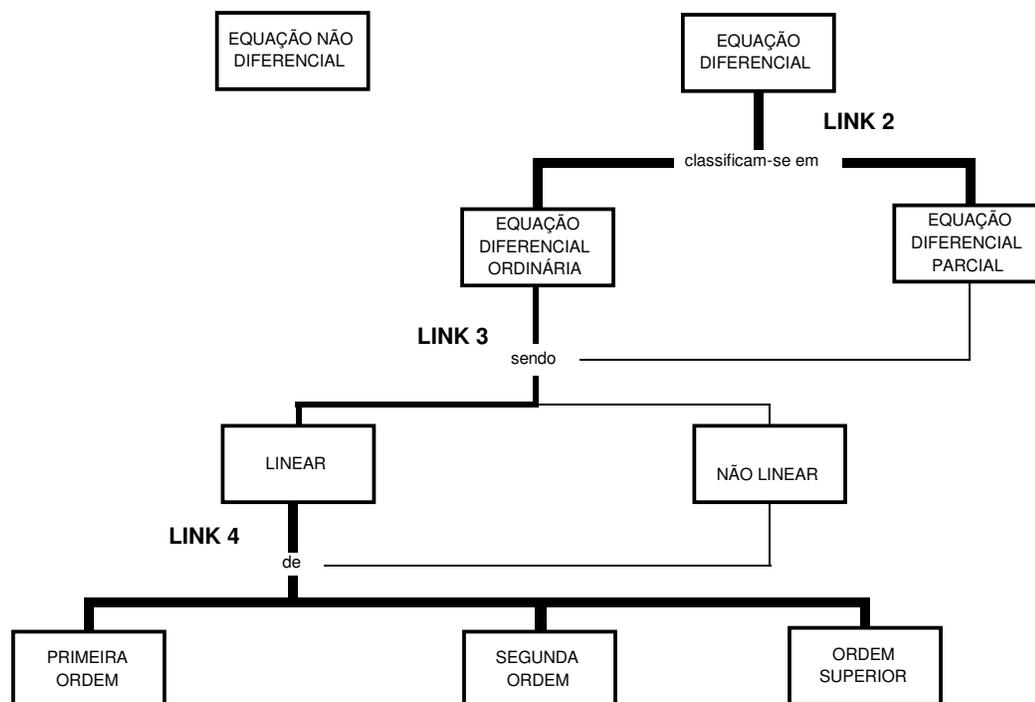
No pós-teste a organização dos subsunçores aumenta com a inclusão do link 3, agora o aluno além de verificar a ordem de uma equação diferencial e definir sua homogeneidade, com coeficientes constantes e equação auxiliar, também consegue verificar sua linearidade.



e) Mapas conceituais do aluno 5 do grupo experimental

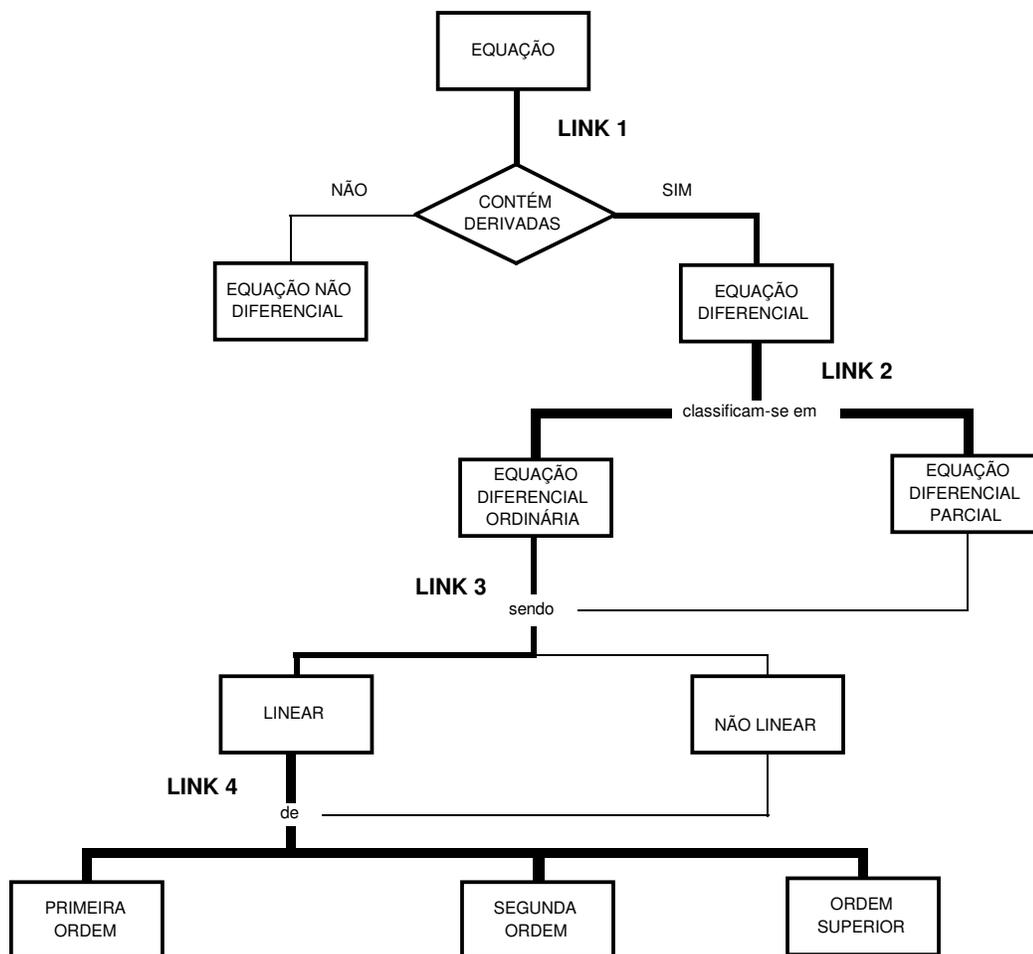
- Mapa conceitual do pré-teste:

Aparecem os links 2, 3 e 4 concatenados, estabelecendo a organização de subsunçores do pré-teste. Através destes links concatenados, o aluno classifica uma equação diferencial, verifica sua linearidade e também a sua ordem.



- Mapa conceitual do pós-teste:

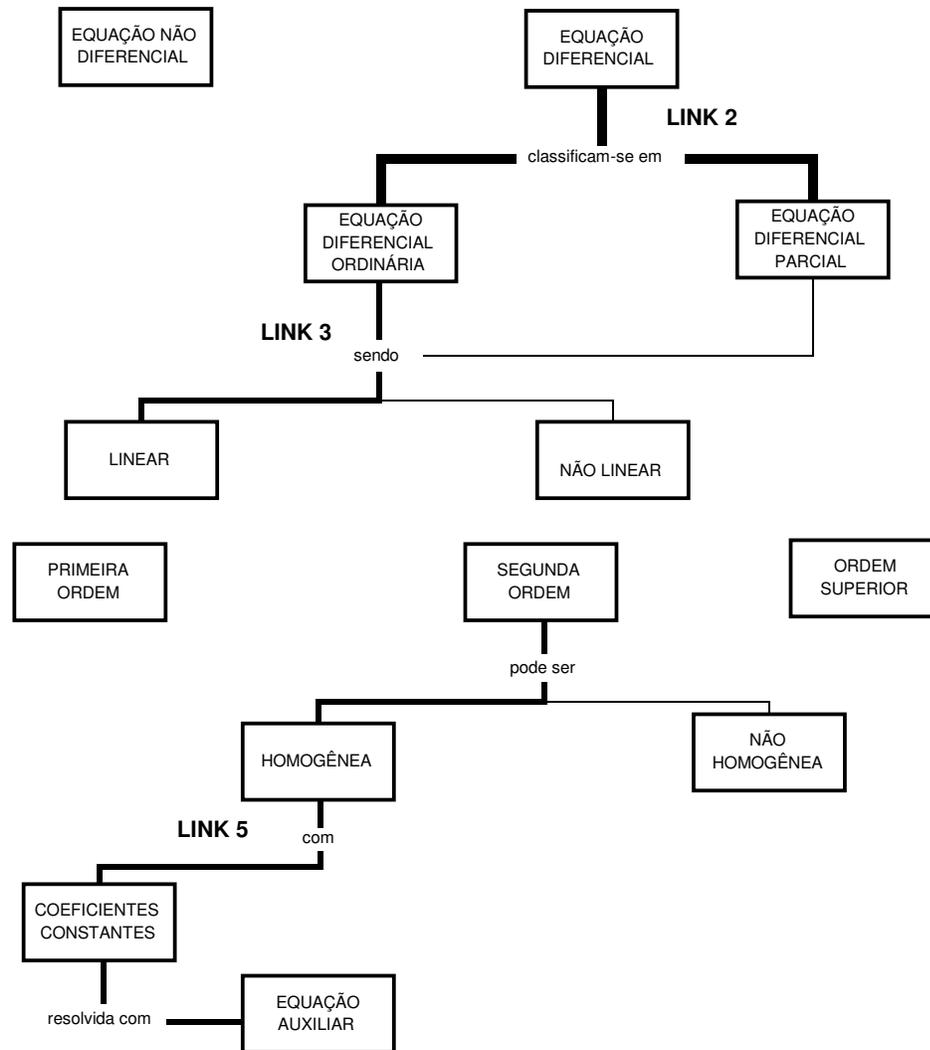
No pós-teste, aparece o link 1 concatenado aos links 2, 3, 4 já existentes na estrutura cognitiva do aluno, aumentando a sua organização de subsunçores a respeito do conteúdo. O aluno que no pré-teste classificava uma equação diferencial, verificava sua linearidade e sua ordem, a partir do pós-teste tem condições de estabelecer a diferença entre equações.



f) Mapas conceituais do aluno 6 do grupo experimental

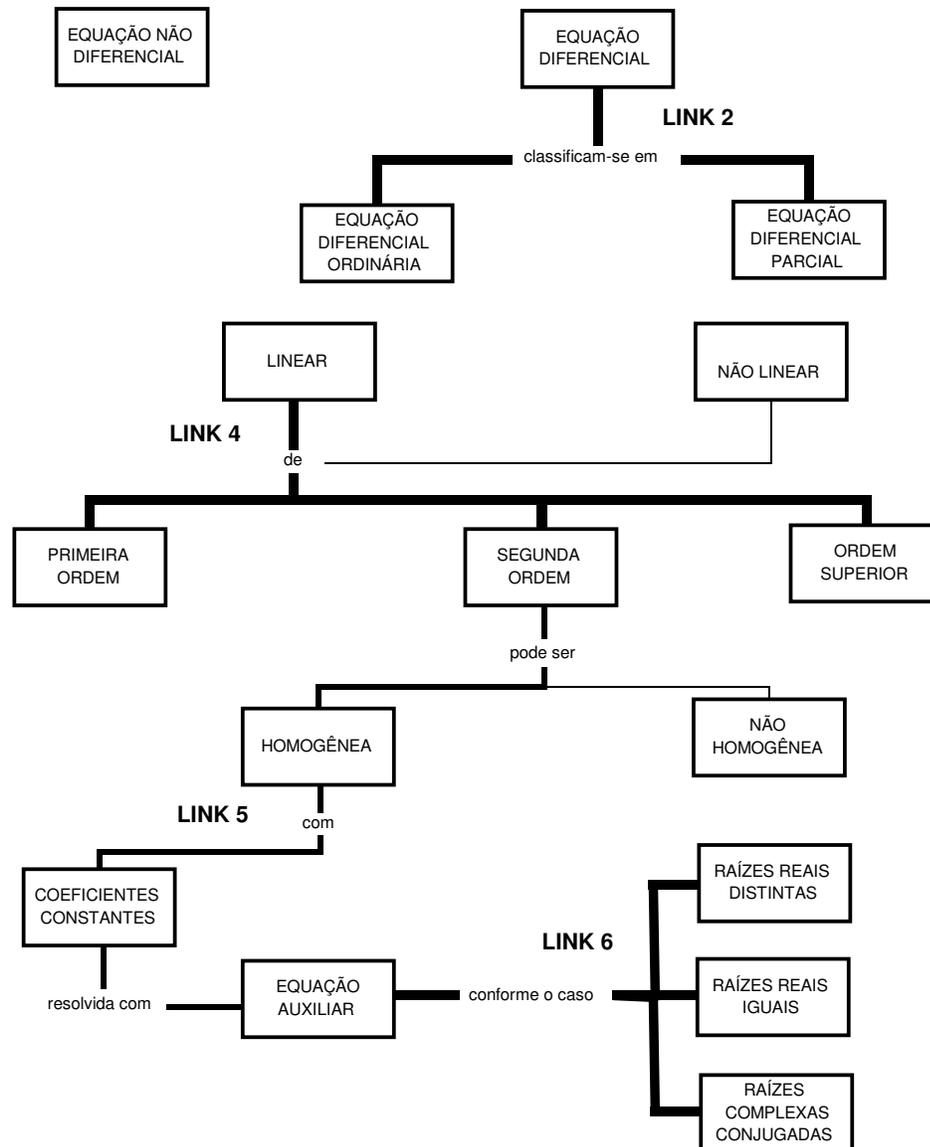
- Mapa conceitual do pré-teste:

No pré-teste do aluno 6 observa-se a organização de subsunçores com os links 2 e 3 concatenados e ainda o link 5 não concatenado. Com isto o aluno classifica e verifica a linearidade de uma equação diferencial e ainda estabelece sua homogeneidade.



- Mapa conceitual do pós-teste:

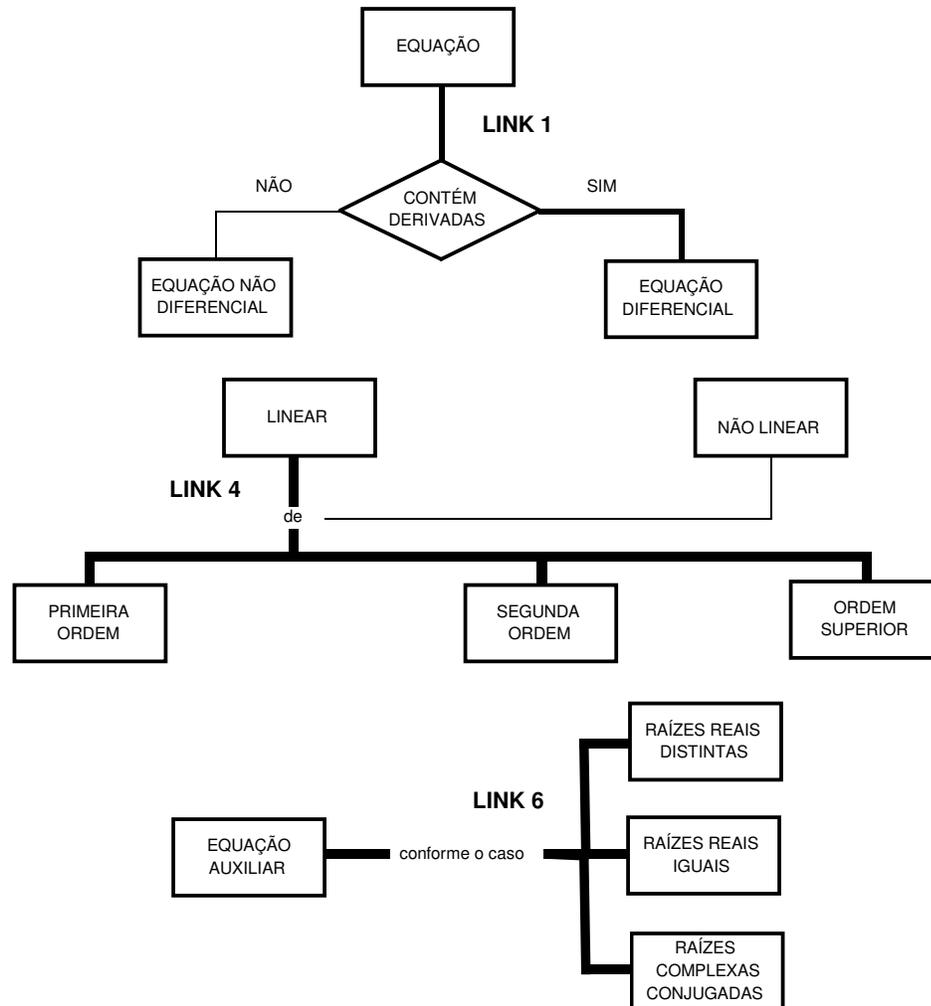
No pós-teste o link 3 é obliterado e os links 4 e 6 são acrescentados ao link 5 para uma nova organização de subsunçores. Com isto o aluno poderá classificar uma equação através do link 2 e estabelecer a ordem, a homogeneidade e resolver uma equação diferencial através de uma equação auxiliar, de acordo com sua raiz.



g) Mapas conceituais do aluno 7 do grupo experimental

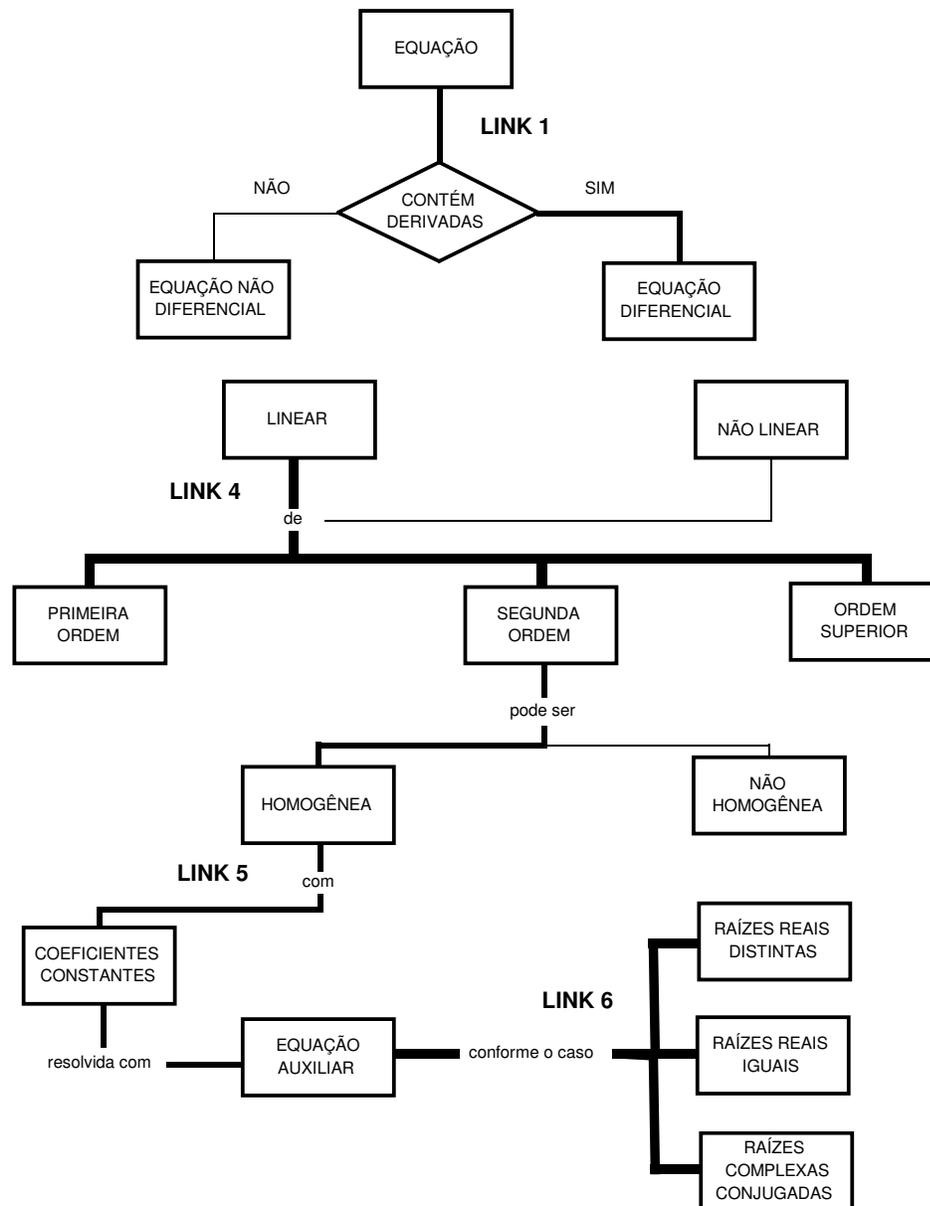
- Mapa conceitual do pré-teste:

No pré-teste aparecem os links 1, 4 e 6 desconectados, conseqüentemente sem subunções organizados. Com os links, o aluno poderá diferenciar equações, estabelecer a ordem e também resolver uma equação através de uma equação auxiliar, conforme sua raiz.



- Mapa conceitual do pós-teste:

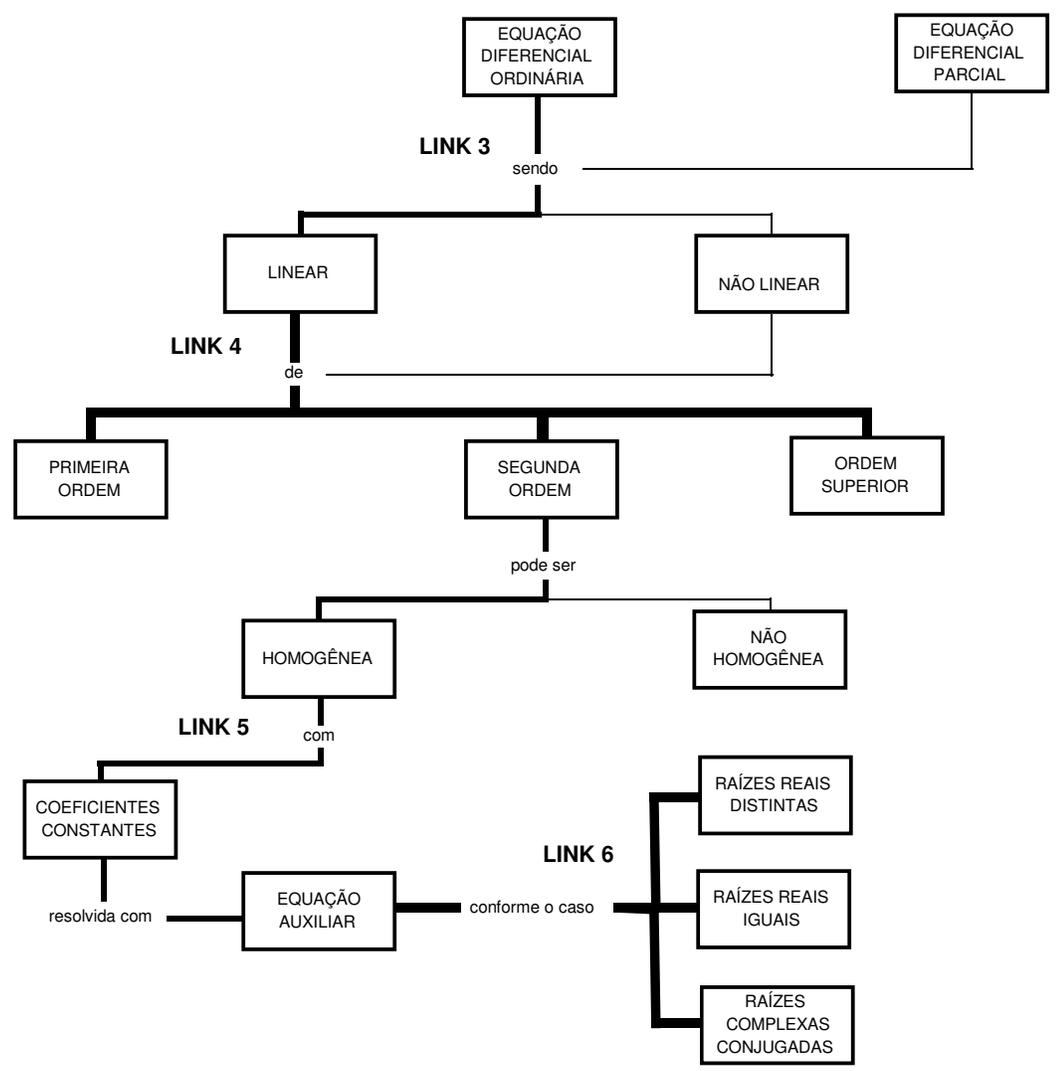
No pós-teste aparece o link 5 organizando subsunçores com a concatenação aos links 4 e 6. O link 1 permanece não concatenado. Sendo assim, o aluno pode diferenciar equações através do link1, estabelecer a ordem e homogeneidade de uma equação e ainda resolve-la com equação auxiliar, conforme sua raiz.



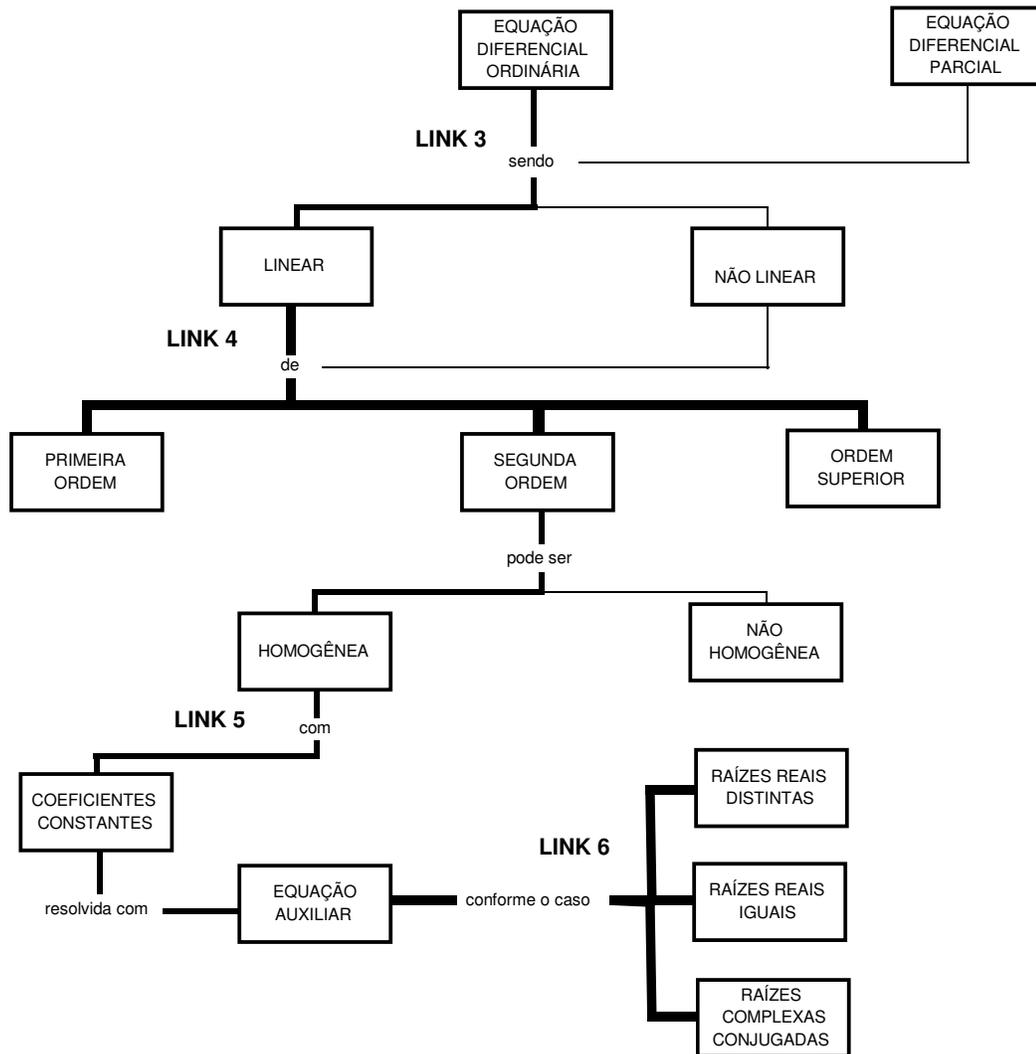
h) Mapas conceituais do aluno 8 do grupo experimental

- Mapa conceitual do pré-teste:

Tanto no pré, quanto no pós-teste, pode-se fazer a mesma análise, uma vez que os dois testes apresentam os mesmos links. Aparecem concatenados os links 3, 4, 5 e 6 organizando subsunçores. Com isto, o aluno pode verificar a linearidade, a ordem e a homogeneidade de uma equação diferencial, e ainda resolve-la com uma equação auxiliar, conforme a sua raiz.



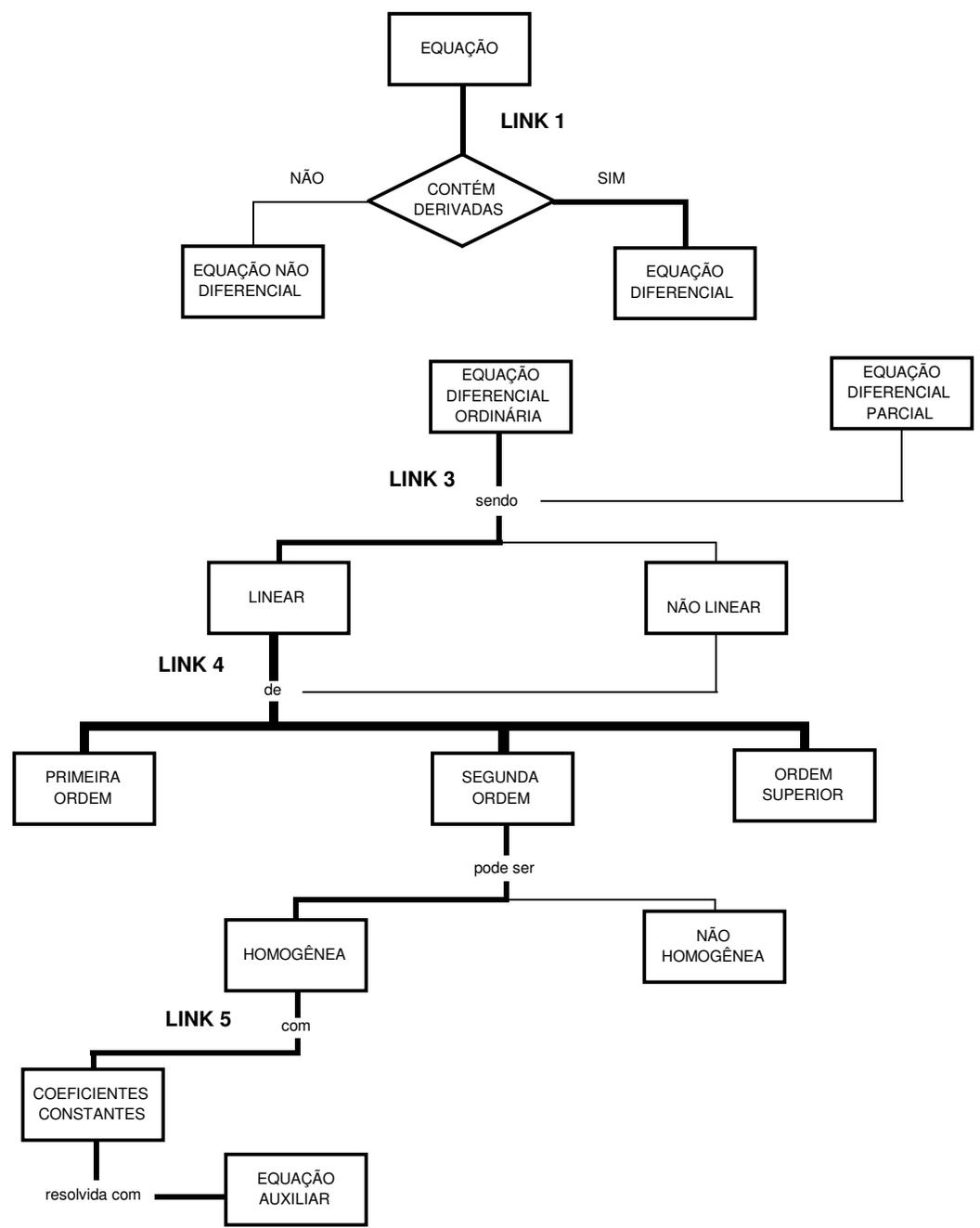
- Mapa conceitual do pós-teste:



i) Mapas conceituais do aluno 9 do grupo experimental

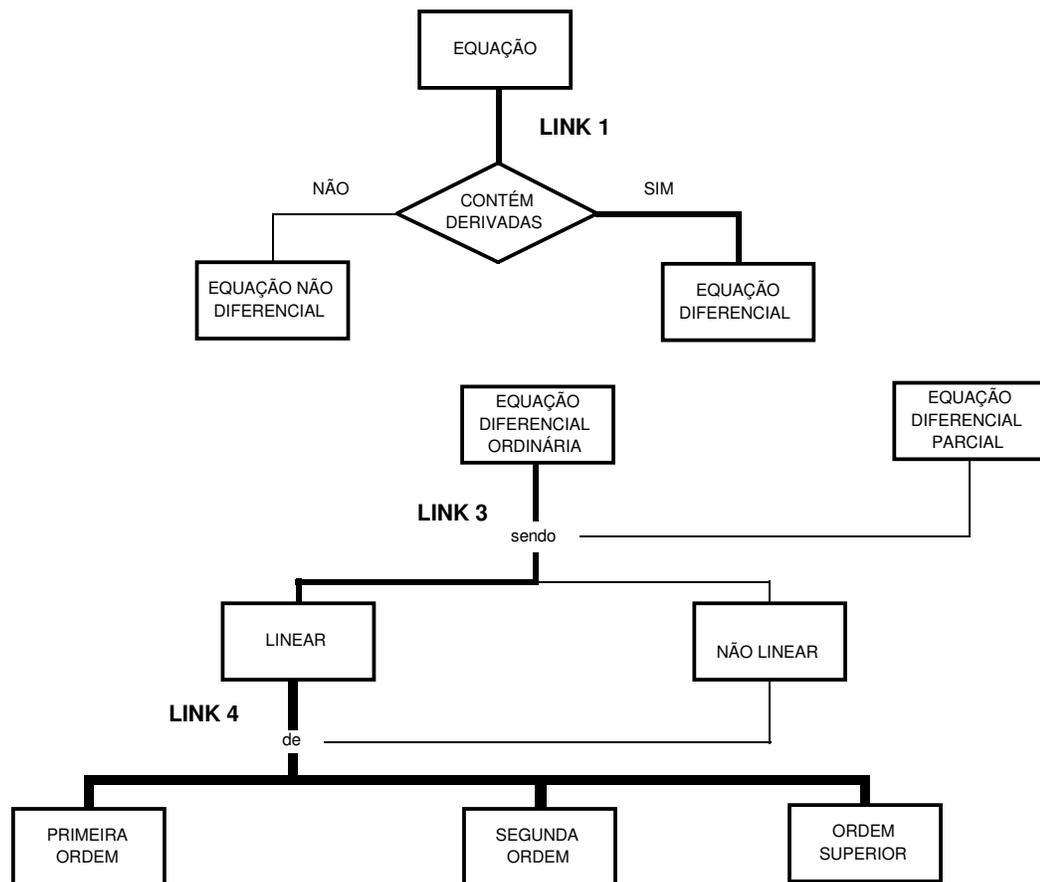
- Mapa conceitual do pré-teste:

No mapa do pré-teste, aparece o link 1 não concatenado e os links 3, 4 e 5 concatenados organizando subsunçores. Pode-se então estabelecer que o aluno diferencia equações, verifica a linearidade e a ordem de uma equação diferencial e estabelece sua homogeneidade.



- Mapa conceitual do pós-teste:

No pós teste aconteceu a obliteração do link 2, enfraquecendo a organização dos subsunçores pois ficaram concatenados apenas os links 3 e 4. O link 1 permaneceu não concatenado. Sendo assim, o aluno diferencia equações e verifica a ordem e a homogeneidade de uma equação diferencial.

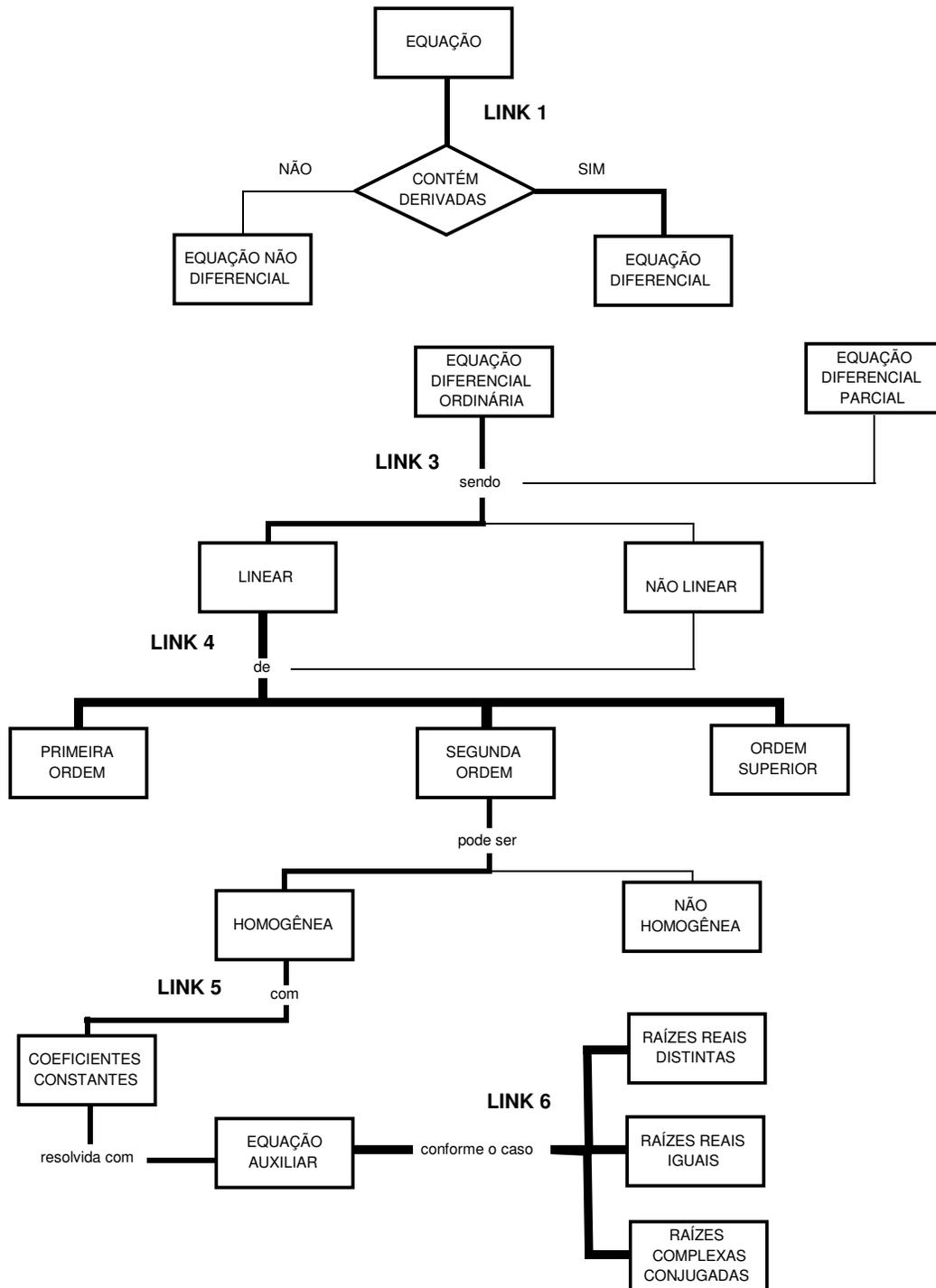


j) Mapas conceituais do aluno 10 do grupo experimental

- Mapa conceitual do pré-teste:

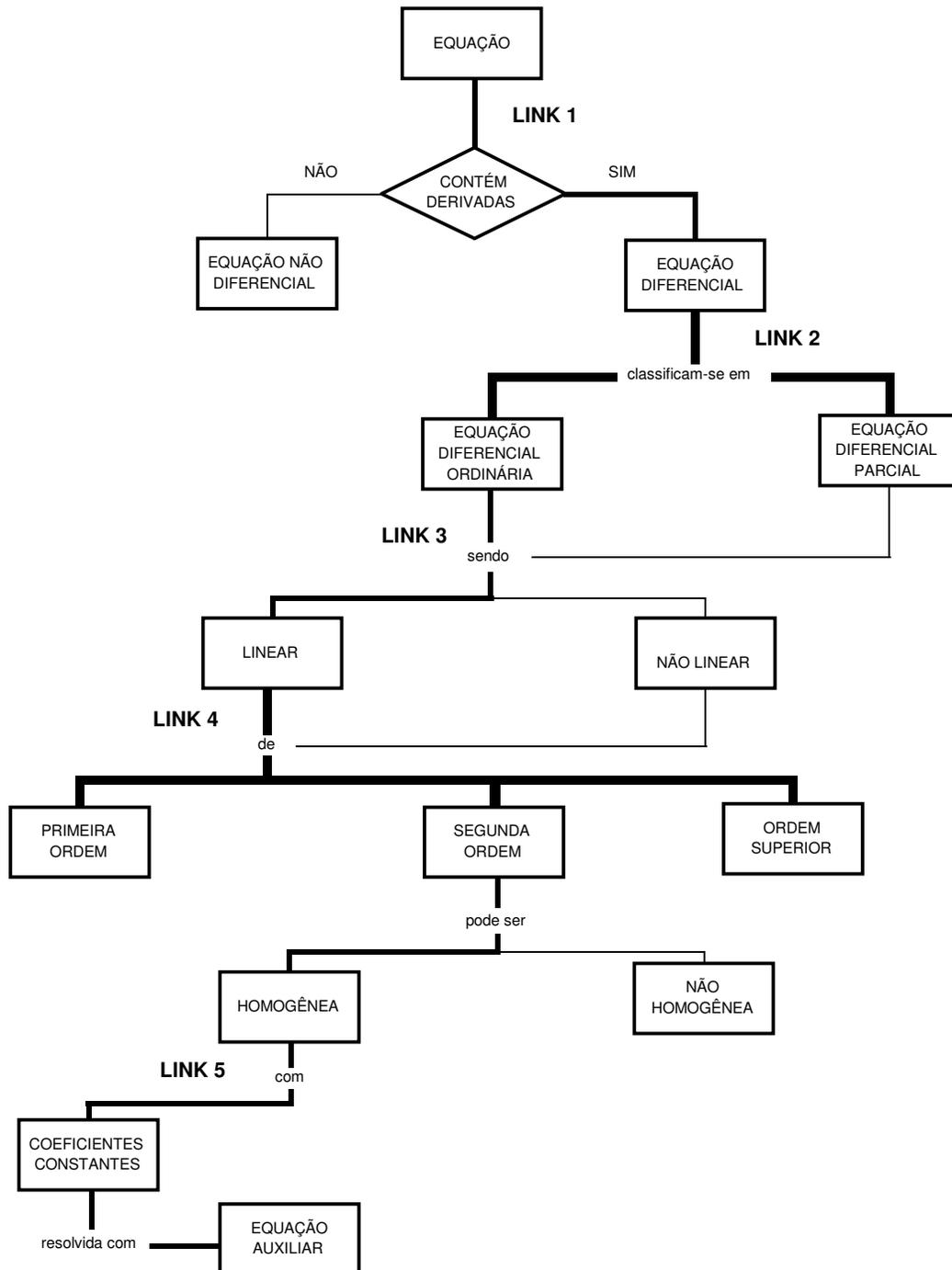
O mapa do pré-teste apresenta-se com uma forte organização dos subsunçores, através da concatenação dos links 3, 4, 5 e 6, aparecendo também o link 1 não concatenado. Então, o aluno diferencia uma equação, verifica a linearidade, a ordem e a homogeneidade de uma

equação diferencial e consegue resolvê-la através de uma equação auxiliar, conforme sua raiz.



- Mapa conceitual do pós-teste:

No mapa do pós-teste, acontece a obliteração do link cognitivo 6 e ao aparecimento do link cognitivo 2, o que irá estabelecer a ordenação dos subsunçores através da concatenação dos links cognitivos 1, 3, 4 e 5. Neste caso, o aluno consegue diferenciar uma equação, classificar e verificar a linearidade, a ordem, a homogeneidade e ainda resolver uma equação diferencial, através de uma equação auxiliar, de acordo com o tipo de raiz.

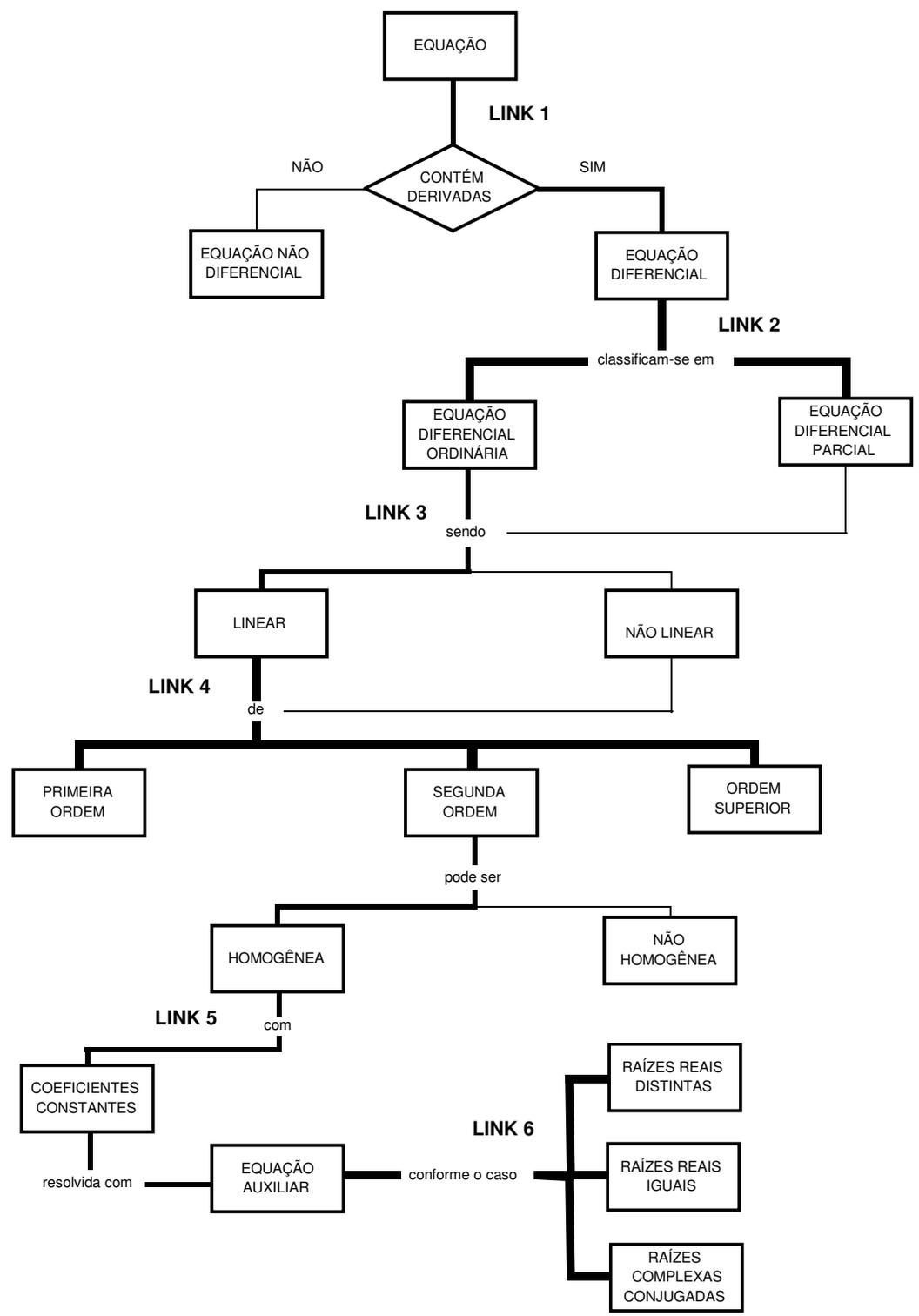


k) Mapas conceituais do aluno 11 do grupo experimental

- Mapa conceitual do pré-teste:

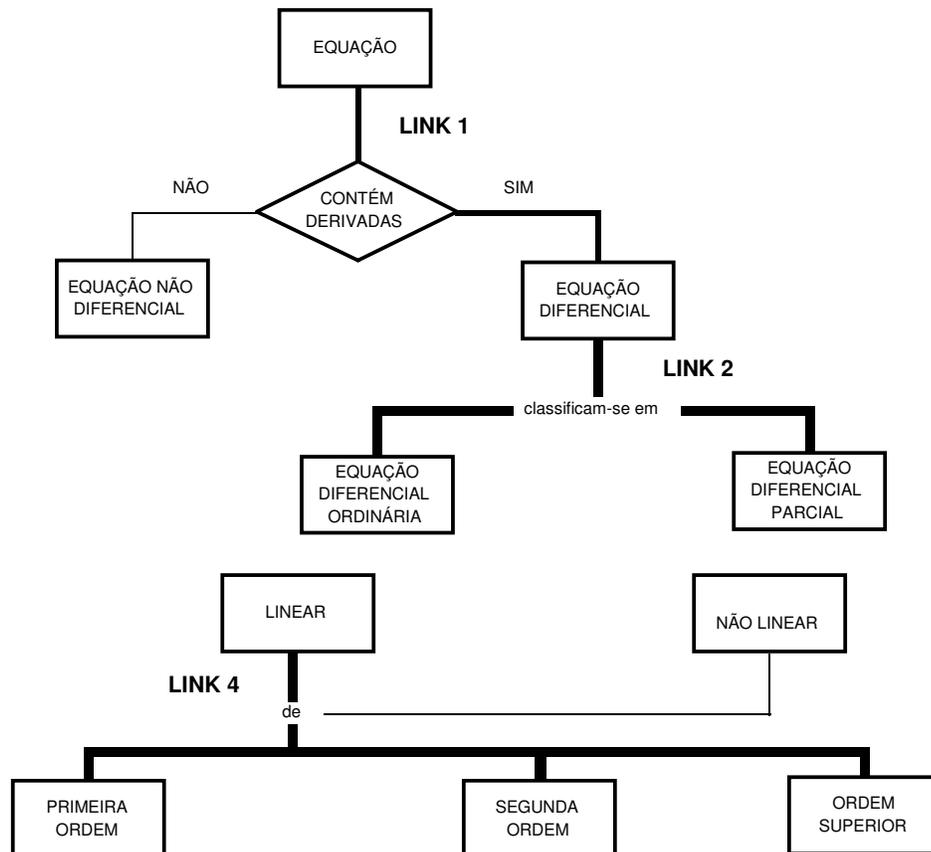
O pré-teste apresenta-se com os subsunçores fortemente organizados através da concatenação de todos os seus links cognitivos. Então o aluno diferencia uma equação,

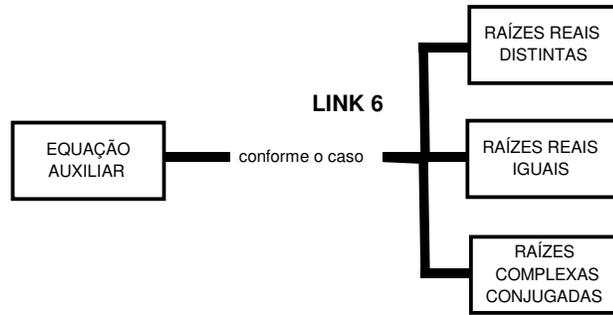
classifica uma equação diferencial, identifica se a mesma é ordinária ou parcial, verifica sua linearidade e homogeneidade e consegue resolvê-la com uma equação auxiliar, de acordo com o tipo de sua raiz.



- Mapa conceitual do pós-teste:

No pós-teste, foram obliterados os links 3 e 5, enfraquecendo a organização dos subsunçores que agora passam a contar apenas com os links cognitivos 1 e 2. Os links 4 e 6 agora apresentam-se desconectados. Sendo assim, o aluno diferencia uma equação, classifica uma equação diferencial, não consegue verificar se a mesma é ordinária ou parcial em função da obliteração do link 3, verifica se é linear, não verifica sua homogeneidade porque existiu a obliteração do link 5, contudo consegue resolve-la utilizando uma equação auxiliar, de acordo com sua raiz.





ANEXO A - Portal Educacional

Matemática Essencial

Ensino: Fundamental, Médio e Superior

Matemática para o Ensino Fundamental, Médio e Superior. Matemática Financeira. Passatempos. Cálculo Diferencial e Integral. Álgebra. Máximos e Mínimos. Equações Diferenciais Ordinárias. Variáveis complexas. Cálculos on-line. Harmonia Matemática. Notas de aulas. Sequências de Fibonacci, número de ouro e segmento áureo. Exercícios propostos e resolvidos.

Pesquisar palavras

Uma das palavras

funcao afim

Na parte superior, na barra de navegação estão as 8 áreas que dispomos, nas quais estão classificados os nossos 168 links.

Em cada link da barra de navegação, existem resumos sobre os conteúdos associados.

Conheço as tuas obras, o teu amor, a tua fé, o teu serviço, a tua perseverança e as tuas últimas obras são mais numerosas que as primeiras. Bíblia Sagrada, Apocalipse 2:19

2119943

visitas desde
14/04/1997

Sugerimos que utilize o modo de vídeo 800x600 e texto em nível médio (size=12pt).

ME [Alegria](#) [Financeira](#) [Fundamental](#) [Médio](#) [Geometria](#) [Trigonometria](#) [Superior](#) [Cálculos](#)

Ensino Superior

Roteiro geral

Álgebra

1. Autovalores e autovetores

Introdução aos autovalores. Autovalores e Autovetores. Autoespaço associado. Polinômio característico. Matrizes Semelhantes. Matriz ortogonal. Aplicação em Geometria. Aplicação em Eq.Diferenciais.

2. Consistência de sistemas lineares

Problema com as três retas no plano cartesiano. Solução simples. Solução hipotética. Análise da consistência para apenas 2 equações. Análise da consistência para as 3 equações. Condição correta. Criatividade com sistemas lineares e não-lineares.

3. Corpos

Propriedades distributivas. Corpos. Propriedades do elemento nulo. Isomorfismo de corpos. Propriedades gerais no corpo.

4. Determinantes

Matriz cofatora. Alguns determinantes particulares. Determinante obtido por linhas. Determinante obtido por colunas. Permutação. Função determinante. Partição de matriz. Propriedades dos determinantes.

5. Espaços vetoriais

Espaços vetoriais, suas propriedades e exemplos. Subespaços vetoriais, suas caracterizações e exemplos. Combinações lineares. Conjuntos gerados e suas propriedades. Soma de subespaços. Interseção de subespaços. Soma direta de subespaços.

6.  Funções
Aplicação e seus elementos. Restrição e extensão de uma aplicação. Aplicações: injetora, sobrejetora e bijetora. Composição de aplicações. Aplicações inversas. Imagem direta e imagem inversa por aplicação. Propriedades mistas.
7.  Funções: Exercícios
Exercícios sobre funções.
8.  Glossário de Álgebra Linear
Uma pequena lista de palavras muito importantes da Álgebra Linear com as suas definições.
9.  Grupos
Aplicação binária e as suas Características. Proposição sobre o simétrico. Grupo. Exemplos importantes de grupos. Tabelas de operações binárias. Interpretação das tabelas. Isomorfismo de grupos.
10.  Método dos mínimos quadrados
Método dos Mínimos Quadrados. Mostro como obter a reta, a parábola e a cúbica de melhor ajuste. Deixo como exercício a quártica para o visitante da página. Procedimento para a obtenção de uma superfície quadrática de melhor ajuste para dados no espaço tridimensional e uma aplicação deste último caso.
11.  Relações
Introdução às relações. Relações e suas propriedades. Relação de Equivalência. Classes de Equivalência. Relação de Ordem.
12.  Somas de potências dos primeiros números naturais
Somas das potências de ordem 1, 2, 3, 4, ... dos n primeiros números naturais, com os procedimentos matemáticos que justificam as somas.

Cálculo Diferencial

13.  Números reais
Estudo dos números reais com as principais propriedades. Tratamento axiomático do assunto. Fundamentos lógicos desses objetos. Questões cruciais, como a regra dos sinais, são tratadas com cuidado. A definição precisa de raiz quadrada é também apresentada.
14.  Limites de funções reais
Limites de funções reais e a sua utilidade. Exemplos. Limites, limites laterais, limites infinitos e limites no infinito. Teorema sobre a unicidade do limite. Principais propriedades dos limites. Teorema do Confronto (*regra do sanduiche*) e o teorema da nulidade. Formas indeterminadas.
15.  Zero elevado a zero
Zero elevado a zero deve ser considerado como 1? Com um exemplo, mostro não é verdade e comento sobre outras possibilidades.
16.  Funções contínuas
Continuidade de funções reais e suas principais propriedades. Teorema do Valor Intermediário.

17. Derivadas de funções reais (1ª. parte)

Derivadas de funções reais e a interpretação geométrica. Diferencial de uma função. Derivadas laterais. Diferenciabilidade e continuidade. Algumas derivadas simples. Muitos exemplos. Continua na segunda parte.

18. Derivadas de funções reais (2ª. parte)

Outras derivadas de funções. Regras de derivação. Projeto para um trabalho sobre trigonometria hipérbólica. Derivadas de ordem superior. Derivadas de funções implícitas. Regra de L'Hôpital. Fórmula de Taylor. Muitos exemplos.

Máximos e mínimos de funções de 1 variável

19. Conceitos básicos

Vizinhança de um ponto. Ponto interior de um conjunto. Interior de um conjunto. Máximos global e local para uma função. Mínimos global e local para uma função. Muitos exemplos.

20. Teste da primeira derivada

O teste da primeira derivada para obter Máximos e Mínimos. Pontos críticos. Um teorema de Fermat. Critério da primeira derivada. Teorema do Valor máximo. Teorema de localização.

21. Teste da segunda derivada

O teste da segunda derivada para obter Máximos e Mínimos. O teste da n -ésima derivada para obter Máximos e Mínimos. Ponto de inflexão horizontal. Concavidade.

22. Médias Aritmética-Geométrica-Harmônica

Médias Aritmética, Geométrica e Harmônica. Desigualdades com as médias. Médias e extremos de funções.

23. Aplicações numéricas

Aplicações numéricas dos conceitos de Máximos e Mínimos.

24. Aplicações geométricas

Aplicações geométricas no plano e no espaço dos conceitos de Máximos e Mínimos.

25. Aplicações práticas

Aplicações físicas e outras especiais dos conceitos de Máximos e Mínimos.

26. Derivada implícita

Derivação implícita com exemplos numéricos. A regra geral para obter extremos de funções usando derivação implícita.

Cálculo Integral

27. Integrais de funções reais de 1 variável

Introdução ao Cálculo. Histórico sobre a integral. Partição de um intervalo. Integral de uma função real. Observações sobre a definição de integral. Propriedades da integral definida. O Teorema da Média. Primitivas. Integral indefinida e algumas regras gerais. Aplicação da integral indefinida. Teorema Fundamental do Cálculo. Aplicação da integral definida. Integração por substituição. Integração por partes.

28.  Cálculo do volume em um cilindro deitado

Cálculo do volume de um líquido em um cilindro circular reto deitado, conhecida a altura. Abordo o problema do ponto de vista teórico e vários assuntos didáticos são tratados, como a importância da Trigonometria e do Cálculo Diferencial e Integral. No final apresento um formulário (escrito em JavaScript) para que os interessados possam realizar cálculos On-line.

29.  Aplicações da integral: Comprimento de arco

Aplicações da integral: Comprimento de arco de curvas planas. Material dirigido a pessoas que conhecem o Cálculo Integral. Caso não conheça, sugiro que visite o nosso link sobre Integrais de Funções reais, onde você verá os principais conceitos sobre o assunto. As fórmulas são acompanhadas por exemplos ilustrativos.

30.  Aplicações da integral: Momentos estáticos

Aplicações da integral: Momentos Estáticos de curvas planas. Material dirigido a pessoas que conhecem o Cálculo Integral. Caso não conheça, sugiro que visite o nosso link sobre Integrais de Funções reais, onde você verá os principais conceitos sobre o assunto. As fórmulas são acompanhadas por exemplos ilustrativos.

31.  Aplicações da integral: Momentos de inércia

Aplicações da integral: Momentos de Inércia de curvas planas. Material dirigido a pessoas que conhecem o Cálculo Integral. Caso não conheça, sugiro que visite o nosso link sobre Integrais de Funções reais, onde você verá os principais conceitos sobre o assunto. As fórmulas são acompanhadas por exemplos ilustrativos.

32.  Aplicações da integral: Área de superfícies de revolução

Aplicações da integral: Áreas de superfícies de revolução. Material dirigido a pessoas que conhecem o Cálculo Integral. Caso não conheça, sugiro que visite o nosso link sobre Integrais de Funções reais, onde você verá os principais conceitos sobre o assunto. As fórmulas são acompanhadas por exemplos ilustrativos.

33.  Aplicações da integral: Volumes de sólidos de revolução

Aplicações da integral: Volumes sólidos de revolução. Material dirigido a pessoas que conhecem o Cálculo Integral. Caso não conheça, sugiro que visite o nosso link sobre Integrais de Funções reais, onde você verá os principais conceitos sobre o assunto. As fórmulas são acompanhadas por exemplos ilustrativos.

34.  Projeto para futuros desenvolvimentos

Projeto visando algumas aplicações da Integral Definida, como, por exemplo: Propriedades das regiões planas simples e regiões planas compostas, Propriedades das superfícies de revolução, Área de uma superfície, Momento estático de uma superfície, Momento de inércia de uma superfície, Propriedades dos sólidos homogêneos simples, Volume de um sólido simples, Momento estático de um sólido simples, Momento de inércia de um sólido simples, Propriedades dos sólidos compostos.

Equações Diferenciais Ordinárias

35.  Equações Diferenciais Ordinárias (EDO)

Equação Diferencial, Ordem e Grau. Equação Diferencial Ordinária Linear de ordem n. Solução de uma Equação Diferencial. Existência e unicidade de

solução. Problema de Valor Inicial (PVI). Modelos Matemáticos e Equações Diferenciais Ordinárias.

36. [EDO de Primeira ordem](#)
As formas normal e diferencial. Equações Separáveis, Homogêneas, Exatas e Lineares. Equações não lineares.
37. [EDO de Segunda ordem](#)
Equações lineares e homogêneas. Teorema de Existência e unicidade de solução. Equações Lineares e homogêneas com coeficientes constantes. Equações Lineares não homogêneas. Método dos Coeficientes a determinar e da Variação dos parâmetros.
38. [Aplicações de EDO](#)
Decaimento Radioativo. Crescimento populacional: Malthus e Verhulst. Lei do resfriamento de Newton. Circuitos Elétricos.
39. [Método de d'Alembert para obter outra solução de uma EDO](#)
Método de d'Alembert para obter outra solução de uma Equação Diferencial Ordinária a partir de uma solução dada.
40. [EDO de Euler \(ou Cauchy\)](#)
Equação equidimensional de Euler (ou de Cauchy).
41. [Redução da ordem de uma EDO](#)
Redução da ordem de uma Equação Diferencial Ordinária.
42. [Método das frações parciais](#)
O método das frações parciais para decompor uma função racional em funções mais simples.
43. [Transformadas de Laplace](#)
Transformada de Laplace. Funções seccionalmente contínuas e de ordem exponencial. Propriedades lineares das Transformadas de Laplace. Tabelas e Propriedades. Resolução de: Equação Diferencial Ordinária Linear, Equação Integro-diferencial, Sistemas de Equações Diferenciais e Equação com coeficientes variáveis. Derivadas das Transformadas de Laplace. Convolução de funções. Produto de Transformadas de Laplace. Método das frações parciais. Translações de funções. Transformada de Laplace de uma função periódica. Função Gama.

Notas de aulas em arquivos pdf

44. [Equações Diferenciais Ordinárias \(edo.pdf\)](#)
Notas de aulas sobre Equações Diferenciais Ordinárias. (pdf)
45. [Séries de Fourier \(sfourier.pdf\)](#)
Notas de aulas sobre Séries de Fourier.
46. [Exponenciais de matrizes \(expa.pdf\)](#)
 Notas de aulas sobre Exponenciais de matrizes. (pdf)
47. [Transformadas de Laplace \(laplace.pdf\)](#)
Notas de aulas sobre Transformadas de Laplace.

48.  [Transformadas de Fourier \(tfourier.pdf\)](#)
Notas de aulas sobre Transformadas de Fourier.

49.  [Equações Diferenciais Parciais \(edp.pdf\)](#)
Notas de aulas sobre Equações Diferenciais Parciais. (pdf)

Variáveis complexas

50.  [Números complexos](#)

Números complexos. Igualdade, adição, subtração, multiplicação de números complexos. Conjugado de um número complexo. Divisão de números complexos. Valor absoluto de um complexo. O plano complexo. Interpretação vetorial dos complexos. Forma polar dos números complexos. Fórmula de De Moivre. Raízes n-ésimas de complexos. Fórmula de Euler. Propriedades da função exponencial.

51.  [Conjuntos de pontos no plano complexo](#)

Equações paramétricas no plano complexo. 'Ordenando' pontos sobre uma curva. Equação paramétrica da reta. Parametrização de segmento. Ponto médio de um segmento. Distância entre pontos. Circunferência no plano complexo. Conceitos topológicos.

52.  [Funções de uma variável complexa](#)

O conceito de função complexa. Funções uniformes e multiformes. Decomposição de uma função complexa. Representação geométrica.

53.  [Limites de funções de uma variável complexa](#)

Limite de uma função complexa. Função limitada e limite da função. Limites no infinitos e limites infinitos. Unicidade do limite. Teoremas sobre sobre limites. Decomposição de função e o limite.

54.  [Continuidade de funções de uma variável complexa](#)

Função contínua em um ponto. Descontinuidade removível e essencial. Função contínua em uma região. Composição de funções. Teoremas sobre a continuidade



Construída por Ulysses Sodré.

Atualizada em 24/mar/2004.

Matemática Essencial: [Alegria](#) [Financeira](#) [Fundamental](#) [Médio](#) [Geometria](#) [Trigonometria Superior](#) [Cálculos](#)

Ensino Superior: EDO: Conceitos Básicos

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Equação Diferencial Ordinária (EDO) ▪ Ordem e Grau de Eq. Diferencial ▪ EDO Linear de ordem n | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Solução de uma EDO ▪ Existência e unicidade de solução ▪ Modelos Matemáticos e EDO |
|---|--|

Equação Diferencial Ordinária

Uma Equação Diferencial Ordinária (EDO) é uma equação da forma

$$F(x, y'(x), y''(x), y'''(x), \dots, y^{(n)}(x)) = 0$$

envolvendo uma função incógnita $y=y(x)$ e suas derivadas ou suas diferenciais. x é a variável independente e y é a variável dependente.

Exemplos:

1. $y''+3y'+6y=\text{sen}(x)$
2. $(y'')^3+3y'+6y=\text{tan}(x)$
3. $y''+3yy'=\text{exp}(x)$
4. $y'=f(x,y)$
5. $M(x,y)dx+N(x,y)dy=0$

Ordem e Grau de uma Equação Diferencial

A ordem da equação diferencial é a ordem da mais alta derivada da função incógnita que ocorre na equação. Grau é o valor do expoente para a derivada mais alta da equação, quando a equação tem a forma de um polinômio na função incógnita e em suas derivadas, como por exemplo:

$$Ay^{(3)}+By^{(2)}+Cy^{(1)}+Dy^{(0)}=0$$

Exemplos:

1. $y''+3y'+6y=\text{sen}(x)$ tem ordem 2 e grau 1
2. $(y'')^3+3y'+6y=\text{tan}(x)$ tem ordem 2 e grau 3
3. $y''+3yy'=\text{exp}(x)$ tem ordem 2 e grau 1
4. $y'=f(x,y)$ tem ordem 1 e grau 1
5. $M(x,y)dx+N(x,y)dy=0$ tem ordem 1 e grau 1

Equação Diferencial Ordinária Linear de ordem n

Uma equação diferencial linear de ordem n é da forma:

$$a_0(x) y^{(n)}+a_1(x) y^{(n-1)}+a_2(x) y^{(n-2)}+\dots+a_n(x) y = b(x)$$

onde $a_0=a_0(x)$ é uma função não nula, as funções $b=b(x)$ e $a_k=a_k(x)$ ($k=0,1,2,\dots,n$) são funções conhecidas e dependem somente de x e a notação $y^{(k)}$ significa a derivada de ordem k da função y em relação à variável x ($k=0,1,2,\dots,n$).

Em uma equação diferencial ordinária linear a função incógnita $y=y(x)$ a ser obtida somente pode operar com características lineares.

Solução de uma Equação Diferencial Ordinária

Uma solução para uma Equação Diferencial é uma função que satisfaz identicamente a equação. A solução mais geral possível que admite uma Equação Diferencial é denominada solução geral, enquanto que outra solução é chamada uma solução particular.

Exemplos:

1. $y(x)=\text{exp}(-x)$ é uma solução particular de $y'+y=0$.
2. $y(x)=C \text{exp}(-x)$ é a solução geral de $y'+y=0$.
3. $y(x)=\text{sen}(x)$ é uma solução particular de $y''+y=0$.
4. $y(x)=A\text{sen}(x)+B\text{cos}(x)$ é a solução geral de $y''+y=0$
5. $y(x)=99$ é uma solução particular de $y''' + 3y'y'' = 0$

Existência e unicidade de solução de uma EDO

Dada uma equação diferencial, será que ela tem solução? Em caso positivo, será que esta solução é única? Será que existe uma solução que satisfaz a alguma condição especial? Para responder a estas perguntas existe o Teorema de Existência e Unicidade de solução que nos garante resposta para algumas das questões desde que a equação tenha algumas características.

Alertamos que obter uma solução para uma Equação Diferencial é "similar" a calcular uma integral e nós sabemos que existem integrais que não possuem primitivas, como é o caso das integrais elípticas, dessa forma não é de se esperar que todas as equações diferenciais possuam soluções.

Problema de Valor Inicial (PVI): Um problema com uma equação diferencial satisfazendo algumas condições adicionais é denominado Problema de Valor Inicial (PVI). Se são conhecidas condições adicionais, podemos obter soluções particulares para a equação diferencial e se não são conhecidas condições adicionais poderemos obter a solução geral.

Modelos Matemáticos e Equações Diferenc. Ordinárias

Muitos problemas aplicados que envolvem a Matemática, normalmente podem ser modelados de

acordo com as quatro situações (não muito bem definidos) como:

1. Construir um modelo matemático para descrever o fenômeno físico;
2. Estabelecer um procedimento matemático adequado ao modelo físico;
3. Realizar cálculos numéricos aproximados com o uso do Modelo Matemático preestabelecida;
4. Comparar as quantidades numéricas obtidas através do Modelo Matemático com aquelas que se esperava obter a partir da formulação do modelo criado para resolver o problema.

Após estas etapas, costuma-se analisar os resultados e na verificação de que os mesmos estão adequados, aceita-se o modelo e na inadequação dos resultados, reformula-se o modelo, geralmente introduzindo maiores controles sobre as variáveis importantes, retirando-se os controles sobre as variáveis que não mostraram importância.

