

**RONNY MACHADO DE MORAES**

**A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONTEÚDOS DE  
BIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO, MEDIANTE O USO DE  
ORGANIZADORES PRÉVIOS E MAPAS CONCEITUAIS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Educação da Universidade Católica Dom Bosco como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Educação.

**Área de Concentração:** Educação Escolar e Formação de Professores.

**Orientador:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Josefa A. G. Grígoli.

**UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO**

**Campo Grande - MS**

**2005**

**A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONTEÚDOS DE  
BIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO, MEDIANTE O USO DE  
ORGANIZADORES PRÉVIOS E MAPAS CONCEITUAIS.**

**RONNY MACHADO DE MORAES**

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Helena Faria de Barros.**

---

**Prof. Dr<sup>a</sup>. Adriana Odália Rímoli**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Josefa Aparecida Gonçalves Grígoli**

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus dois filhos Yan e Kevyan, que com certeza constituem uma das mais importantes razões da minha vida, desejando que a escola possa representar para eles momentos de crescimento e engrandecimento humano.

## AGRADECIMENTOS

É claro que os maiores agradecimentos são a toda a minha família, em especial à minha mãe e meu pai, verdadeira razão da minha existência.

Aos meus irmãos e cunhados, que compreenderam as minhas ausências.

À minha esposa Kenia, pelo apoio e compreensão nos momentos mais cruciais da elaboração desta dissertação.

Aos colegas de mestrado, pelos muitos momentos de discussões e trocas, em especial ao Lúdio, pelos repasses dos textos e conteúdos durante as idas e vindas à UCDB.

Ao Sílvio, amigo de todas as horas, principalmente nas discussões preliminares sobre as razões da ciência e na leitura crítica do texto final.

Aos colegas professores do Colégio Dom Bosco, na certeza de que cresci junto com todos.

Aos alunos, membros do Clube de Ciências Galileu na certeza de que são universos em expansão.

À Mayumi pela gentileza da tradução do resumo.

Às professoras Helena F. Barros e Leny R. M. Teixeira pelos diversos momentos de trocas e incentivos.

É claro, à minha orientadora prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Josefa G. Grígoli, pela atenção dispensada, pela leitura sempre criteriosa e crítica dos meus textos, sem a qual este trabalho não teria sido possível.

**Moraes, Ronny Machado. A aprendizagem significativa de conteúdos de biologia no ensino médio, mediante o uso de organizadores prévios e mapas conceituais.** Campo Grande, 2005. 175 p. Dissertação (Mestrado). Programa de pós-graduação – Mestrado em Educação, Universidade Católica Dom Bosco.

## RESUMO

A idéia para esta investigação partiu das minhas reflexões acerca dos resultados dos processos de ensino e de aprendizagem dos conteúdos de ciências, em especial da biologia, disciplina que leciono no ensino médio. Tenho constatado na minha prática que esses resultados, muitas vezes ficam aquém do esperado, não correspondendo à dedicação e empenho do professor e dos alunos em geral. O objetivo principal deste estudo foi acompanhar e avaliar os resultados da aprendizagem dos alunos de uma primeira série do ensino médio, ao vivenciarem uma situação de ensino e aprendizagem planejada e desenvolvida na disciplina Biologia, com base na Teoria da Aprendizagem Significativa, com o uso dos Mapas Conceituais construídos com o apoio de um programa específico de computador (CMap Tools) e organizadores prévios. Acredito que a inserção do computador no processo de construção de mapas conceituais poderá ser um fator de promoção da motivação, favorecendo a aprendizagem significativa, uma vez que facilita o trabalho de construção geométrica, do desenvolvimento de uma visão estética e a construção do conhecimento. Esta investigação foi desenvolvida mediante uma intervenção em sala de aula utilizando um delineamento de natureza experimental, com uso de Grupo Controle (GC) e Grupo Experimental (GE) e coleta de dados quantitativos e qualitativos. Os dados coletados foram obtidos através de provas e testes, análise dos mapas conceituais produzidos pelos alunos no decorrer do estudo, além de entrevista através da técnica de grupo focal. Constatou-se através de análise estatística (test "t") dos resultados da aprendizagem, que os alunos desse mesmo grupo apresentaram melhor desempenho. Além disso, os resultados sugerem que a metodologia de ensino fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa pode ser especialmente valiosa para os alunos com maiores dificuldades de aprendizagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** aprendizagem significativa, mapas conceituais, organizadores-prévios.

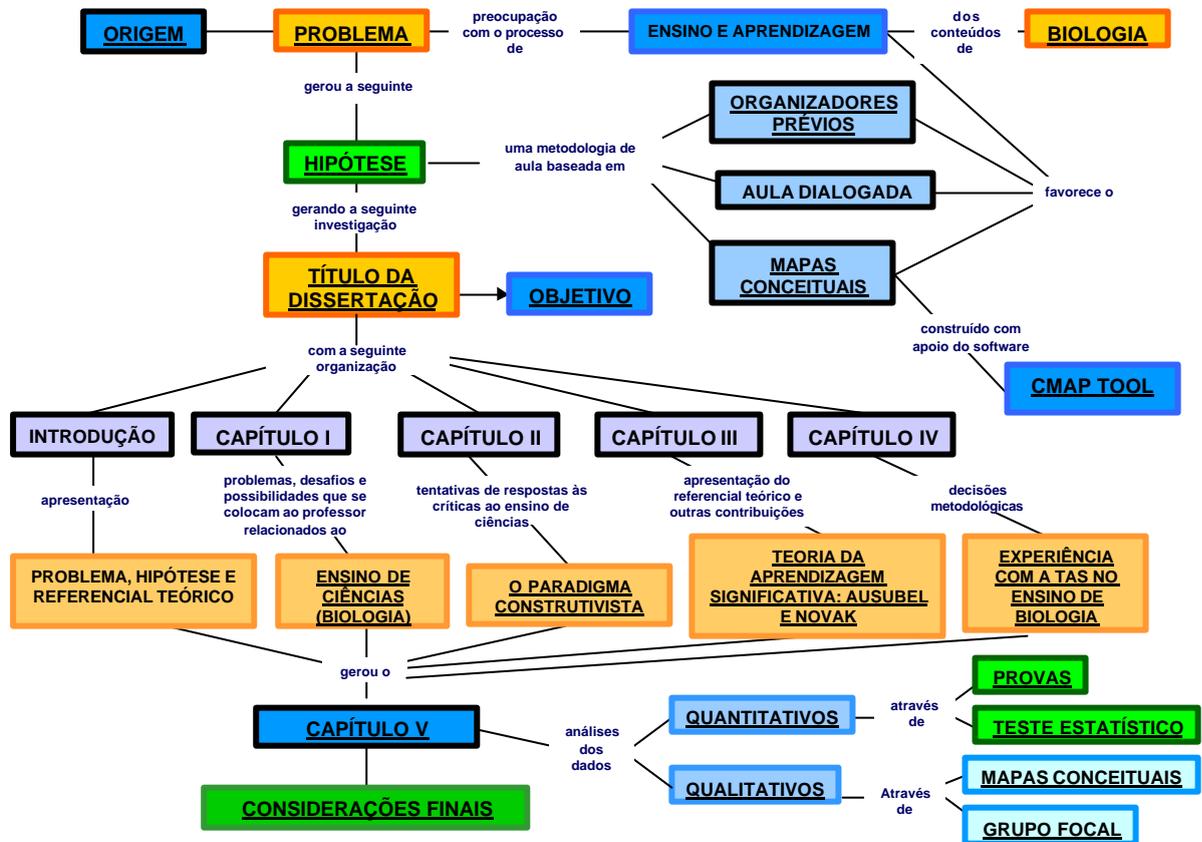
**Moraes, Ronny Machado. The meaningful learning of Biology contents in High School using advance organizers and Conceptual Maps.** Campo Grande, 2005. 175p. Dissertação (Master). Programa de Pós-graduação – Mestrado em Educação, Universidade Católica Dom Bosco.

## **ABSTRACT**

The idea for this investigation comes from my reflections about the results of the processes of teaching and learning of science contents, specially in biology, discipline which I teach in high school. I've noticed in my practice that these results get below the expectations for many times, not corresponding to the dedication and effort of the teacher and students em general. The main objective of this study was to a company and evaluate the learning results of the students of a high school first grade class, by experiencing a situation of teaching and learning planned and developed on the discipline of biology, based on Meaningful Learning Theory and with the use of the Conceptual Maps constructed resting on a specific computer program (CMap Tools) and advance organizers. It's believed that the computer insertion in the conceptual map construction process could be a factor of motivation, favoring the meaningful learning, once it facilitates the geometrical construction, the development of a stetic vision and the construction of knowledge. This investigation was developed through an intervention in classroom, using an outline of experimental nature, with the use of Control Group (CG) and Experimental Group (EG) and collect of quantitative and qualitative data. The data were obtained through exams and tests, analysis of conceptual maps created by the students in the course of the study, a part from interview through the focal group technique. The statistic analysis (test "t") of the learning results suggests that students of the same group presented better performance. Besides, it suggests results and with its a methodology based in the Meaningful Learning Theory § favorable for students with learning difficulties.

**KEY WORDS: meaningful learning, concept map, advance organizer.**

# DIAGRAMA DE APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Aprendizagem por recepção e por descoberta estão num <i>continuum</i> distinto entre aprendizagem mecânica e significativa. Quer o ensino se dê por recepção ou por descoberta, ambos podem levar a aprendizagem mecânica ou significativa. (Joseph D. Novak, Aprender criar e utilizar o conhecimento, 1998).....	59
<b>Figura 2</b> – O <i>continuum</i> aprendizagem mecânica- aprendizagem significativa. (Joseph D. Novak, Aprender criar e utilizar o conhecimento, 1998).....	59
<b>Figura 3</b> – Mapa conceitual (modificado) com os cinco elementos de Novak. (Joseph Novak, 1998).....	66
<b>Figura 4</b> – Como os conceitos se ligam num mapa conceitual. (construído com o apoio do programa CMap Tools).....	77
<b>Figura 5</b> – Mapa conceitual construído para a apresentação geral da disciplina, no terceiro dia de aula. ....	101
<b>Figura 6</b> - Mapa conceitual sobre ácidos nucléicos. (aluno 5a , março) .....	118
<b>Figura 7</b> - Mapa conceitual sobre mitose. (aluno 5a , maio).....	119
<b>Figura 8</b> - Mapa conceitual sobre o tema divisão celular (mitose). (Amabis e Martho, 2001, p. 63) .....	120
<b>Figura 9</b> - Mapa conceitual sobre a divisão celular. (aluno 4a, maio) .....	121
<b>Figura 10</b> - Mapa conceitual sobre o tema tecido conjuntivo. (aluno 4a, junho) .....	121
<b>Figura 11</b> – Mapa conceitual sobre a mitose. (aluno 5b, maio) .....	122
<b>Figura 12</b> – Mapa conceitual sobre tecido conjuntivo. (aluno 5b, junho) .....	123
<b>Figura 13</b> – Mapa conceitual sobre os tecidos animais. (Amabis e Martho, 2001, p. 71). .....	124
<b>Figura 14</b> – Mapa conceitual sobre os lipídios. (aluno 6b, fevereiro) .....	125
<b>Figura 15</b> – Mapa conceitual sobre os ácidos nucléicos. (aluno 6b, março).....	125
<b>Figura 16</b> – Mapa conceitual sobre os ácidos nucléicos. (Amabis e Martho, 2001, p. 21). .....	126
<b>Figura 17</b> – Mapa conceitual sobre os lipídios. (aluno 7b, março).....	127
<b>Figura 18</b> – Mapa conceitual sobre a divisão celular. (aluno 7b, maio) .....	128
<b>Figura 19</b> – Mapa conceitual sobre o tema lipídios. (aluno 4c, fevereiro).....	129
<b>Figura 20</b> – Mapa conceitual sobre os ácidos nucléicos. (aluno 4c, março).....	129
<b>Figura 21</b> – Mapa conceitual sobre os ácidos nucléicos. (aluno 3c, março).....	130
<b>Figura 22</b> – Mapa conceitual sobre a mitose. (aluno 3c, maio) .....	130
<b>Figura 23</b> – Foto dos alunos no laboratório de informática durante a construção dos mapas conceituais.....	148
<b>Figura 24</b> – Foto dos alunos no laboratório de informática durante a construção dos mapas conceituais.....	149
<b>Figura 25</b> – Foto dos alunos no laboratório de informática durante a construção dos mapas conceituais.....	150

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Temas e sub-temas trabalhados que envolveram a construção de mapas conceituais.....	105
--	-----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Critérios e valores associados às respostas dos alunos na prova de sondagem. ....	93
Tabela 2 – Conjunto das provas aplicadas para a avaliação do rendimento dos alunos, ao longo do semestre. A nota final dos alunos corresponde à média $P1 + P2$ .....	104
Tabela 3 – Média e desvio-padrão das notas das cinco provas aplicadas.....	111
Tabela 4 - Evolução dos 10 alunos do GE e do GC com as melhores notas na prova de sondagem. O cálculo do “ganho” (pontos) foi feito pela comparação entre a nota da prova de sondagem e a média das quatro provas aplicadas.....	113
Tabela 5 - Evolução dos 10 alunos do GE e do GC com as menores notas na prova de sondagem. O cálculo do “ganho” (pontos) foi feito pela comparação entre a nota da prova de sondagem e a média das quatro provas aplicadas.....	113
Tabela 6 - Falas dos alunos em relação à construção dos mapas conceituais, aspectos positivos e negativos envolvidos na sua confecção. ....	131
Tabela 7 – Falas dos alunos em relação à construção dos mapas conceituais manuscrito e utilizando o software. ....	133
Tabela 8 - Relato das impressões e percepções dos alunos em relação ao uso dos organizadores prévios - OP.....	134

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Aproveitamento das turmas A e B na prova de sondagem. ....	94
Gráfico 2 – Notas dos alunos dos grupos experimental e controle na prova final (P5). .	112
Gráfico 3 – Comparação entre o resultado da prova de sondagem e a média das 4 provas aplicadas ao longo do semestre, evidenciando a evolução no rendimento de 3 grupos de alunos do GE. ....	117

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 – Prova de sondagem. ....	151
Anexo 2 – Tabela de notas dos alunos do GE submetidas à análise estatística, teste “ <i>t</i> ” de <i>student</i> . ....	156
Anexo 3 – Tabela de notas dos alunos do GE submetidas à análise estatística, teste “ <i>t</i> ” de <i>student</i> . ....	157
Anexo 4 – Texto jornalístico usado como organizador prévio utilizado no estudo preliminar da célula. ....	158
Anexo 5 – Prova final. ....	160
Anexo 6 - Texto jornalístico usado como organizador prévio no estudo sobre os carboidratos. ....	164
Anexo 7 - Texto jornalístico utilizado como organizador prévio no estudo dos lipídios...	166
Anexo 8 - Organizador prévio utilizado no estudo sobre os processos de divisão celular. ....	169
Anexo 9 – Figura de células, comparação entre a célula procariótica e eucariótica. ....	172
Anexo 10 – Janelas de trabalho do software CMap Tools. ....	173
Anexo 11 – Janela de trabalho do software CMap Tools. ....	174
Anexo 12 - Notas da prova Final (P5) utilizadas para a comparação do desempenho escolar dos Grupos Experimental e Controle (Teste “ <i>t</i> ” de <i>student</i> ). ....	175

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>24</b>
<b>O ENSINO E A APRENDIZAGEM DAS CIÊNCIAS: PROBLEMAS, DESAFIOS E POSSIBILIDADES QUE SE COLOCAM PARA O PROFESSOR.....</b>	<b>24</b>
1. O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	24
2. O ENSINO DE BIOLOGIA .....	34
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>42</b>
<b>O paradigma construtivista: uma concepção de ensino e aprendizagem em resposta às críticas ao ensino de ciências em geral. ....</b>	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>53</b>
<b>A Teoria da Aprendizagem Significativa – TAS .....</b>	<b>53</b>
1. As condições básicas para que ocorra a aprendizagem significativa, segundo David Paul Ausubel.....	62
2. Tipos de aprendizagem significativa. ....	66
a) A aprendizagem representacional.....	67
b) A aprendizagem conceitual .....	67
c) A aprendizagem proposicional .....	68
3. Organizador Prévio (OP) e o princípio de diferenciação progressiva. ....	68
3.1. Organizadores expositivos .....	70
3.2. Organizadores comparativos.....	71
4. Como se dá a aprendizagem significativa .....	72
5. O Processo de Assimilação e a Aprendizagem Subordinativa .....	72
5.1. Aprendizagem Superordenada.....	74
5.2. Aprendizagem combinatória.....	75
6. Os Mapas Conceituais - MC .....	75
7. Novas contribuições à Teoria da Aprendizagem Significativa .....	81
8. Avaliação da aprendizagem significativa.....	86
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>89</b>
<b>UMA EXPERIÊNCIA COM A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS) E O USO DE MAPAS CONCEITUAIS (MC) NO ENSINO DE BIOLOGIA: DECISÕES METODOLÓGICAS .....</b>	<b>89</b>
1. A escolha das salas e a determinação dos grupos experimental e controle.....	91

2. A escolha do programa de computador .....	95
3. Os conteúdos das aulas (citologia) .....	96
4. O desenvolvimento e a dinâmica das aulas .....	96
5. Descrição de algumas aulas do Grupo Experimental .....	98
6. A avaliação do processo de ensino e aprendizagem .....	102
6.1. Avaliação mediante provas mensais e bimestrais .....	103
6.2. A avaliação mediante a análise dos mapas conceituais - MC. ....	104
6.3. A prova final.....	106
6.4. Avaliação da experiência mediante a técnica do Grupo Focal .....	106
6.4.1. Como ocorreu o encontro do grupo focal .....	107
6.4.2. Análise dos dados do grupo focal .....	108
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>110</b>
<b>APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: AS DIFICULDADES DO PERCURSO E OS GANHOS NOS RESULTADOS.....</b>	<b>110</b>
1. Análise comparativa do desempenho dos alunos dos Grupos experimental e controle em provas convencionais.....	110
1.1. Os resultados da prova final (P5) .....	111
1.2. O potencial da TAS para o ensino-aprendizagem dos alunos de baixo rendimento escolar .....	112
2. Análises da evolução da aprendizagem dos alunos mediante os mapas conceituais.....	115
2.1. Análise do desenvolvimento dos alunos do conjunto (a). ....	117
2.2 Análise do desenvolvimento dos alunos do conjunto (b) .....	122
2.3. Análise dos desempenhos dos alunos do conjunto (c). ....	128
3. Análises dos resultados obtidos mediante a técnica de grupo focal .....	131
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>135</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>142</b>

## INTRODUÇÃO

Fica cada vez mais evidente que no mundo contemporâneo a linguagem da ciência está se popularizando, seja para aumentar as possibilidades de venda de certos produtos, agregando a eles determinadas qualidades da ciência como *“testado cientificamente”*, *“testado nos melhores laboratórios”* ou explicitando alguns de seus componentes, com o intuito claro de dar maior credibilidade, como presença de *“enzimas”*, *“nanosferas”*, *“colágeno”*, *“multivitaminas”* ou então termos como *“light”* ou *“diet” etc.*

Um dos desafios da escola é prover o aluno dos conhecimentos necessários para esse entendimento, ao mesmo tempo que desenvolve a consciência crítica, para que ele possa fazer suas escolhas de forma consciente num mundo cada vez mais dominado pelos conhecimentos científicos e tecnológicos. Formar este tipo de cidadão, portanto, é um desafio a qualquer escola.

Esta investigação, que se insere na linha de pesquisa “Práticas pedagógicas e suas relações com a formação docente”, teve origem a partir das minhas reflexões acerca dos resultados dos processos de ensino e de aprendizagem dos conteúdos de ciências, em especial da biologia, disciplina que leciono no ensino médio.

Tenho constatado na minha prática que esses resultados muitas vezes ficam aquém do esperado, não correspondendo à dedicação e empenho do professor e dos alunos em geral. Os alunos apresentam dificuldades na compreensão da hierarquia entre os conceitos e princípios científicos e, conseqüentemente também na compreensão das relações de subordinação existentes entre as suas partes na composição do todo.

Em conseqüência, ocorre muitas vezes um aprendizado de simples memorização, no qual o aluno esforça-se por decorar; decora o que “não entende”, tendo a falsa impressão de que aprendeu.

Neste tipo de aprendizagem o aluno não é estimulado a estabelecer associações com outros conhecimentos. Por conseguinte, a aprendizagem não é significativa para o aluno; ele estuda somente para a prova e esquece.

Embora seja alvo de críticas, este tipo de ensino e aprendizagem é bastante difundido na escola e seus resultados são bem conhecidos: o conteúdo é carente de significado para o aluno, uma vez que não se relaciona com seus outros conhecimentos ou situações vividas, por isso não é verdadeiramente assimilado e acaba sendo facilmente esquecido.

Neste sentido, o objetivo principal deste estudo, foi de disponibilizar estratégias de aprendizagem, em ambientes interessantes, em que os estudantes fossem desafiados a tomar as iniciativas e construir o seu conhecimento de modo cooperativo, elaborando e reestruturando a sua aprendizagem.

Para isso, me apoiei na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e Novak (1980, 1981), em que a idéia central é de que a aprendizagem se dá mediante um processo no qual as novas informações se relacionam, de modo não-arbitrário e substantivo, a um aspecto relevante preexistente na estrutura cognitiva do sujeito.

Segundo essa teoria, a aprendizagem de uma nova informação ocorre de forma significativa, se houver possibilidade de “ancorar-se” em algum conhecimento relevante, que esteja claro, estável e disponível na estrutura cognitiva do sujeito, Ausubel denominou esses conhecimentos de conhecimentos prévios.

Para Ausubel, além dos conhecimentos prévios que o sujeito possui, outros fatores influenciam na aprendizagem significativa, tais como: a estrutura organizacional do material instrucional (conteúdo) e a predisposição do aluno para a aprendizagem.

Para Schwab (1973) dos quatro elementos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem – o educando, o educador, o meio e o programa de ensino (conteúdo) - , este último é o menos investigado. Ele destaca que os estudos concernentes à psicologia da aprendizagem, tiveram grandes avanços, acompanhados de grandes discussões e polêmicas, enquanto que aqueles relativos aos programas de ensino foram pouco investigados.

Ainda segundo o autor, o currículo (conteúdo) tem sido entendido como algo fixo, persistindo a idéia de que a ciência se desenvolve por acréscimo de novos conhecimentos. Neste sentido é que os livros didáticos apresentam-se cada vez mais extensos.

Muito embora concordemos com as idéias expostas acima por Schwab, as propostas curriculares atuais apontam para novos caminhos. No caso do ensino de ciências, as concepções orientadoras privilegiam a contextualização, os conhecimentos prévios, o construtivismo e a mudança conceitual. No entanto, percebe-se a persistência da visão de currículo exposta acima, por parte de professores e alunos.

Schwab (*ibid.*, p. 3-7) destaca três áreas de problemas básicos relacionados ao conteúdo das disciplinas:

- (1) a organização – implica o fato de determinar a integração e organização das disciplinas, identificar as disciplinas significativamente diferentes, estabelecendo suas mútuas relações.
- (2) as estruturas substanciais - consiste na estrutura de conhecimento que subjaz a um determinado corpo de conhecimentos. Trata-se de considerar as possíveis limitações e validade no âmbito de ensino.
- (3) as estruturas sintáticas – constitui em determinar numa certa disciplina, o que é uma descoberta ou uma comprovação, ou melhor, que critérios são utilizados para medir a qualidade de seus dados, seus elementos de prova e em geral determinar a via através da qual a disciplina se move desde os seus dados brutos até a formulação de suas conclusões.

A menos que queiramos impor aos alunos o conhecimento como dogma, cabe ao professor procurar conhecer e considerar, algumas das idéias sobre os graus e tipos de validação do conhecimento, a fim de determinar as possíveis limitações de uma disciplina.

Neste sentido, a estrutura do programa de ensino pode contribuir para a formação da consciência crítica dos seus alunos, ou então, favorecer a visão dogmática do conhecimento científico, caso o professor não discuta com seus alunos questões sociais, políticas e econômicas relacionadas à produção do conhecimento, sua transformação, por exemplo, em tecnologia e a sua característica de efemeridade.

Em relação aos conhecimentos prévios dos alunos, ao ensinar o professor em geral não os leva em conta por considerá-los pouco relevantes e não científicos, portanto, conflitantes com aquilo que está previsto em seu programa de ensino.

Ausubel, porém, considera que é papel do professor investigar tais conhecimentos prévios, antes de iniciar o estudo de um novo tópico uma vez que podem ser a ponte para as novas aprendizagens.

Autores como Santos (1998), Cachapuz (1992) que desenvolveram uma linha de investigação sobre “mudança conceitual”, entenderam que muitas vezes esses conhecimentos prévios se constituem em obstáculos ao aprendiz.

Com a finalidade de favorecer e potencializar a aprendizagem significativa, nesta pesquisa foi utilizada a técnica de construção colaborativa de diagramas denominados mapas conceituais, apoiada por um programa específico de computador denominado CMap Tools.

Essa técnica foi desenvolvida pelo Prof. Joseph D. Novak na Universidade de Cornell (E.U.A) em 1960. Os Mapas Conceituais constituem representações gráficas semelhantes a diagramas, que indicam relações entre conceitos ligados por palavras e representam uma estrutura que vai desde os conceitos mais abrangentes até os menos inclusivos.

Esses diagramas podem representar como determinado conhecimento está organizado na estrutura cognitiva do sujeito. Apresentam, portanto, um alto grau de idiosincrasia, uma vez que representam a organização cognitiva de um determinado indivíduo.

Para Novak (1977, 1978, 1980, 1981, 2000), mapas conceituais favorecem a aprendizagem significativa, na medida em que enfatizam o sentido de unidade, articulação, subordinação e hierarquização dos saberes disciplinares, promovendo sua integração e compreensão. Considerando as suas peculiaridades, no presente estudo os mapas conceituais foram utilizados tanto pelos alunos no processo de aprendizagem, quanto pelo professor no processo de ensino.

Para compor a metodologia das aulas, foi utilizado também um recurso denominado por Ausubel de “*organizador prévio*”. Ausubel (1980, p. 143) propõe a manipulação deliberada da estrutura cognitiva do sujeito através do uso de *organizadores prévios* com a finalidade de prover idéias de esteio ou torná-las evidente, de modo que se possa aprender significativamente, ao mesmo tempo que cria um contexto ao novo conhecimento.

Um organizador prévio pode ser um trecho de um filme, um texto, fotos, desenhos, frases etc. que possam servir de esteio às novas aprendizagens. Na presente investigação, foram utilizados apenas textos e gravuras como organizadores prévios.

Ausubel (*ibid.*, p. 143-4) recomenda a utilização de organizadores prévios, toda vez que o sujeito se deparar com a aprendizagem de conteúdos até então desconhecidos, ou então com a finalidade de evocar os conhecimentos prévios que estejam pouco evidenciados na estrutura cognitiva do sujeito naquele momento.

O “ambiente interessante” citado anteriormente, corresponde a três aspectos considerados nas aulas:

- (1) a utilização de organizadores antecipatórios ou prévios: instrumentos que permitem prover subsunçores à estrutura cognitiva do sujeito, quando este se depara com situações de aprendizagem absolutamente novas. Consistiram de textos, frases e desenhos.
- (2) a utilização do computador: foi utilizado um programa de computador como ferramenta para facilitar a construção dos mapas conceituais.
- (3) a própria dinâmica das aulas: que ocorreu em clima de colaboração entre os alunos e discussão aluno/aluno (durante a construção dos mapas conceituais) e professor/aluno (durante as leituras e comentários de cada um dos organizadores prévios).

Esta investigação foi desenvolvida mediante uma intervenção em sala de aula utilizando um delineamento de natureza experimental, com uso de Grupo Controle (GC) e Grupo Experimental (GE) e coleta de dados quantitativos e qualitativos.

Os dados quantitativos referem-se ao desempenho dos alunos em provas com questões abertas e questões objetivas, aplicadas no início e ao longo do semestre letivo.

Os dados qualitativos resultaram basicamente de dois procedimentos: (1) avaliação da evolução do aprendizado dos alunos mediante a análise dos mapas conceituais por eles produzidos ao longo do estudo e (2) realização de uma entrevista com um grupo de alunos mediante a técnica de Grupo Focal na qual eles foram levados a discutir e avaliar, sob diferentes ângulos, a experiência vivida ao longo do semestre.

Para organizar as salas que funcionariam como grupo controle e grupo experimental foi aplicada uma prova inicial envolvendo conhecimentos básicos relacionados ao conteúdo de ciências do ensino fundamental, nas nove salas que compõem a 1ª série do Ensino Médio de um colégio particular, para selecionar dois grupos com escores semelhantes e que seriam designados mediante sorteio como *grupo experimental* e *grupo controle*. Neste ínterim foram selecionados e organizados os conteúdos a serem desenvolvidos com os alunos e o software que seria utilizado.

A investigação ocorreu entre fevereiro e junho do ano de 2004. Na primeira série os alunos têm três aulas semanais de biologia, sendo assim distribuídas: uma para o ensino de ecologia e duas para a citologia. A citologia, matéria sob minha responsabilidade, foi a escolhida para a realização da pesquisa porque possui uma melhor organização seqüencial dos conteúdos.

No capítulo primeiro desta dissertação são feitas algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem no âmbito das ciências e especificamente nas ciências biológicas. Essas considerações permitem ao leitor situar-se no contexto em que as ciências são trabalhadas pelo professor do ensino médio, apresentando as limitações e as possibilidades de rompimento com o ensino tradicional baseado na exposição e repetição de conceitos e princípios sem com pouco ou nenhum significado para os alunos.

No grupo controle, as aulas eram organizadas sem o uso dos textos, utilizados no grupo experimental (organizadores prévios) e mapas conceituais. No entanto, os alunos eram estimulados a participarem das aulas através de questionamentos, mas que no entanto, era restrita ao material didático (apostila).

Considera-se que a aprendizagem humana seja um processo que apresenta múltiplas facetas. Nesse sentido outros pesquisadores e epistemólogos da educação podem contribuir para compreender o complexo processo relacionado à aprendizagem humana como Jean Piaget, Lev Vygotsky e Gerard Vergnaud dentre outros, que não deixaram de ser considerados.

No capítulo dois são feitas considerações acerca de algumas contribuições à teoria da aprendizagem significativa como as idéias relativas ao construtivismo de Piaget (1971, 1973, 1977) e a sua teoria de desenvolvimento, e Vygotsky (1987, 1988) em relação à questão da interação social e o papel dos instrumentos e signos no processo de mediação, que para ele é fundamental para a transmissão dinâmica do conhecimento construído social, histórica e culturalmente.

O referencial teórico que orienta a presente investigação é a Teoria da Aprendizagem Significativa – TAS de David Paul Ausubel, por isso o capítulo três é dedicado à apresentação dos pressupostos da teoria ausubeliana, como: as condições básicas para que ela ocorra, os tipos de aprendizagem significativa, o papel dos organizadores prévios e o processo de assimilação proposto por

Ausubel. Neste mesmo capítulo pode ser encontrado também a descrição dos Mapas Conceituais de Novak (1963). Além disso, também são assinaladas as novas contribuições à TAS, como as idéias de “Mudança Conceitual”.

No capítulo quatro o leitor encontrará os procedimentos metodológicos utilizados na presente investigação, como: os objetivos da pesquisa, os critérios de escolha dos grupos controle e experimental, a descrição dos sujeitos, da própria instituição de ensino, a escolha do programa de computador, a seleção dos conteúdos, o desenvolvimento e a dinâmica das aulas no grupo experimental, e os processos de avaliação. Ainda no terceiro capítulo será apresentada a entrevista através de grupo focal, além da descrição do processo avaliativo.

No capítulo cinco são apresentadas as análises e discussões dos resultados da presente intervenção, e as evidências de aprendizagem significativa dos alunos em decorrência da intervenção.

Neste capítulo são comparados os desempenhos dos alunos dos grupos experimental e controle em testes, provas, mapas conceituais e também as percepções, sentimentos e dificuldades dos alunos no decorrer da investigação que foram obtidas através de entrevista (grupo focal).

Ao final serão apresentadas algumas considerações que puderam ser formuladas a partir do estudo desenvolvido e que acredita-se, possam contribuir no sentido de minimizar as dificuldades que ora se apresentam, relativas ao ensino e a aprendizagem de conteúdos da disciplina biologia do ensino médio.

Uma das propostas apresentadas sugere que o foco de professores e pesquisadores das áreas de ciências, deva ser redirecionado para compreender os mecanismos de aprendizagem e os caminhos de menor dificuldade para que os estudantes aprendam significativamente melhor, além de testar a eficácia de propostas didáticas e encontrar maneiras eficientes de formar professores que sejam gestores da aprendizagem.

## **CAPÍTULO I**

### **O ENSINO E A APRENDIZAGEM DAS CIÊNCIAS: PROBLEMAS, DESAFIOS E POSSIBILIDADES QUE SE COLOCAM PARA O PROFESSOR.**

#### **1. O ensino de ciências**

A Lei de diretrizes e bases da educação – LDB, conhecida também como Lei Darcy Ribeiro (Lei nº 9394, de 1996) no seu artigo de nº 35, estabelece o ensino médio como etapa final da educação básica no país. Neste artigo são estabelecidos inclusive as finalidades deste nível de ensino. Esses objetivos, foram interpretados por um outro documento, a resolução nº 03/98 do Conselho Nacional de Educação – CNE.

A resolução CNE citada e os Parâmetro Curriculares Nacionais – PCNs<sup>1</sup>, apesar de se tratarem de documentos de natureza diferente, confluem no sentido de se tratarem de importantes referenciais, que pretendem organizar a educação no país.

---

<sup>1</sup> O PCN – Ciência da Natureza e suas Tecnologias, parte III, “são propostas estabelecidas para o ensino de biologia, física, química, matemática e suas tecnologias no Ensino Médio que, sem ser profissionalizante, efetivamente propicie um aprendizado útil à vida e ao trabalho, no qual as informações, o conhecimento, as competências, as habilidades e os valores desenvolvidos sejam instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento

Os PCNs do ensino médio, em sua parte III discutem o ensino das ciências da natureza<sup>2</sup>, da matemática e das tecnologias, no sentido de que seja ensinado um conhecimento efetivo, crítico e histórico, não somente preparatório para o ingresso na universidade, mas útil à vida e ao trabalho.

Caminhando no mesmo sentido, as propostas apresentadas pelos PCNs de ciências naturais do ensino fundamental, também enfatizam a formação de um cidadão crítico que não fique à margem do conhecimento científico, visto que vive numa sociedade que “supervaloriza este tipo de conhecimento”. (PCN, 1998, p. 23)

Neste sentido, os PCNs do ensino fundamental e do ensino médio convergem para o mesmo ponto, quando tratam da formação de um cidadão crítico e de “conhecimento científico útil à vida”. Entendemos que o estudo de ciência deve prover ao indivíduo as ferramentas intelectuais necessárias para que ele possa fazer as melhores escolhas, num mundo cada vez mais complexo.

A resolução do CNE explicita também que o aprendizado de ciências, no ensino médio, visa a oferecer complementação e aprofundamento daquilo que foi aprendido na educação fundamental. Mais uma vez fica ratificado que o ensino de ciências no ensino médio constitui uma continuidade daquilo que foi ensinado no nível fundamental, cuidando para que haja o devido aprofundamento.

Em relação aos objetivos mais gerais do ensino médio os PCNs destacam que,

o Ensino Médio em cada área do conhecimento deve envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais

---

pessoal ou de aprendizado permanente, evitando tópicos cujos sentidos só possam ser compreendidos em outra etapa de escolaridade” (PCN, 1998, p. 4).

<sup>2</sup> Os PCNs do ensino médio consideram ciências da natureza: a física, a química e a biologia.

amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo. Para a área das Ciências da Natureza, Matemática e Tecnologias, isto é particularmente verdadeiro, pois a crescente valorização do conhecimento e da capacidade de inovar demanda cidadãos capazes de aprender continuamente, para o que é essencial uma formação geral e não apenas um treinamento específico. (PCN, ENSINO MÉDIO, parte III, 1998, p. 6)

Para que o ensino possa atingir esses objetivos o professor exerce um papel fundamental neste processo. No entanto, a tradição pedagógica brasileira encerra várias tendências pedagógicas que se tornam muitas vezes obstáculos à implementação de um ensino que propicie aprendizagem significativa, já que cada tendência privilegia determinada faceta da aprendizagem humana.

Em relação à diversidade de tendências pedagógicas o PCN destaca que,

As tendências pedagógicas que se firmam nas escolas brasileiras, públicas e privadas, na maioria dos casos não aparecem de forma pura, mas com características particulares, muitas vezes mesclando aspectos de mais de uma linha pedagógica. (PCN, ENSINO FUNDAMENTAL, 1998, vol. 1, p. 39)

Neste sentido existe uma variação da prática do professor, que ocorre de forma inconsciente, que pressupõe uma concepção de ensino e aprendizagem que determina sua compreensão dos papéis de professor aluno, da metodologia, da função social da escola e que influenciam até na determinação dos conteúdos a serem trabalhados.

Para Gil-Pérez e Carvalho (1993), o modelo vigente de ensino baseado na transmissão/recepção advindo da formação inicial do professor e de suas experiências como aluno, pode ser superado, se estiver associado a uma tarefa de pesquisa. Para esses autores, é preciso romper com a idéia de que para

ensinar basta que o indivíduo possua um maior nível de conhecimentos que os alunos.

Nos cursos de formação de professores os estudos especificamente relacionados à formação docente são feitos normalmente ao final do ciclo de estudo. Gil-Pérez e Carvalho apontam uma saída para este tipo de esquema de formação,

o início dos estudos especificamente dirigidos à docência não deve ser realizado antes daqueles para as demais especialidades. A tendência geral hoje é dividir os estudos universitários de matérias como a Biologia, Física etc. em dois ciclos: um primeiro ciclo de matérias comuns (dois ou três anos) e um segundo ciclo de dois anos, com opções correspondentes a diversas especialidades; tratar-se-ia, dessa forma, de adiar a formação docente para um segundo ciclo ou equivalente. Desse modo, a preparação para o ensino surgiria como uma opção a mais, equivalente em experiências em exigências e *status* ao resto das especialidades, sem obrigar a uma opção prematura. (*ibid.*, 1993, p.73-4)

Fica destacado que um dos obstáculos relacionados à dificuldade de implementação de um ensino como o preconizado pelos PCNs por exemplo, deve-se à própria natureza da formação inicial do professor. Gil-Pérez e Carvalho (*op. cit.*), destacam ainda que o aprofundamento no conhecimentos da didática do ensino de ciências, pode funcionar como núcleo articulador entre os conteúdos da disciplina, organizadores teóricos e os resultados da pesquisa sobre práticas bem-sucedidas e algumas experiências relevantes. Deste modo, entendem que,

A disciplina de didática específica poderá facilitar não só a articulação dos conhecimentos (didáticos, psico-sócio-pedagógico e científicos), mas também sua integração com a prática docente, favorecendo sua orientação teórica, orientando a ação educativa e promovendo a reflexão crítica depois da interação. (*ibid.*, p. 85-6)

O aprendizado de forma enciclopédica e compartimentarizada como a que ocorre ainda no ensino de ciências, não permite ao aluno a compreensão do conjunto dos conceitos e princípios básicos de uma disciplina, muito menos a interação com outras áreas de conhecimento, bem como a apropriação crítica de seu campo conceitual. Dessa maneira, o ensino não o capacita para as escolhas que terá que fazer num mundo cada vez mais técnico-científico.

O professor afirma, com frequência ser construtivista mas ainda tem a postura pedagógica baseada no ensino tradicional. Para Gil-Pérez e Carvalho (*ibid.*, p.41) o professor necessita desenvolver a capacidade de analisar criticamente o “ensino tradicional”, conhecer as limitações dos habituais currículos enciclopédicos e, ao mesmo tempo, reducionistas (que deixam de lado aspectos históricos, sociais etc.), além de conhecer e ter em conta que a construção de conhecimentos precisa de tempo.

É objetivo da escola que os alunos se apropriem de forma efetiva, significativa e crítica do conhecimento científico historicamente produzido pela humanidade. Neste sentido uma pergunta se faz: afinal o que é ciência? Andery, considera que,

A ciência se caracteriza por ser uma atividade metódica. É uma atividade que, ao se propor conhecer a realidade, busca atingi-la através de ações passíveis de serem reproduzidas. O método científico é um conjunto de concepções sobre o homem, a natureza e o próprio conhecimento, que sustentam um conjunto de regras de ação, de procedimentos, prescritos, para se construir conhecimento científico. (ANDERY, 1998, p. 5)

Quando se fala em ensino de ciências nos remetemos imediatamente à aprendizagem de conceitos e princípios. Ao que se referem esses termos conceitos e princípios nas ciências?

Para Zabala (1998) os conceitos referem-se aos fatos, objetos ou símbolos que apresentam características que são comuns, enquanto que os princípios, referem-se às mudanças que produzem normalmente num determinado fato, objeto ou situação em relação a outros fatos, objetos ou situações.

Normalmente esses fatos, objetos ou situações descrevem relações de causa-efeito ou de correlação. São exemplos de conceitos o de gene, cromossoma, célula, velocidade, etc. Constituem princípios, as leis ou regras de uma ciência, como a teoria celular ou as normas para a nomenclatura dos seres vivos. A apropriação destes conceitos, leis e regras pelo sujeito pressupõem o entendimento de seu significado.

Sobre a aprendizagem de princípios e conceitos, Zabala considera que

Não podemos dizer que se aprendeu um conceito ou princípio se não se entendeu o significado. Saberemos que faz parte do conhecimento do aluno não apenas quando este é capaz de repetir sua definição, mas quando sabe utilizá-lo para a interpretação, compreensão ou exposição de um fenômeno ou situação; quando é capaz de situar os fatos, objetos ou situações concretas naquele conceito que os inclui. (*ibid.*, p. 42)

É preciso ter presente que, se o aluno apenas aprendeu o significado do símbolo, reconhecendo a palavra associada ao objeto, isto não deixa de representar um tipo de aprendizagem significativa, que ocorre e é necessária nos primeiros anos de vida de uma criança. Mas tratando-se do ensino médio, este tipo de aprendizagem simplesmente representacional não é mais suficiente.

A aprendizagem representacional constitui o tipo mais básico de aprendizagem significativa do qual os demais dependem. Envolve a atribuição de significados a determinados símbolos (tipicamente palavras), isto é, a identificação, em significado, de símbolos com seus referentes (objetos, eventos, conceitos). (MOREIRA, 1993, p. 16-7)

Porém é necessário que o aluno passe da aprendizagem meramente representacional, para a efetiva e significativa aprendizagem conceitual. Esta tarefa não é muito fácil, visto que o significado emerge das diversas situações em que o conceito pode ser utilizado. Entender o significado não significa somente que o indivíduo é capaz de repeti-lo meramente, mas que seja ele capaz de usar este conhecimento em situações diversificadas.

Considera-se aqui a definição de *situação* atribuída por Vergnaud, e que também é a mesma considerada pela psicologia segundo o qual,

os processos cognitivos e as respostas do sujeito são funções das situações com as quais é confrontado. Além disso, ele destaca duas idéias principais em relação ao sentido de situação: variedade e história. Isto é, em um certo campo conceitual existe uma grande variedade de situações e os conhecimentos dos alunos são moldados pelas situações que encontram e progressivamente dominam, particularmente pelas primeiras situações suscetíveis de dar sentido aos conceitos e procedimentos que queremos que aprendam. (VERGNAUD apud MOREIRA, 2000, p. 5)

Desta maneira, cabe então ao professor criar o maior número de situações a fim de que o aluno possa mobilizar os conceitos aprendidos, de forma a dar-lhes significados, gradativamente mais elaborados e mais complexos..

No entanto, Vergnaud destaca que a situação não é o de situação didática, mas sim o de tarefa. Um conceito remete a muitas situações e a atuação do sujeito no sentido de resolver problemas nestas situações é que irá contribuir para conferir maior precisão ao significado de um determinado conceito.

É neste sentido que a utilização de organizadores prévios pode contribuir, ao criar algumas situações em que o conceito possa ser utilizado.

A utilização de um determinado texto pelo professor, por exemplo, sobre o câncer, pode contribuir para que o conceito mitose (processo de divisão celular) seja assimilado de forma significativa, uma vez que apresenta algumas situações em que ele é utilizado, contribuindo para dar sentido.

Para Vergnaud, toda situação complexa pode ser analisada como uma combinação de tarefas, para as quais é importante conhecer suas naturezas e dificuldades próprias.

Outro fator a ser considerado pelos professores, no tocante ao ensino de ciências, é que o conhecimento científico constitui uma das maneiras de se conhecer a realidade do mundo que nos rodeia. É fundamental, portanto, que ao se ensinar ciência o professor tenha consciência de que ele está propondo uma maneira de conhecer a realidade que rodeia o aluno.

Dessa maneira o ensino deve proporcionar ao aluno o conhecimento de sua realidade, por conseguinte a ciência colabora neste sentido. Além disso, não simplesmente apreendê-la, mas atuar de forma crítica sobre ela.

Mas como fazer com que isso ocorra?

Ao se ensinar ciências o professor deve conhecer e levar os alunos a conhecerem os “modelos” e “padrões” utilizados por determinada ciência aos quais Kuhn (1994) denominou paradigmas. Esses “padrões” e “modelos” referidos por ele, não têm o mesmo sentido do sentido habitual utilizado.

Kuhn (*id.*, p. 219), define paradigma como sendo um conjunto de idéias sobre um determinado campo de conhecimento, que os membros de uma comunidade partilham e que deve ser continuamente melhor articulado e precisado em condições novas e mais rigorosas.

Segundo a concepção desse autor, perturbações ocasionadas por novas descobertas derivadas de novas pesquisas, acabam por produzir

instabilidades no paradigma de tal forma que provocam crises, acarretando revoluções ou mudanças nesses paradigmas. Nessas circunstâncias, um paradigma mais antigo é total ou parcialmente substituído por um novo, incompatível com o anterior.

Considera-se que as idéias de T. Kuhn constituem um marco importante na perspectiva do desenvolvimento da ciência, no sentido que enfatiza o caráter revolucionário do próprio progresso científico, que segundo ele se dá aos saltos e não de forma contínua, como se considerava até então (POPPER 1993).

Para Kuhn essas revoluções científicas, que levam a mudanças nos paradigmas adotados pelas ciências, ocorrem devido às mudanças nas próprias concepções de mundo dos indivíduos envolvidos com a produção científica. Kuhn desenvolveu seus estudos baseando-se na história das ciências. Como exemplo de mudança de paradigma, o autor analisa a transição do modelo geocêntrico para o modelo heliocêntrico, uma das revoluções mais importantes na história da ciência.

Morin (1991, p. 271) considera que o paradigma desempenha um papel subterrâneo /soberano em toda teoria, doutrina ou ideologia. Para ele, o paradigma é o princípio da coesão/coerência do núcleo que estabelece os conceitos intrínsecos do sistema de idéias, hierarquiza-os, dispõem-nos em constalação, fornece-lhes a articulação lógica, determina a relação do sistema com o mundo exterior (seleção/rejeição das idéias, dos dados, etc.).

É, portanto o paradigma quem legitima a verdade do sistema de idéias, legitimando as regras de inferência que garantem a demonstração ou a verdade de uma proposição.

Um outro exemplo de paradigma bastante reconhecido e disseminado das ciências biológicas constitui a chamada Teoria Celular. Essa teoria é composta de uma idéia básica "*todos os seres vivos são constituídos de células*". Este paradigma sustenta nossa idéia básica de *ser vivo*.

A Teoria Celular é formada por quatro idéias principais: (1) todo ser vivo é formado por células, (2) uma célula provém de outra preexistente, (3) todo metabolismo ocorre a nível celular e finalmente, (4) o controle da atividade celular é feita pelo material genético. Cada um dos itens desta teoria foi sendo historicamente adicionado à idéia básica (todos os seres vivos são constituídos por células), à medida que novas descobertas ocorriam. O paradigma neste caso foi mantido e as novas descobertas serviram para torná-lo mais sólido.

Parece acertado pensar que, se o aluno se depara com uma ciência dinâmica e histórica, desenvolverá as condições intelectuais necessárias para compreender a dinamicidade dela no mundo contemporâneo. Assim, ele terá condições de proceder com autonomia de senso crítico, à polêmica sobre os usos do conhecimento científico, para o desenvolvimento de tecnologias, seja em relação ao próprio conhecimento veiculado nas escolas ou pelos meios de comunicação.

Em nossas escolas, alguns professores ainda ensinam a seus alunos que “o conhecimento científico é conhecimento provado”, “a ciência é baseada no que podemos ver, ouvir, tocar etc.”, “a ciência é objetiva”, “as teorias científicas são derivadas da experiência, mediante dados obtidos por observação e experimento”, “opiniões ou preferências pessoais e suposições especulativas não têm lugar na ciência”, resumindo, o conhecimento científico é confiável porque é conhecimento provado objetivamente.

Para Chalmers (1999), essa é a visão popular, ingênua e dogmática de ciência. O ensino de ciências, ao contrário deve levar os alunos a entenderem que o conhecimento científico nunca estará pronto e acabado que evolui e se modifica no decorrer do tempo.

Além do caráter dogmático referido por Chalmers, Popper chama a atenção para a relação entre ciência e ideologia:

Em acréscimo ao sempre importante problema do dogmatismo, e ao problema estreitamente relacionado, da intolerância ideológica, há um problema diferente e, creio eu, mais interessante. Quero aludir ao problema que nasce de certas ligações entre ciência e ideologia; ligações que existem, mas que têm conduzido algumas pessoas a confundir ciência e ideologia, e ignorar a distinção entre revoluções científicas e ideológicas. (POPPER, 1976, p. 107)

Desse modo a constatação de que existem ideologias por trás das teorias científicas, de que o conhecimento científico não é neutro, é fundamental para que seja feita uma análise crítica sobre a sua relevância para o progresso da ciência.

Popper (1998), assinala muitas vezes uma teoria científica pode trazer em seu bojo a possibilidade de servir a determinados grupos ideológicos. Isso pode ser tão ruim para a ciência quanto para a própria humanidade. Um dos exemplos clássicos foi a utilização da teoria da evolução<sup>3</sup> de Darwin que deu origem ao chamado “darwinismo social” utilizado pela Alemanha nazista. É importante que o professor tenha consciência da natureza das teorias científicas e sua historicidade, de modo que ele ao compartilhar esse conhecimento com os seus alunos, possa ajudá-los a entender que determinados grupos com concepções ideológicas possam apropriar-se dessas teorias e usá-las a seu favor.

## **2. O ensino de Biologia**

Ao se iniciar uma discussão sobre o ensino de biologia, começaremos com a seguinte pergunta. Por que estudar biologia? O que se deve estudar em biologia? Ou melhor, Faz sentido estudar biologia?

---

<sup>3</sup> A teoria da seleção natural foi proposta pelo naturalista inglês Charles Robert Darwin e publicado pela primeira vez no ano de 1859. O título original do livro era - *On The Origin of Species by means of Natural*

Conforme propõe os PCNs, o estudo de elementos da história e da filosofia da Biologia, tornam possível aos alunos a compreensão de que há uma ampla rede de relações entre a produção científica e o contexto social, econômico e político.

É possível verificar que a formulação, o sucesso ou o fracasso das diferentes teorias científicas estão associados a seu momento histórico. O conhecimento de Biologia deve subsidiar o julgamento de questões polêmicas, que dizem respeito ao desenvolvimento, ao aproveitamento de recursos naturais e à utilização de tecnologias que implicam intensa intervenção humana no ambiente, cuja avaliação deve levar em conta a dinâmica dos ecossistemas, dos organismos, enfim, o modo como a natureza se comporta e a vida se processa.

O desenvolvimento da Genética e da Biologia Molecular, das tecnologias de manipulação do DNA e de clonagem traz à tona aspectos éticos envolvidos na produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico, chamando à reflexão sobre as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade.

Conhecer a estrutura molecular da vida, os mecanismos de perpetuação, diferenciação das espécies e diversificação intraespecífica, a importância da biodiversidade para a vida no planeta são alguns dos elementos essenciais para um posicionamento criterioso inerentes ao conjunto das construções e intervenções humanas no mundo contemporâneo.

Neste sentido, a resposta à questão proposta anteriormente é sim! Faz sentido ensinar biologia. Não a biologia meramente descritiva dos seres vivos, mas a biologia que colabore com os indivíduos, no sentido de entender o mundo em que vive e interagir com ele com responsabilidade.

---

*Selection* (A origem das espécies através da seleção natural). Desde então, essa teoria tem influenciado as ciências em geral.

Considera-se que os PCNs (1998, p. 21) sinalizam apropriadamente para as competências e habilidades a serem desenvolvidas em Biologia. Enfatiza para isso a formação de um sujeito que seja capaz de construir seu próprio conhecimento, utilizando diferentes formas de obter informações, além de ser capaz de compreender a multiplicidade de relações existentes em seu meio ambiente, atuando de modo crítico sobre ele, no sentido de permitir o aprimoramento da qualidade de vida de todos.

Segue-se a seguir, os três grandes eixos dos PCNs e as habilidades a serem desenvolvidas: a representação e comunicação, a investigação e compreensão e a contextualização socio-cultural.

### **1. Representação e comunicação**

- Descrever processos e características do ambiente ou de seres vivos, observados em microscópio ou a olho nu.
- Perceber e utilizar os códigos intrínsecos da Biologia.
- Apresentar suposições e hipóteses acerca dos fenômenos biológicos em estudo.
- Apresentar, de forma organizada, o conhecimento biológico apreendido, através de textos, desenhos, esquemas, gráficos, tabelas, maquetes etc
- Conhecer diferentes formas de obter informações (observação, experimento, leitura de texto e imagem, entrevista), selecionando aquelas pertinentes ao tema biológico em estudo.
- Expressar dúvidas, idéias e conclusões acerca dos fenômenos biológicos.

### **2. Investigação e compreensão**

- Relacionar fenômenos, fatos, processos e idéias em Biologia, elaborando conceitos, identificando regularidades e diferenças, construindo generalizações.
- Utilizar critérios científicos para realizar classificações de animais, vegetais etc.
- Relacionar os diversos conteúdos conceituais de Biologia (lógica interna) na compreensão de fenômenos.
- Estabelecer relações entre parte e todo de um fenômeno ou processo biológico.

- Selecionar e utilizar metodologias científicas adequadas para a resolução de problemas, fazendo uso, quando for o caso, de tratamento estatístico na análise de dados coletados.
- Formular questões, diagnósticos e propor soluções para problemas apresentados, utilizando elementos da Biologia.
- Utilizar noções e conceitos da Biologia em novas situações de aprendizado (existencial ou escolar).
- Relacionar o conhecimento das diversas disciplinas para o entendimento de fatos ou processos biológicos (lógica externa).

### **3. Contextualização sócio-cultural**

- Reconhecer a Biologia como um fazer humano e, portanto, histórico, fruto da conjunção de fatores sociais, políticos, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos.
- Identificar a interferência de aspectos místicos e culturais nos conhecimentos do senso comum relacionados a aspectos biológicos.
- Reconhecer o ser humano como agente e paciente de transformações intencionais por ele produzidas no seu ambiente.
- Julgar ações de intervenção, identificando aquelas que visam à preservação e à implementação da saúde individual, coletiva e do ambiente.
- Identificar as relações entre o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico, considerando a preservação da vida, as condições de vida e as concepções de desenvolvimento sustentável.

Entende-se que a biologia é a ciência que trata dos seres vivos. A finalidade última do ensino de biologia em todos os níveis de ensino é a compreensão do fenômeno “vida”.

Partimos da premissa de que a vida é um fenômeno complexo e de ocorrência restrita, sua compreensão depende do entendimento de uma série intrincada de processos biofísicos e bioquímicos que a caracterizam. E que esse entendimento, pressupõe a compreensão de campos científicos variados, que se inicia com a química, passando pela física indo até a astronomia.

Para que algo seja incluído neste grupo é necessário que o mesmo apresente algumas características comuns, como: célula, metabolismo, reprodução, desenvolvimento, homeostasia, reações a estímulos externos e capacidade evolutiva. Através do estudo de cada uma dessas características é que podemos afirmar que algo pode ser um ser vivo.

Nesse sentido, o professor movimenta-se por um vasto campo conceitual, que formam uma verdadeira teia de conhecimentos, que além de ocorrer em profusão, ainda são intrincados. Desse modo podemos constatar o quão complexa é a caracterização desse objeto de estudo. Não basta, portanto, que o professor descreva apenas determinados grupos de seres vivos. Mas que aponte as relações com outros seres vivos, e compreenda o organismo em seu contexto.

No entanto, qualquer professor mais experiente na disciplina, pode facilmente constatar através de sua prática que existe uma tendência de tornar a biologia uma ciência meramente descritiva dos seres vivos.

A formação inicial tem privilegiado esse aspecto de ensino, haja vista que os currículos são construídos de forma a compartimentarizar os diversos conhecimentos necessários a compreensão do fenômeno. Nos currículos é visível essa tendência pela separação dos conteúdos em disciplinas como a citologia, a zoologia e a botânica.

Essas disciplinas têm claramente um caráter descritivo nos cursos de formação inicial. Descreve-se a célula, ou então o animal ou a planta. O aluno ao passar por este tipo de formação tende a reproduzi-lo quando o mesmo se torna professor.

Para Bizzo (2003), a reforma universitária ocorrida em 1968 e a instituição dos exames vestibulares de caráter classificatório, como forma de

acesso ao ensino superior, teriam contribuído para que as escolas e, conseqüentemente, os professores valorizassem ainda mais a matéria de ensino, valorizando a quantidade e a extensão em detrimento da profundidade. A introdução dos exames vestibulares contribuíram para uma maior valorização da quantidade de conteúdos, em detrimento da qualidade da aprendizagem.

Para esses professores e alunos aprender tornou-se sinônimo de acúmulo de informações. Essa concepção de aprendizagem é que está na base das reclamações dos professores de biologia de que “os *alunos chegam ao ensino médio sem base*” ou que ao se avaliar o conteúdo de forma contextualizada ou através de problemas “os *alunos não compreendem as questões*”.

O ensino baseado na repetição pura e simples de conceitos, fatos, fenômenos ou teorias ou na descrição de determinado objeto ou organismo, contrasta com as novas concepções de ensino que considera o fato de que os alunos já possuem conhecimentos prévios (corretos ou não), que a construção do conhecimento é feito pela atividade dinâmica do próprio sujeito e que a reflexão crítica deve permear todo esse processo.

Em uma das poucas pesquisas sobre aprendizagem envolvendo alunos do ensino médio a nível nacional, feita por amostragem em nosso país, o PISA/2003<sup>4</sup> realizado por um órgão ligado à ONU, os alunos brasileiros revelaram um desempenho muito abaixo do esperado, em relação à aprendizagem de conceitos e princípios, inclusive se comparado com estudantes de países latino

---

<sup>4</sup> No relatório “Literacy Skills for the World of Tomorrow – further results from PISA 2003”, são apresentadas estatísticas de desempenho dos alunos do ensino médio realizada em 41 países. Essa pesquisa foi coordenada mundialmente pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), instituição que reúne 29 nações, incluindo o México, e a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciências e Cultura (Unesco). No Brasil, o responsável pela realização do Pisa foi o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep/MEC). Em nosso país 4.800 adolescentes participaram da amostra representativa dos estudantes de 15 anos matriculados nas 7ª e 8ª séries do ensino fundamental e nas 1ª e 2ª séries do ensino médio.

americanos que apresentam um nível de investimentos em educação e desenvolvimento social semelhante ao nosso.

O Sistema de Avaliação Básica – SAEB realizado pelo Ministério da Educação – MEC, deixou de divulgar o desempenho dos alunos na área de ciências desde 2000, comprometendo assim a avaliação da educação em ciências. É claro que diante dos resultados dos alunos obtidos em exames internacionais como o PISA/2003 fica claramente demonstrado a necessidade de reavaliação do ensino e da aprendizagem de ciências nos níveis da educação fundamental e média de nosso país.

A um professor experiente é fácil constatar que os alunos estudam a morfofisiologia celular e ao final não compreendem a importância da Teoria Celular<sup>5</sup>. Disciplinas como a botânica, assim como a zoologia são modernamente organizadas segundo a Teoria da Evolução Através da Seleção Natural. Aos alunos são apresentados os animais e vegetais em níveis gradativos de organização morfofisiológica, sem a preocupação de que eles compreendam o porquê dessa organização do conhecimento.

Nesse sentido, é nestas disciplinas que os professores investem a maior parte de suas energias, e em razão disso é que os currículos privilegiam estas disciplinas em relação ao número de aulas. Há de se considerar também que os professores das áreas de botânica e zoologia se vêem muitas vezes imobilizados por um currículo (conteúdos) que pouco se atenta para o organismo em determinado contexto ambiental, ou seja o organismo é estudado isoladamente.

A teoria da evolução constitui o conjunto de idéias que pode unificar os conhecimentos advindos da botânica e da zoologia, tendo em vista a dependência

---

<sup>5</sup> A teoria celular constitui uma das mais importantes generalizações da biologia. Ela foi proposta no século XIX pelo botânico Mathias Schleiden e o zoólogo Theodor Schwann, ambos de origem alemã. A premissa é a de que “*todos os seres vivos são constituídos de células*”.

que existe entre esses grupos de seres vivos. Por tratar-se de uma teoria unificadora e que exige do aluno um nível de abstração mais complexo, além de um aporte conceptual considerável para sua compreensão, os professores apenas recitam os pressupostos básicos da teoria, dedicando pouco tempo às reflexões necessárias a sua compreensão, acreditando que as descrições de animais e plantas são as questões mais importantes a serem consideradas.

Para Jacob (1983, p. 20), em biologia existe um grande número de generalizações, mas poucas teorias. Ele destaca que a teoria da evolução de Darwin ocupa um lugar mais importante que as outras, para este autor, ela reúne uma massa de observações oriundas das mais diversas áreas de conhecimento.

Ele destaca alguns pontos relacionados à capacidade de unificação dessa teoria: (a) a possibilidade de inter-relação com todas as disciplinas que se interessam pelos seres vivos; (b) instaura uma ordem na extraordinária variedade dos organismos e liga-os estreitamente ao resto da Terra; (c) fornece uma explicação causal do mundo vivo e de sua heterogeneidade.

A proposta exigiria, reformulação dos currículos de ensino, e a reflexão constante sobre as concepções de ensino dos professores, no sentido de propor mudanças em suas práticas pedagógicas, que seriam refletidas, por conseguinte no ensino médio.

Acredita-se que a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, e outros aportes teóricos como o sócio-interacionismo de Piaget e o sócio-construtivismo de Vygotsky, podem contribuir para um melhor entendimento do processo de ensino e de aprendizagem e, conseqüentemente, para o desenvolvimento de práticas mais eficientes seja na condução do ensino em sala de aula, seja nos programas de formação inicial e/ou continuada de professores.

## **CAPÍTULO II**

### **O paradigma construtivista: uma concepção de ensino e aprendizagem em resposta às críticas ao ensino de ciências em geral.**

“A aprendizagem significativa está subjacente à integração construtiva do pensamento, dos sentimentos e das ações que levam à capacitação humana tanto quanto ao compromisso e à responsabilidade”

Joseph Novak (1980)

Quero partir da constatação de que não existe “o construtivismo”, mas várias idéias que denominamos construtivismo. A idéia central de que a aprendizagem efetivamente está ligada à ação do sujeito, advém das influências da epistemologia de Jean Piaget. É comum ouvir a afirmação de que o próprio sujeito constrói os seus próprios conhecimentos. Provavelmente, se perguntarmos a qualquer professor, seja qual for o nível de ensino em que leciona, se ele é construtivista, a resposta provavelmente será positiva.

Mas afinal de contas, o que se entende por construtivismo? Pretende-se fazer uma breve exposição sobre este importante paradigma fazendo analogias com as diversas idéias ditas construtivistas por acreditar que as mesmas podem contribuir para o ensino e aprendizagem nas ciências.

Enfatiza-se aqui aquelas de enfoque cognitivista/construtivista, como as de Jean Piaget, Levy Vygotsky, David Ausubel e Gerárd Vergnaud. Entende-se que as idéias de Piaget, Vygotsky e Ausubel contribuem para um melhor entendimento das questões de ensino ao nível da aprendizagem.

No que se refere à contribuição de Ausubel, Moreira (1997) considera que

[...] a teoria original de Ausubel, enriquecida por Novak, apesar de também ser uma teoria de ensino, é a que mais oferece, explicitamente, diretrizes instrucionais, princípios e estratégias que se pode vislumbrar mais facilmente como por em prática, que estão mais perto da sala de aula. (MOREIRA, 1997, p.17)

Outro aspecto a ser destacado é que, enquanto nas teorias de Piaget, Vygotsky e Vergnaud os elementos da aprendizagem significativa encontram-se subentendido, nas teorias de Ausubel e Novak a aprendizagem que ocorre em sala de aula constitui o seu principal enfoque.

Essa preocupação com as questões da sala de aula desenvolvidas por Ausubel e Novak explica a minha opção pela teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

Para Piaget a aprendizagem humana se dá por *assimilação, acomodação, adaptação e equilíbrio*. Para ele estes processos não ocorrem simultaneamente.

No processo de assimilação piagetiano a ação do sujeito sobre o meio, é a condição básica para o sujeito apreender. O sujeito aprendente constrói esquemas mentais de assimilação para contatar a realidade. A realidade é entendida pelo sujeito segundo os seus esquemas de assimilação, impondo-se a ela. Caso esses esquemas não ofereçam condições ao sujeito resolver as situações oriundas da realidade, o sujeito reestrutura a sua estrutura cognitiva ou os seus esquemas resultando em novos esquemas de assimilação. Este processo

é denominado de acomodação. A aprendizagem exige sempre uma atividade organizadora na interação estabelecida o aluno e o conteúdo a ser aprendido, além de estar vinculado ao grau de desenvolvimento biopsicológico já alcançado.

Em relação à aprendizagem Piaget considera que,

Em geral, a aprendizagem é provocada por situações – provocadas por um experimento psicológico; ou por um professor com respeito a algum ponto didático; ou por uma situação externa. É provocada em geral, como oposta ao espontâneo. Além disso, é um processo limitado – limitado a um simples problema, ou a uma simples estrutura. (PIAGET, 1971, p. 1)

Para Piaget (1986) o meio educativo deve apresentar aos alunos o maior número de situações de modo que os alunos possam usar seus esquemas de assimilação de modo cada vez mais refinado, acomodar ou reestruturar-se e desenvolver-se.

O equilíbrio entre a assimilação e a acomodação constitui a adaptação. A relação dialética entre a assimilação e acomodação é que promove a equilibração, que constitui o mecanismo de desenvolvimento humano e do progresso cognitivo. A construção do conhecimento como processo de adaptação se dá, portanto, através da assimilação e acomodação.

Quando o equilíbrio é de alguma forma rompido através de experiências não assimiláveis, a estrutura cognitiva se acomoda a fim de construir novos esquemas de assimilação e atingir o equilíbrio. Este processo é denominado equilibração majorante.

Em sua teoria, Piaget enfoca de maneira explícita os processos e progressos internos que ocorrem no sujeito durante o seu desenvolvimento. As condições externas que rodeiam o sujeito são secundárias. Ele não as nega, tão pouco, as considera pouco importante.

Para os interacionistas, da qual Piaget é um dos mais importantes representantes, o ser humano é um sujeito interativo, que vivendo em sociedade aprende e se desenvolve. (MIZUKAMI, 1986, p. 59)

Pelo enfoque piagetiano, a aprendizagem ocorre pela atividade do próprio sujeito, sendo então dependente das maturações internas do próprio organismo, além desses fatores, existem também as múltiplas relações que este sujeito tem com o meio em que está inserido.

Atualmente muitos autores consideram que o enfoque piagetiano é insuficiente para explicar as várias facetas da aprendizagem escolar, Mizukami (*ibid.*, p. 84) considera a necessidade de uma sistematização a nível de uma teoria de instrução, nesse sentido é que as idéias de Vygotsky podem contribuir para um melhor entendimento do processo de aprendizagem a nível de ensino e de aprendizagem.

Vygotsky (1989), principal autor da abordagem sócio-interacionista, parte da consideração de que o conhecimento é um processo social, histórico e cultural e que o homem não pode ser entendido isolado deste contexto.

Para ele, as relações sociais são convertidas em processos mentais superiores (comunicação, linguagem, raciocínio, etc.) mediadas por *instrumento* e *signos*. O instrumento é tido como algo que pode ser usado para fazer alguma coisa, enquanto que , o signo é algo que significa alguma coisa. Podemos distinguir três tipos de signos: (1) aqueles que são os indicadores (que apresentam uma relação de causa e efeito); (2) os icônicos que são aqueles relacionados a imagens, esquemas e desenhos daquilo que significam; (3) os simbólicos que apresentam uma relação abstrata com aquilo que significam (por exemplo, os números e os signos lingüísticos).

Para Vygotsky o processo de internalização desses instrumentos e signos é que dinamizam as operações psicológicas do sujeito.

A tese de Vygotsky é que, se os instrumentos e signos são constructos humanos, a apropriação destas construções pelo sujeito, ocorre então pela interação social destes mesmos sujeitos.

Mortimer, na perspectiva histórico-cultural considera que,

O conhecimento é uma produção social que emerge da atividade humana (trabalho social, nos termos de Marx e Engels), a qual em contraposição à atividade própria do mundo animal, caracteriza-se por ser social, instrumental e transformadora do real. (MORTIMER, 2001, p. 38)

Para ele, o conhecimento é construído social, histórica e culturalmente se dinamizando neste contexto. A internalização desses signos depende do sujeito captar os significados que já foram compartilhados socialmente. Vygotsky salienta que a linguagem constitui o processo fundamental de socialização dos sistemas de signos que os sujeitos se apropriam.

Pensar o ensino da biologia levando em consideração as idéias de Vygotsky significa construir um currículo que considere que o desenvolvimento das funções superiores – consciência – emerge das relações que o indivíduo mantém em seu contexto social, e reconhecer que a linguagem desempenha um papel fundamental no conhecimento das coisas.

Um fato bem estabelecido e reconhecido hoje em dia é de que o aprendizado deve ser combinado de alguma maneira com o nível de desenvolvimento do aluno. Vygotsky chama atenção para atentarmos em descobrir as relações reais entre o processo de desenvolvimento e a capacidade de aprendizado do indivíduo, concebendo para isso a existência de uma *área* ou *zona de desenvolvimento proximal - ZPD*.

Para este autor, existe um nível de desenvolvimento em que o sujeito é capaz de movimentar-se, que corresponde aquela região em que o sujeito se

encontra (nível de desenvolvimento real) e uma região localizada logo acima, que foi definida por ele como *Zona de Desenvolvimento Proximal*.

Tunes (2000) assim define a ZPD,

A ZPD corresponde a região que se encontra entre o nível de real e o do potencial, níveis estes que se definem, respectivamente, pelo que se é capaz de fazer sozinho e com a ajuda de um outro. Institui-se, pois, este outro como um mediador, para o sujeito cujo desenvolvimento está em foco, das conquistas culturais da humanidade. (VYGOTSKY *apud* TUNES, 2000, p. 46)

Para Vigotsky o desafio do professor e/ou mediador está em determinar este nível de desenvolvimento que o sujeito se encontra e ao mesmo tempo trabalhar o conhecimento nessa região que é de desenvolvimento potencial.

O construtivismo, tal como tem sido focalizado pelos autores que tratam das questões do ensino e aprendizagem que estão sendo enfocados aqui, possuem diversas facetas a serem consideradas. Por exemplo, não se considera, de modo simplista, que o aluno é sozinho responsável pela construção de seu próprio conhecimento. Em se tratando de educação, considera-se a essencial mediação do professor, na organização de situações provocadoras, instigantes e desequilibradoras, a fim de que o estudante, usando os seus esquemas, possa crescer e desenvolver-se.

Considera-se que a aprendizagem ocorre de forma mais significativa quando ela ocorre com os outros, ou seja, a aprendizagem ocorre de forma mais eficaz no convívio dos alunos com os seus colegas.

A troca de informações entre alunos que possuem diferentes níveis de conhecimento, pode provocar modificações profundas nos esquemas que cada um utiliza para resolver os seus problemas.

Na escola essa mediação entre o conhecimento e o aluno pode ocorrer entre alunos que se encontrem em diferentes níveis de desenvolvimento ou então entre o professor e o aluno. Aquele que estiver no nível superior ao outro contribui para o desenvolvimento deste. Esse relacionamento pode gerar pontos de conflito, que servirão para o crescimento de ambos.

No caso da educação em ciência, é de grande importância que sejam considerados os conflitos cognitivos provocados pelo confronto das diversas teorias científicas para que o conhecimento possa se estabelecer de forma significativa. O papel do professor, neste sentido, é o de provocar situações em que as diversas modalidades de conhecimentos possam ser expressos no grupo e conduzir os alunos àqueles conhecimentos reconhecidos cientificamente. Considera-se que não serão todos os alunos que compartilharão desses conhecimentos, mesmo que todos sejam submetidos às mesmas situações.

Constata-se que vivendo em um mundo altamente tecnológico, cuja linguagem científica é valorizada e utilizada com grande frequência, muitos desses alunos ainda utilizarão o conhecimento cotidiano para responder as questões de seu dia a dia.

O conhecimento é construído pelo que se aprende através da interação com o meio (objetos, idéias etc.), num processo de assimilação, acomodação e equilíbrio frequentes.

Considera-se que todos somos construtores ativos de significados, quer tenhamos consciência disso ou não. A realidade existe, mas cada um de nós a interpreta segundo os seus esquemas próprios. Para a compreensão desta realidade, construímos e reconstruímos teorias sobre ela. Este processo de construção é dependente daquilo que já foi construído anteriormente pelo sujeito que aprende. É preciso considerar as aprendizagens prévias ou os conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva do sujeito a fim de que se possa ensiná-lo a partir destes. Não se constrói nada de novo, todo conhecimento

é assentado em conhecimentos anteriores já estabelecidos na estrutura cognitiva do sujeito.

Para Pozo (2002), no construtivismo o conhecimento é sempre uma interação entre a nova informação que nos é apresentada e o que já sabíamos, e aprender é construir modelos para interpretar a informação que recebemos. No entanto, ele ainda considera que,

não é só a existência desses conhecimentos prévios influenciando na aprendizagem o que define um modelo construtivista. É a própria natureza dos processos mediante os quais esses conhecimentos prévios mudam, a acomodação das estruturas de conhecimento à nova informação, em termos piagetianos. É a *construção dinâmica* do conhecimento, os processos mediante os quais o conhecimento muda. (*ibid.*, p. 48)

Essa nova organização da estrutura cognitiva requer um envolvimento ativo do sujeito aprendente, baseada na reflexão e na tomada de consciência deste sujeito. O ensino de biologia ainda está baseado na exposição de conceitos e teorias pelo professor, contrariando as concepções construtivistas, em que o sujeito atua de forma ativa na construção de seu próprio conhecimento.

A menos que estejamos falando de outro nível de desenvolvimento que não o da fase do desenvolvimento onde ocorre o predomínio da lógica formal (12 a 15 anos), o conhecimento necessita ser adquirido por interação do sujeito com o meio, devendo este meio ser entendido tanto no sentido físico, quanto das relações sociais.

Esta construção de conhecimentos inicia com o próprio indivíduo, através de suas experiências pessoais, indo ao extremo das relações sociais. Pois somente assim o sujeito poderá verificar se o seu conhecimento, é aquele partilhado pelo seu grupo social, confrontando, desconstruindo e de novo reconstruindo, até que possa ser aceito pelo grupo.

São designadas *concepções alternativas ou espontâneas*, as idéias desenvolvidas pelos indivíduos como estratégias para explicar o “como” e o “porquê” dos fenômenos. Elas ocorrem antes mesmo do aluno chegar à escola.

Essas concepções são apontadas como uma das variáveis mais significativas no ensino de ciências, situando-se no centro do problema da aprendizagem, uma vez que são de natureza eminentemente pessoal, sendo inicialmente simples e mais ou menos isoladas, mas que progressivamente, vão se tornando mais gerais e complexas. Essas concepções são resistentes à mudança, uma vez que são esquemas que apresentam certa coerência interna (SANTOS, 1998, p. 92) sendo significativas para o aluno. A resistência à mudanças, reside também no fato destes conhecimentos serem socialmente compartilhados e aceitos por uma certa comunidade.

Considera-se que a adoção do paradigma construtivista pela escola pode contribuir para favorecer a aprendizagem científica, uma vez que pode romper com a visão de que o conhecimento pode ser transmitido pura e simplesmente. Bastando ao professor recitar determinado conceito ou teoria para que os alunos o aprendam.

O paradigma construtivista advém de um posicionamento epistemológico. Entende-se por posicionamento epistemológico, uma tentativa de explicar a forma de como o conhecimento se origina e se modifica. Isso contrasta com as posições de professores que tratam o construtivismo como um método, posição pedagógica ou “modelo”. Estes posicionamentos são contrários à epistemologia, que teve sua origem nos escritos do estudioso sueco Jean Piaget.

As considerações acerca da construção do conhecimento para Piaget estão relacionadas ao processo de abstração empírica e reflexionante, realizadas pelo próprio sujeito, através de um constante processo de assimilação e acomodação.

Como afirmamos anteriormente, considera-se que o indivíduo cognoscitivo constrói o seu próprio conhecimento, essa constitui uma ação que inicia na solidão do indivíduo cognoscente. Piaget considera que as relações estabelecidas com outros sujeitos podem facilitar a construção do conhecimento. Essa construção é produto, então, da ação reflexionante do sujeito e das múltiplas ações do sujeito com o meio social ao qual ele está inserido. Considera-se que esta ação interna, é que determina a organização das estruturas cognitivas do sujeito cognoscente. (RODRIGO E ARNAY, 1997, p.16)

Considera-se, então, que os sujeitos são dotados de uma estrutura cognoscitiva organizada, e que a aprendizagem introduz modificações nesta organização. Contudo, há de se diferenciar a construção que o sujeito realiza do conhecimento, como processo interno, e aquelas condições que podem facilitar ou dificultar esta construção, como por exemplo a presença de concepções alternativas. Tratando-se de conhecimento científico, que é o nosso enfoque, este é um problema a se considerar.

Acredita-se que as idéias de Gérard Vergnaud, denominada de teoria dos campos conceituais, também podem ser referencial para o ensino. Uma vez que toma como referência, o próprio conteúdo de conhecimento e a análise conceitual do domínio desse conhecimento. (VERGNAUD *apud*. MOREIRA, 2002, p. 1)

Vergnaud desenvolveu a teoria dos campos conceituais, tendo por base as idéias de Piaget, principalmente a noção de esquema, e Vygotsky em relação ao processo de interação social, linguagem e simbolização, no progressivo domínio de um campo conceitual pelos alunos.

Para Vergnaud (*ibid.*) o conhecimento está organizado em campos conceituais, cujo domínio por parte do aluno, ocorre ao longo de um certo tempo, através da experiência, maturidade e aprendizagem. Em biologia: a reprodução

dos vegetais ou dos animais constituem exemplos de campos conceituais distintos.

Um campo conceitual é sobretudo, um conjunto de situações. Um conceito torna-se significativo através de uma variedade de situações, e uma situação sempre remete a muitos conceitos. (*ibid.*, p. 46)

Os conceitos mais importantes da teoria dos campos conceituais, são além do conceito de campo conceitual, os conceitos de esquema, situação, invariante operatório e a sua concepção de conceito.

No sentido do construtivismo aqui enfocado, as idéias de Piaget, Vygotsky, Vergnaud e Ausubel são relevantes porque contribuem de forma efetiva para a compreensão dos processos de ensino e de aprendizagem.

## **CAPÍTULO III**

### **A Teoria da Aprendizagem Significativa – TAS**

“Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie-se nisso os seus ensinamentos.”

David Ausubel (1980)

A idéia fundamental da teoria de Ausubel, é a de que a aprendizagem significativa é um processo em que as novas informações ou conhecimentos estejam relacionadas com um aspecto relevante, existente na estrutura de conhecimentos de cada indivíduo (NOVAK, 2000, p. 51).

Em sua teoria, Ausubel (1963, 1968, 1978, 1980) investiga e descreve o processo de cognição segundo uma perspectiva construtivista. Esta teoria ficou conhecida como teoria da aprendizagem verbal significativa, por privilegiar o papel da linguagem verbal. Foi o próprio psicólogo que optou por renomeá-la de Teoria da Aprendizagem Significativa - TAS.

O princípio norteador da teoria de Ausubel, baseia-se na idéia de que para que ocorra a aprendizagem, é necessário partir daquilo que o aluno já sabe. Ausubel preconiza que os professores/educadores devem criar situações

didáticas com a finalidade de descobrir esses conhecimentos. Estes conhecimentos foram designados por ele mesmo como “conhecimentos prévios”.

Os conhecimentos prévios seriam os suportes em que o novo conhecimento se apoiaria. A este processo ele próprio designou de “ancoragem”. Esta idéia foi expressa pelo pesquisador na seguinte frase “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigúe isso e ensine-o de acordo”. (AUSUBEL, 1980)

Esta teoria procura elucidar os mecanismos internos que ocorrem na estrutura cognitiva humana em relação ao processo de aprendizagem. Embora já tenha sido classificada como uma teoria “condutivista”, a TAS focaliza e entende a aprendizagem de modo cognitivista e procura explicar também como os conhecimentos estão estruturados na mente humana.<sup>6</sup>

O foco principal de suas pesquisas foi a aprendizagem escolar, por este motivo acreditamos que as suas idéias sobre a aprendizagem podem contribuir para melhorar o processo de ensino-aprendizagem escolar. Ausubel propõe, portanto, uma teoria que enfatiza a aprendizagem que ocorre na escola.

Sua teoria baseia-se na premissa de que a mente humana possui uma estrutura organizada e hierarquizada de conhecimentos. Essa estrutura é continuamente diferenciada pela assimilação de novos conceitos, proposições e idéias. A TAS por enfatizar e preocupar-se essencialmente com os conceitos, com os conteúdos acadêmicos, com os aspectos cognitivos da aprendizagem, enfim, tem sido vista como intelectualista e criticada por não valorizar as outras dimensões da aprendizagem.

Coube a Novak (1978, 1980, 1983, 1998) desenvolver, refinar e divulgar os pressupostos da TAS e acrescentar os aspectos que são de domínio afetivo, dando um caráter mais humanista à teoria Ausubel, ao considerar que “a

---

<sup>6</sup> Considera-se aqui a mente humana como sua estrutura cognitiva.

*aprendizagem significativa subjaz à integração construtiva entre, pensamento, sentimento e ação que conduz ao engrandecimento humano". (ibid., 1998, p. 15)*

Para ele, as atitudes e sentimentos positivos em relação à experiência educativa têm suas raízes na aprendizagem significativa e, por sua vez, a facilitam.

A aprendizagem significativa caracteriza-se pela interação de uma informação a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do sujeito, não a qualquer aspecto. Uma informação é aprendida de forma significativa, quando se relaciona a outras idéias, conceitos ou proposições *relevantes e inclusivos* que estejam claros e disponíveis na mente do indivíduo e funcionem como âncoras.

A proposição de uma hierarquia na organização cognitiva do indivíduo é de suma importância, quando se trata da aprendizagem de conceitos científicos. Uma vez que o conhecimento científico é constituído por uma rede de conceitos e proposições, formando uma verdadeira teia de relações.

Quando uma informação não é aprendida de forma significativa ela é aprendida de forma mecânica. Ao contrário da aprendizagem significativa, na aprendizagem mecânica as informações são aprendidas praticamente sem interagir com informações relevantes presentes na estrutura cognitiva. A nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal.

No entanto, Ausubel não vê oposição entre a aprendizagem mecânica e a significativa, mas as vê como um *continuum*. Segundo Ausubel, a aprendizagem mecânica é inevitável no caso de conceitos inteiramente novos para o aluno, mas posteriormente ela passará a se transformar em significativa.

Por exemplo, ao se apresentar ao aluno o conceito de célula "*unidade morfológica e fisiológica de todos os seres vivos*" este só terá sentido, à medida que ele for relacionado com alguma idéia relevante, que esteja clara e organizada

na sua estrutura cognitiva, caso contrário, a princípio será armazenada de forma mecânica.

O conhecimento anterior sobre a morfologia básica e a fisiologia da célula, facilitará a construção do conceito “*célula*”. Uma vez que pode funcionar como ancoradouro aos novos conceitos.

Somente no decorrer do tempo, com a aquisição das “idéias âncoras” é o conceito passará a ter significado para o aluno. Objetivando acelerar este processo, Ausubel sugere a manipulação da estrutura cognitiva do aluno através do uso de organizadores prévios. O conceito e relevância desses instrumentos serão tratados no decorrer deste capítulo.

Novak (1980, p. 61) salienta que a aprendizagem significativa apresenta quatro grandes vantagens sobre a aprendizagem por memorização ou mecânica:

1° - Os conhecimentos adquiridos significativamente ficam retidos por um período maior de tempo;

2° - As informações assimiladas resultam num aumento da diferenciação das idéias que serviram de “âncoras”, aumentando assim, a capacidade de uma maior facilitação da subsequente aprendizagem de materiais relacionados;

3° - As informações que não são recordadas (são esquecidas) após ter ocorrido a assimilação ainda deixam um efeito residual no conceito assimilado e, na verdade em todo o quadro de conceitos relacionados.

4° - As informações apreendidas significativamente podem ser aplicadas numa enorme variedade de novos problemas e contextos.

Muitas vezes, no ensino da biologia, aos estudantes são exigidos que aprendam uma gama de conceitos, que não lhe são familiares, sem que antes tenham adquirido um corpo adequado de subordinadores relevantes num nível adequado de inclusividade.

Muitas vezes, os alunos possuem essas idéias de base mas, elas não estão ativadas. Caberia então ao professor descobrir esses conhecimentos prévios, ativá-los e a partir disso ensinar o novo tema.

Ausubel chama as idéias que proporcionam ancoragem de subordinadores, integradores ou *subsunçores*.

Para Moreira (1999) o “*subsunçor*” constitui, um conceito, uma idéia ou uma proposição, já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de “ancoradouro” a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o sujeito.

Novak (2000) destaca que,

No decurso da aprendizagem significativa, as novas informações são ligadas aos conceitos na estrutura cognitiva. Normalmente esta ligação ocorre quando se ligam conceitos, mais específicos e menos inclusivos, a outros mais gerais, existentes na estrutura cognitiva. [...] A justificação para se adicionar estes termos reside no papel fundamental que os subsunçores desempenham na aquisição de novas informações. [...] o papel de um conceito integrador na aprendizagem significativa é interativo, facilitando a passagem de informações relevantes, através das barreiras perceptivas e fornecendo uma base para a ligação entre as informações recentemente aprendidas e os conhecimentos anteriormente adquiridos. (*ibid.*, p. 59)

Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa pode ocorrer por recepção ou por descoberta. Na aprendizagem receptiva, a informação é apresentada ao aluno em sua forma final, já na aprendizagem por descoberta, o conteúdo a ser aprendido necessita ser descoberto pelo aluno.

A aprendizagem por descoberta, pressupõe que o próprio indivíduo descubra o conhecimento dependendo de seus próprios recursos, Ausubel

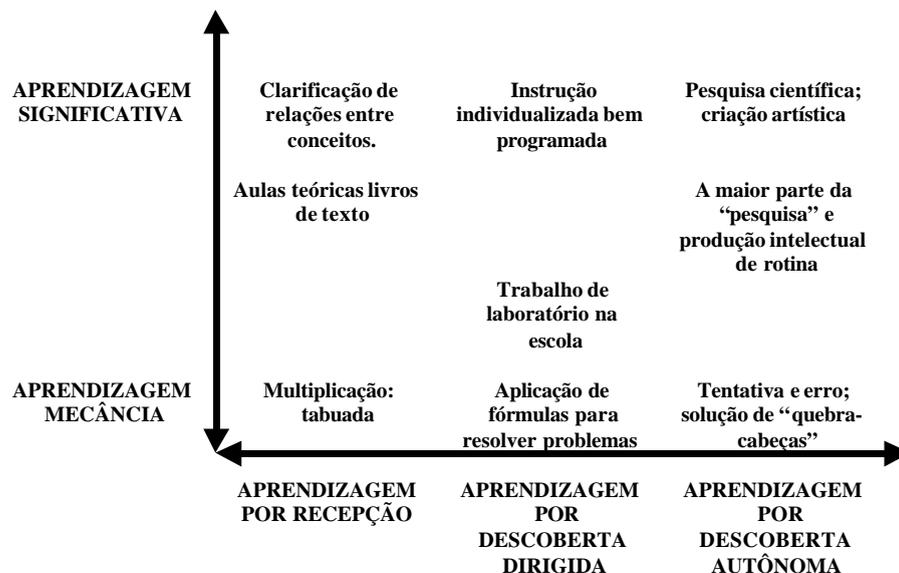
considera que a relação custo benefício desse tipo de empreendimento é pouco considerável. Para Ausubel,

A abordagem da descoberta não oferece vantagens flagrantes exceto no caso muito limitado de uma tarefa de aprendizagem mais difícil, quando o aprendiz ou está no estágio concreto do desenvolvimento cognitivo, ou, se geralmente no estágio abstrato, ele carece de uma sofisticação mínima num campo determinado de conhecimentos. (*ibid.*, p. 448),

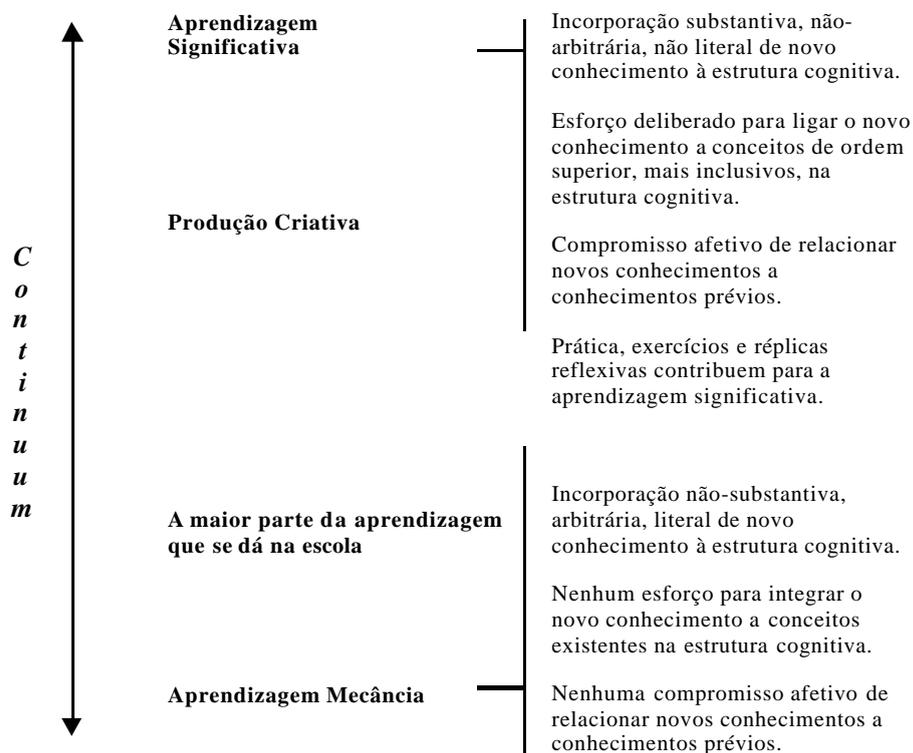
Ele destaca ainda que se o aluno tivesse que descobrir o conhecimento o tempo todo, não haveria tempo suficiente para isso no decorrer de sua vida escolar e haveria um alto custo na implementação de situações para que isso ocorresse. No entanto, em alguns momentos é possível recorrer a este tipo de aprendizagem como apoio didático para determinadas aprendizagens.

A aprendizagem por descoberta ou por recepção, pode ou não ser significativa. Moreira ( *ibid.*, p. 17) destaca que pode ocorrer uma superposição entre os conteúdos aprendidos por recepção e por descoberta, uma vez que aqueles aprendidos por recepção são utilizados na descoberta de soluções de problemas.

Ausubel considera que as aprendizagens por recepção e por descoberta, situam-se ao longo de um *contínuum* de aprendizagens significativa e mecânica. Isso pode ser observado nas figuras 1 e 2.



**Figura 1** – Aprendizagem por recepção e por descoberta estão num *continuum* distinto entre aprendizagem mecânica e significativa. Quer o ensino se dê por recepção ou por descoberta, ambos podem levar a aprendizagem mecânica ou significativa. (Joseph D. Novak, Aprender criar e utilizar o conhecimento, 1998).



**Figura 2** – O *continuum* aprendizagem mecânica- aprendizagem significativa. (Joseph D. Novak, Aprender criar e utilizar o conhecimento, 1998)

Na Figura 1 são apresentadas as formas típicas de aprendizagem por recepção e por descoberta. Nota-se, por exemplo, que no caso das aulas teóricas (muito difundida na sala de aula) que elas situam-se num ponto intermediário do contínuo entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa.

Nesse sentido, é que Ausubel não vê uma relação direta entre a aprendizagem por recepção e mecânica, ou seja, para ele a aula expositiva não gera necessariamente uma aprendizagem mecânica, assim como a aprendizagem por descoberta gerará sempre aprendizagem significativa. Existe, no entanto, diversas formas de combinação desses elementos, de tal forma que podemos ter aprendizagem por recepção (aula expositiva) e aprendizagem significativa. A mesma coisa acontece em relação à aprendizagem por descoberta (aprendizagem dirigida, induzida por problemas) que pode gerar aprendizagem mecânica se se restringir apenas a aplicação de fórmulas.

Para ele, o máximo da aprendizagem significativa seria aquela que se situa no extremo dos dois contínuos, ou seja aquela que resulta por exemplo da pesquisa científica, que advém da combinação entre aprendizagem por descoberta autônoma e aprendizagem significativa.

Ausubel lembra que a escola ainda hoje privilegia as aulas expositivas, apesar de todas as críticas a elas endereçadas. Entretanto, ele não descarta a possibilidade de ocorrência de aprendizagem significativa dentro desta perspectiva, desde que sejam obedecidos alguns pressupostos como por exemplo, a identificação de conhecimentos relevantes que sirvam de “âncoras” à nova aprendizagem, na mente do aluno.

Para Ausubel, a aprendizagem receptiva-significativa é importante para a educação porque é o mecanismo humano por excelência de aquisição e armazenamento de uma vasta quantidade de idéias e informações representadas por algum campo de conhecimento. (*ibid*, p. 33)

Ausubel (*ibid*, p. 35), ainda considera que a aprendizagem receptiva significativa é um processo ativo, mas requer uma análise dos conhecimentos prévios existentes, a fim de avaliar (1) quais são os aspectos da estrutura cognitiva do sujeito que são os mais relevantes para que o novo material – potencialmente significativo – possa interagir; (2) algum grau de harmonia entre as idéias existentes na estrutura cognitiva – ou seja a apreensão de idéias de mesma natureza ou que apresentem diferenças, e resolução de problemas, onde haja contradições reais ou aparentes entre aqueles conceitos e proposições novas e as já estabelecidas; (3) a diferenciação do material aprendido em termos da experiência pessoal de cada indivíduo.

Trata-se de proporcionar ao aluno situações que sejam potencialmente problemáticas e desequilibradoras, mas que esteja dentro das possibilidades de resolução do aluno.

Ausubel considera que a medida em que a aprendizagem significativa ocorre, mais e mais aparecem conceitos integradores. Este aperfeiçoamento dos significados conceituais ocorre melhor, quando se introduzem primeiro os conceitos mais gerais e inclusivos e depois se diferenciam, progressivamente, estes conceitos em termos de pormenores e especificidades (NOVAK, 2000, p. 63).

Acredita-se que é através da aprendizagem significativa que as novas idéias aprendidas ficarão por mais tempo disponíveis na estrutura cognitiva do aluno. Sem receio de ser redundante, aprender de forma significativa, nada mais é do que aprender com sentido, ou com significado, este tipo de aprendizagem permite a evocação das idéias aprendidas quando elas se fizerem necessárias, devido ao fato de serem mais estáveis e disponíveis na mente do sujeito.

Para Ausubel, é no decurso da aprendizagem significativa que o significado lógico do material apresentado ao sujeito, passa a ter significado psicológico. O significado psicológico tem a característica de idiosincrasia, uma

vez que é próprio de cada sujeito aprendente. O significado que o sujeito dá ao material aprendido tem a *marca* do próprio sujeito. Não basta que o material a ser apresentado ao sujeito seja significativo (a maioria dos materiais escolares o são), mas é necessário que o sujeito tenha os “subsunçores” necessários para “pendurar” os novos conceitos aprendidos.

Muito embora, a aprendizagem seja idiossincrática, numa determinada cultura, os diferentes membros compartilham muitos conceitos e proposições que são similares, permitindo a compreensão e comunicação interpessoal. Assim, existem muitos conhecimentos que são compartilhados pelo grupo social.

### **1. As condições básicas para que ocorra a aprendizagem significativa, segundo David Paul Ausubel**

- **Não-arbitrariedade do material** - Entende-se por *não-arbitrariedade* quando o material *potencialmente significativo* apresentado ao sujeito, se relaciona de forma não-arbitrária com as idéias pré-existentes em sua estrutura cognitiva. O material é dito *potencialmente significativo* quando, este apresenta a propriedade de ser relacionável com a estrutura cognitiva pré-estabelecida do sujeito. Esta relação não ocorre com qualquer idéia, mas com as idéias relevantes existentes. Esses novos conhecimentos aprendidos “ancoram-se” em conhecimentos anteriores ditos “subsunçores”. Ausubel considera ainda que o material é *potencialmente significativo*, quando este se encontra dentro da capacidade humana de aprender.
  
- **Substantividade** - Esta condição pressupõe que ao se aprender de forma significativa, retêm-se a *substância* das novas idéias, não as palavras precisas usadas para sua expressão. Desta forma, o mesmo conceito ou proposição pode ser expresso de diferentes maneiras, mediante distintos símbolos ou grupos de símbolos, que são equivalentes em termos de significados.

- **Disponibilidade do sujeito para a aprendizagem significativa** - Outra condição *sine qua non* para que a aprendizagem significativa ocorra, é a predisposição favorável do sujeito para isso. A expressão “*predisposição favorável do sujeito*” indica que é relevante o que o sujeito sente. Neste sentido, as contribuições de Novak & Hanesian (1980) à teoria da aprendizagem significativa, conferem a ela uma visão mais humanista. Novak (*ibid*, p. 19), de certa forma amplia a teoria ao defender que o sujeito *pensa, sente e age e que as experiências de aprendizagem potencialmente significativas são aquelas que o levam a um engrandecimento pessoal, proporcionando ao mesmo tempo um certo domínio conceitual que lhe permita o uso eficiente na solução de problemas reais, do dia a dia.* (NOVAK, 1980, p. 19)

Entre o educador e o educando, entre aquele que quer ensinar e aquele que se predispõe a aprender se estabelece uma via de mão-dupla. Segundo Moreira (1999, p. 35), qualquer evento educativo é, de acordo com Novak, uma ação para trocar significados (pensar) e sentimentos entre o aprendiz e o professor. Novak (*ibid*, p.13) identifica os elementos envolvidos no processo ensino-aprendizagem como sendo: *o aprendiz, o professor, o conhecimento, o contexto e a avaliação.* Este último elemento não aparecia originalmente na teoria da aprendizagem significativa e Novak foi o primeiro a introduzir a avaliação como um dos elementos do processo ensino-aprendizagem.

Ao ensinar o professor apresenta aos seus alunos os significados que são aceitos por um grupo de pessoas (no caso os cientistas) num determinado período da história humana e que constituem os conhecimentos reconhecidos como válidos num determinado contexto.

A fim de que o professor saiba que aquilo que o aluno aprendeu seja aquele conhecimento que por ora é aceito pela comunidade científica, é que é

pedido ao aluno exteriorizar aquilo que aprendeu. Esta constitui a avaliação de conhecimento.

O conhecimento aprendido de forma significativa tem a propriedade de ser utilizado em diversos contextos. Não são exteriorizados de forma literal como foram aprendidos.

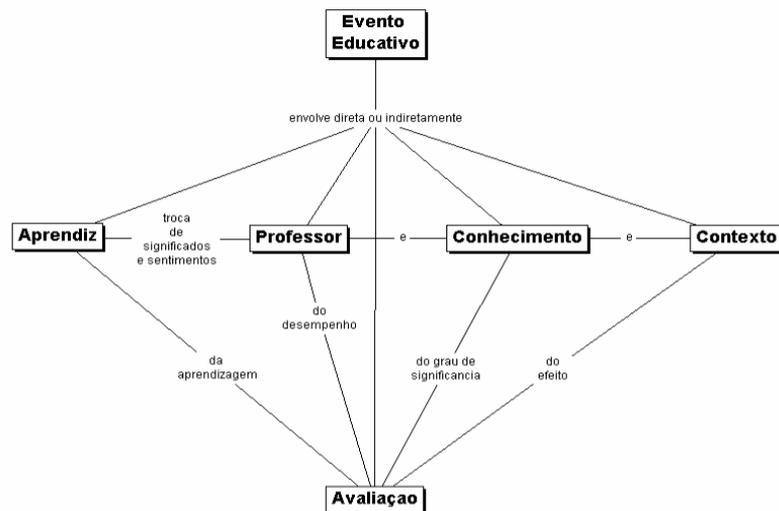
Com a finalidade de situar o leitor na TAS a seguir estão listados o princípios norteadores da teoria de Novak, segundo Moreira. Para este autor, a teoria da aprendizagem significativa deveria ser conhecida como a teoria Ausubel & Novak.

1. Todo evento educativo envolve cinco elementos: aprendiz, professor, conhecimentos, contexto e avaliação.
2. Pensamentos, sentimentos e ações estão interligados, positiva ou negativamente.
3. A aprendizagem significativa requer: a) disposição para aprender, b) material potencialmente significativos c) algum conhecimento relevante.
4. Atitudes e sentimentos positivos em relação à experiência educativa têm suas raízes na aprendizagem significativa e, por sua vez, a facilitam.
5. o conhecimento humano é construído; a aprendizagem significativa subjaz a essa construção.
6. o conhecimento prévio do aprendiz tem grande influência sobre a aprendizagem significativa de novos conhecimentos.
7. Significados são contextuais; aprendizagem significativa não implica em aquisição de significados corretos.
8. Conhecimentos adquiridos por aprendizagem significativa são muito resistentes a mudanças.
9. Ensino deve ser planejado de modo a facilitar a aprendizagem significativa e a ensejar experiências afetivas positivas.
10. A avaliação da aprendizagem deve procurar evidências de aprendizagem significativa.
11. Ensino, o currículo e contexto também devem ser avaliados.

12. Mapas conceituais podem ser representações válidas da estrutura conceitual/proposicional de conhecimento de um indivíduo; podem ser instrumentos de meta-aprendizagem.
13. Vê epistemológico<sup>7</sup> pode ser útil para compreender a estrutura do conhecimento; pode ser instrumento de metaconhecimento.
14. Mapas conceituais e diagramas Vê podem ser instrumentos efetivos de avaliação da aprendizagem. (*ibid*, p. 41)

---

<sup>7</sup> O presente trabalho não objetivou o uso deste recurso, Segundo Moreira (1990, p.7) Gowin propôs esse “V” como um instrumento heurístico para análise da estrutura do processo de produção de conhecimento, ou para identificar sistematicamente conhecimentos documentados sob a forma de artigos de pesquisa, livros, ensaios, a fim de tornar esses conhecimentos adequados para propósitos instrucionais.



**Figura 3** – Mapa conceitual (modificado) com os cinco elementos de Novak. (Joseph Novak, 1998)

## 2. Tipos de aprendizagem significativa.

Segundo Ausubel (*ibid*, p. 39-0), os seres humanos são capazes de aprender de forma significativa, relacionando conceitos, idéias e proposições à idéias claras e disponíveis na estrutura cognitiva. Para ele, essas novas idéias são “subsumidas” modificando por sua vez as idéias que deram suporte ou funcionaram como “âncora”.

Através desse processo, novos subsunçores, com capacidade de ancoragem para novas idéias, vão se desenvolvendo. Esse tipo de aprendizagem, como já foi visto anteriormente tem como característica básica a possibilidade de

ser evocada com maior facilidade pelo indivíduo, sendo, portanto, mais duradoura.

Para Ausubel (*ibid*, p. 39) , há três tipos de aprendizagem significativa: *a aprendizagem representacional, a aprendizagem conceitual e a aprendizagem proposicional.*

#### **a) A aprendizagem representacional**

Refere-se ao significado de palavras e símbolos unitários. Este tipo de aprendizagem constitui o tipo básico de aprendizagem da espécie humana. O indivíduo relaciona o objeto ao símbolo que o representa. Esses símbolos são convencionais e permitem ao indivíduo conhecer e organizar o mundo exterior e interior. Neste caso nomear, classificar e definir funções, constitui exemplos de aprendizagem representacional. Ausubel considera que este tipo de aprendizagem é a que mais se aproxima da aprendizagem mecânica ou automática.

#### **b) A aprendizagem conceitual**

Para Ausubel, os conceitos representam unidades genéricas ou idéias categóricas e são representados por símbolos particulares. A aprendizagem representacional é o ponto de partida para a aprendizagem conceitual, e pode-se afirmar que esses dois tipos de aprendizagem são interdependentes. Os conceitos representam regularidades em eventos, situações ou propriedades e possuem atributos essenciais comuns que são designados por algum signo ou símbolo.

Cabe ressaltar que o sujeito pode aprender o símbolo do conceito antes do conceito propriamente dito, ou então o contrário. Aprende-se por exemplo o conceito de “bola” e associa-se ao seu objeto, como se pode também aprender o conceito de “planta” ou “animal” e a regularidade observada em vários animais que se conhece.

Para que não se confunda, a aprendizagem conceitual é um tipo complexo de aprendizagem representacional. Ela pode ser significativa a partir do momento que for substantiva e não-arbitrária ao contrário quando é apenas nominalista ou simplesmente representacional de um determinado objeto.

### **c) A aprendizagem proposicional**

Refere-se aos significados expressos por grupos de palavras combinadas em proposições ou sentenças. Ausubel destaca que, ao se aprender o significado de uma proposição verbal, por exemplo, aprendemos primeiramente o significado de cada um dos termos componentes. Este tipo de aprendizagem pode atingir formas mais complexas de aprendizagem significativa. Neste caso a tarefa é aprender o significado que está além da soma dos significados das palavras e conceitos que compõem a proposição.

Ausubel considera que a aprendizagem significativa proposicional é mais complexa do que as aprendizagens representacional e conceitual, no sentido de que as representações e conceitos podem constituir os subsunçores para a formação de proposições.

Uma proposição potencialmente significativa para o sujeito, expressa verbalmente por uma sentença, contendo tanto os significados denotativos, quanto os conotativos dos conceitos envolvidos, interage com idéias relevantes, estabelecidas na estrutura cognitiva e, dessa interação, surgem os significados da nova proposição.

### **3. Organizador Prévio (OP) e o princípio de diferenciação progressiva.**

Ausubel (*ibid.*, p. 71 ), propôs o uso de instrumentos que ele mesmo denominou de *organizadores prévios ou antecipatórios*, quando o sujeito não dispõe de “subsunçores” que ancoram novas aprendizagens, ou quando for constatado que os subsunçores existentes em sua estrutura cognitiva, não são suficientemente claros e estáveis para desempenhar as funções de ancoragem do

novo conhecimento. Esses instrumentos também podem servir como ativadores de subsunçores que não estavam sendo usados pelo indivíduo, mas que estão presentes na estrutura cognitiva.

O OP constitui um instrumento (textos, trechos de filmes, esquemas, desenhos, fotos, pequenas frases afirmativas, perguntas, apresentações em computador, mapas conceituais etc.) que é apresentado ao aluno em primeiro lugar, num nível de maior abrangência, que permita a integração dos novos conceitos aprendidos. Um organizador prévio prescinde de nível de inclusividade e abrangência sobre o conteúdo que será posteriormente apresentado.

A principal função do OP é preencher o espaço entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer. Ausubel (*ibid*, p. 144) propõe a manipulação deliberada da estrutura cognitiva do sujeito através do uso de *organizadores prévios* com a finalidade de prover idéias de esteio ou subsunçores, de modo a favorecer a aprendizagem significativa.

Os organizadores prévios podem constituir importantes instrumentos de contextualização sócio-cultural, uma vez que criam referentes ao conteúdo.

Ausubel considera que as funções básicas de um OP são:

- (1) Oferecer uma armação ideativa para a incorporação estável e retenção do material mais detalhado e diferenciado que se segue no texto a aprender ou na exposição a acompanhar;
- (2) Aumentar a discriminabilidade entre este último material e idéias similares ou ostensivamente conflitantes na estrutura cognitiva;
- (3) Tornar evidentes as idéias que porventura já existam na estrutura cognitiva e que possam servir de esteio às novas aprendizagens, potencializando assim a capacidade de aprendizagem do sujeito. (*ibid*, p. 144)

O princípio da *diferenciação progressiva* citado anteriormente, prevê a apresentação das idéias mais gerais ao aluno em primeiro lugar, para depois

serem progressivamente diferenciadas em termos de detalhes e especificidade. Essa idéia constitui o princípio básico relativa ao funcionamento de um organizador prévio.

Moreira (1982, p. 42) evidencia que um OP deve apresentar não só a possibilidade de *diferenciação progressiva* como também a *reconciliação integradora*, princípio que se leva em conta quando se explora explicitamente as relações entre idéias, proposições e conceitos, apontando similaridades e diferenças significantes e reconciliando inconsistências reais e aparentes.

A vantagem do uso de um organizador prévio é que o aluno pode se aproveitar de uma visão geral do conteúdo, antes que se possa dissecá-lo em seus elementos constitutivos. Ausubel considera que os organizadores poderiam facilitar a aprendizagem factual, mais que de materiais abstratos, que segundo ele, já conteriam seus próprios organizadores. Destaca-se dois tipos principais de organizadores prévios: o *expositivo* e o *comparativo*.

Essas duas classes de organizadores contemplariam os dois principais aspectos relacionados á aprendizagem escolar, a aprendizagem que decorre da relação tradicional professor/aluno mediada pela linguagem, e a aquela que privilegia um importante aspecto da aprendizagem humana que é a aprendizagem através da comparação.

### **3.1. Organizadores expositivos**

O organizador expositivo deve ser utilizado quando o aluno não dispõe de idéias relevantes sobre um tópico específico, ou seja, quando o aluno está aprendendo um novo assunto.

Ausubel (*ibid*, p. 144) propõe o uso de um organizador do tipo “expositivo” quando tratar-se de um tema desconhecido para os alunos. Esses organizadores teriam uma relação de superordenação com o novo conhecimento

a ser aprendido. É o caso por exemplo de um texto jornalístico que serviria como “introdução” ao tema. Este texto seria apresentado num nível maior de abrangência. A vantagem do uso de um OP é que o aprendiz pode ser favorecido por uma visão geral do conteúdo, antes do detalhamento dos seus elementos constitutivos.

Quando o aluno está estudando o processo de divisão celular, por exemplo, os conceitos relativos a teoria celular e a morfofisiologia da célula devem estar disponíveis e evidenciados naquele momento. Caso isso não ocorra, o professor pode, por exemplo, recorrer a um texto onde o assunto seja tratado de modo mais abrangente, permitindo com isso a inclusividade das novas idéias sobre a divisão da célula que ocorrerá por subordinação. Esse texto poderia versar sobre a relação da divisão celular e o crescimento dos seres pluricelulares, bem como a diferenciação da célula a partir de células-tronco presente no embrião. Desta maneira, os organizadores prévios teriam a função de prover um arcabouço de conhecimentos para sustentar a nova aprendizagem, servindo como elementos de contextualização.

### **3.2. Organizadores comparativos**

Caso o conteúdo seja familiar ao aluno, o uso de organizadores “comparativos”, podem ser eficientes no propósito de integrar os novos conceitos ou proposições com os conceitos similares presentes na mente do sujeito, ou então poderão aumentar a discriminabilidade entre as idéias novas e as existentes, que são essencialmente diferentes mas que podem causar alguma confusão.

Esses OP serão utilizados quando o aluno dispõe de idéias claras e disponíveis sobre o assunto a ser tratado, neste sentido o organizador prévio tem a função de ressaltar as semelhanças e diferenças que existem entre o conteúdo a ser aprendido e aquele que está disponível na mente do aluno.

Os organizadores prévios funcionam como agentes facilitadores da aprendizagem, criando uma “ponte cognitiva” entre o que o aluno já sabe, com aquilo que ele precisa saber.

Segundo os princípios ausubelianos, os OP devem situar-se num nível mais elevado de abstração e generalidade da matéria de ensino, de modo a permitir o maior grau possível de inclusividade, e deve ser apresentado *antes* do conteúdo propriamente dito. Desse modo esses instrumentos são denominados pelo próprio Ausubel também como *organizadores antecipatórios*.

A escolha de um organizador prévio requer um *feeling* por parte do professor de modo que apresentem as seguintes características:

- a) que estejam em um nível compatível ao desenvolvimento do grupo;
- b) que apresentem um nível de abrangência de conhecimentos que sirva de arcabouço (contexto) ao conteúdo que será aprendido;
- c) que o assunto apresentado tenha relação com algum conhecimento já presente na estrutura cognitiva do aluno ou que ele tenha contato através dos inúmeros meios de comunicação de massa;
- d) que o modo de apresentação seja o mais organizado e claro possível.

#### **4. Como se dá a aprendizagem significativa**

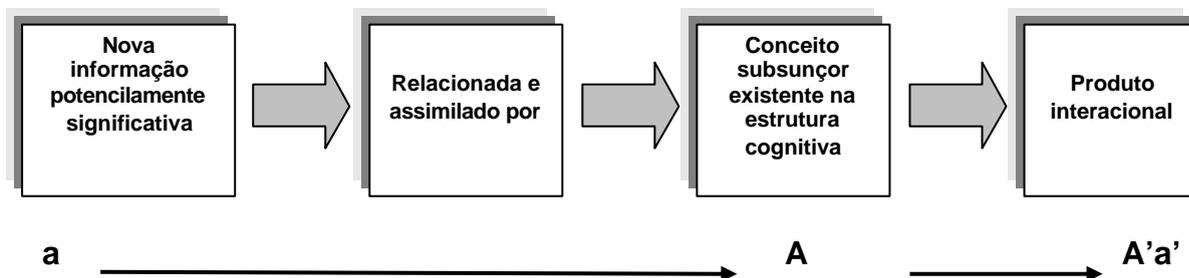
Segundo Ausubel, dependendo da natureza do material a ser aprendido e da estrutura cognitiva do aprendiz, a aprendizagem pode se dar por subordinação correlativa ou derivativa, superordenada ou combinatória (*ibid*, p.141).

#### **5. O Processo de Assimilação e a Aprendizagem Subordinativa**

No processo de subordinação, a assimilação se dá quando uma idéia, conceito ou proposição que sejam potencialmente significativas, são assimiladas por um subsunçor mais inclusivo existente na estrutura cognitiva do sujeito, como um exemplo, extensão, elaboração ou qualificação do mesmo (MOREIRA, 1999, p. 24-5).

Para Ausubel, portanto, as proposições podem ser aprendidas e retidas por mais tempo, além disso, uma vez que a organização hierárquica da estrutura cognitiva é, por si só, ilustrativa do princípio subordinativo, parece razoável supor que o modo subordinativo da aprendizagem significativa deve ser utilizado sempre que possível.

Neste sentido é lícito supor que na aprendizagem escolar seja enfatizado a aprendizagem subordinativa tendo em vista a aprendizagem significativa. No processo de aprendizagem por subordinação a nova idéia, conceito ou proposição, ao ser assimilada, modifica também a idéia de esteio já existente, como ilustra o esquema abaixo<sup>8</sup>.



O produto interacional  $A'a'$  é dinâmico podendo sofrer modificações no decorrer do tempo. Ausubel considera que por algum tempo, o produto interacional  $A'a'$  é passível de dissociação em  $A'$  e  $a'$ , favorecendo assim a retenção de  $a'$ . No entanto, no decorrer do tempo as novas idéias tendem a ser esquecidas, sendo assimiladas pelos subsunçores. Ele denominou *obliteração* a esse processo em que a nova idéia torna-se menos dissociável na estrutura cognitiva, até que não seja mais possível evocá-las de modo isolado. Essas idéias

---

<sup>8</sup> O esquema refere-se ao processo de assimilação. Modificado a partir do esquema proposto por Moreira (1999, p. 24).

são, portanto, assimiladas e reduzidas com o passar do tempo. O processo é complexo, visto que a nova informação também pode relacionar-se com outros subsunçores. Após a fase de obliteração, A'a' reduz-se a A' e isto caracterizaria o esquecimento. A idéia representada por a dificilmente poderá ser evocada da mesma maneira que foi assimilada.

A aprendizagem subordinada pode ocorrer de duas maneiras: por *derivação* e por *correlação*. Pela aprendizagem derivativa o novo material é assimilado como um exemplo específico de um conceito previamente estabelecido na mente do sujeito, ou então de alguma maneira, ilustra uma proposição mais geral. Neste caso, o novo material tende a sofrer os efeitos da obliteração.

Quando o conceito básico de mamífero está disponível e claro na estrutura cognitiva do aluno, fica mais fácil apreender por derivação que baleia e morcego também pertencem ao mesmo grupo. É mais fácil aprender por derivação, desde que o conceito subsunçor esteja claro, disponível e estável na estrutura cognitiva do sujeito. No entanto, torna-se também mais fácil o esquecimento do novo material, subsumido pela estrutura cognitiva que tende a reduzir-se a um menor denominador.

O processo usual de aprendizagem de novos conceitos se dá através aprendizagem correlativa, que é quando uma nova idéia é um exemplo que contribui para aumentar o significado de uma idéia mais ampla que já se sabe.

Por exemplo, ao se aprender o conceito mamífero, como aquele animal que possui glândulas mamíferas, pêlos, homeotérmico etc. fica mais fácil acrescentar a idéia de que baleias e morcegos também pertencem ao mesmo grupo.

### **5.1. Aprendizagem Superordenada**

Conforme a teoria da aprendizagem significativa, para Ausubel (*ibid.*, p. 49), uma nova aprendizagem apresenta uma relação superordenada para a estrutura cognitiva do sujeito, quando se aprende uma nova proposição inclusiva (mais geral) que organizará o surgimento de várias outras idéias. Ausubel destaca que a aquisição de significado superordenado ocorre mais comumente na aprendizagem conceitual do que na proposicional. Um exemplo é quando o aluno aprende os conceitos de cão, gato, leão, baleia, e morcego e percebe que eles podem ser agrupados sob um termo novo, “mamíferos”.

## **5.2. Aprendizagem combinatória**

Diferente do que ocorre na aprendizagem subordinada e na aprendizagem superordenada, no caso da aprendizagem combinatória as proposições não são relacionáveis a idéias relevantes particulares de uma estrutura ideacional. Neste sentido, pelo menos inicialmente, são mais difíceis de serem aprendidas e evocadas pelo sujeito.

Ausubel (*ibid*, p. 50-1) destaca que a maioria das generalizações que os alunos aprendem em ciências, matemática e ciências humanas constitui exemplos de aprendizado combinatório. Destacamos aqui a relação entre estrutura genética e variabilidade e genótipo *versus* fenótipo.

Embora seja adquirida com maior esforço pelo aluno, esse tipo de aprendizagem pode ter a mesma estabilidade das aprendizagens subordinativa e superordenada.

## **6. Os Mapas Conceituais - MC**

A técnica de mapeamento conceitual foi desenvolvida pelo Prof. Joseph D. Novak na Universidade de Cornell em 1960. Novak fundamentou seu trabalho com mapas conceituais na teoria da aprendizagem significativa de David

Ausubel. Para Novak, a aprendizagem significativa envolve a assimilação de novos conceitos e proposição em estruturas cognitivas existentes.

A utilização desse instrumento favorece a aprendizagem significativa, na medida em que enfatiza o sentido de unidade, articulação, subordinação e hierarquização dos conhecimentos sobre determinado tema, possibilitando, assim, a visão integrada e compreensiva dos diversos saberes disciplinares, bem como as suas inter-relações.

A construção de mapas conceituais valoriza, sobremaneira o processo de construção e reestruturação do conhecimento pelo próprio sujeito. Este instrumento encontra-se no grupo de propostas de cunho construtivista, visto que favorece, a atividade do aluno na elaboração e integração de seus conhecimentos.

Dependendo da maneira como este instrumento é utilizado, ele pode favorecer a relação professor-aluno e a relação aluno-aluno, uma vez que para sua construção é necessário que o conhecimento seja partilhado. A utilização de mapas conceituais no processo ensino-aprendizagem visa fundir de forma mutualística o modelo didático proposto pelo sócio-construtivismo, uma vez que favorece a troca de conhecimentos pelo grupo e o construtivista-cognitivo, uma vez que favorece a ação do aprendiz sobre o conhecimento visando a sua reconstrução.

Os MC construídos por determinados grupos consistem de conhecimentos partilhados, advindos de situações de conflitos e de discussões. A aprendizagem é, portanto, construída coletivamente, através de consenso.

A abordagem dos MC está fundamentada na teoria construtivista, entendendo que o indivíduo constrói seu conhecimento e seus significados a partir da sua predisposição para realizar esta construção, e servem como

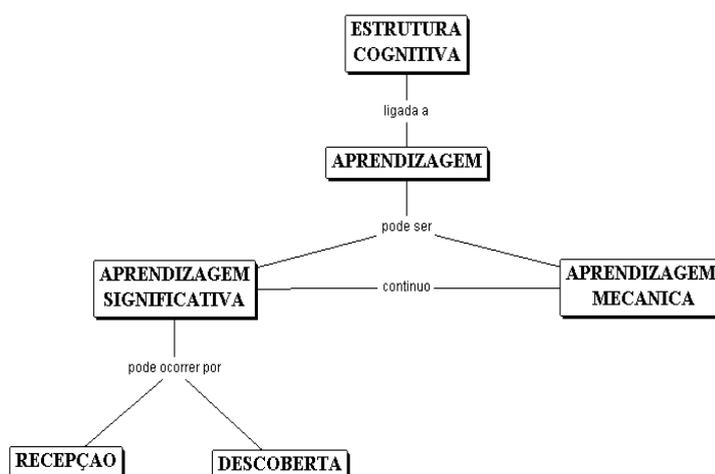
instrumentos para facilitar o aprendizado do conteúdo sistematizado em conteúdo significativo para o aprendiz.

O MC constitui um código de representação cognitiva de cada sujeito, ou grupos de sujeitos, ele exige para a sua decodificação, que o emissor e o receptor partilhem de conhecimentos mínimos sobre a sua forma e semântica utilizada.

Por tratar-se de um procedimento essencialmente cognitivista, os mapas conceituais são indicados para evidenciar as relações entre os conceitos-chave, conforme são entendidas pelos sujeitos de um determinado conteúdo de ensino e que aparece em uma determinada unidade didática.

Estes instrumentos prestam-se fundamentalmente para a organização, estruturação e hierarquização de conteúdos que sejam essencialmente conceituais (como é o caso dos conteúdos da Biologia).

Analisando de forma objetiva, os MC constituem representações gráficas semelhantes a diagramas, que indicam relações entre conceitos ligados por palavras (como é visto no exemplo a seguir) e representam uma estrutura que vai desde os conceitos mais abrangentes até os menos inclusivos.



**Figura 4** – Como os conceitos se ligam num mapa conceitual. (construído com o apoio do programa CMap Tools)

Em sua essência, os MC dispõem as representações gráficas de conceitos em um domínio específico de conhecimento, construídas de tal forma que as interações entre os conceitos sejam evidenciadas. Como recursos para o ensino e a aprendizagem, os mapas conceituais servem para tornar claro aos professores e alunos as relações entre conceitos de um conteúdo, aos quais deve ser dado maior ênfase. (NOVAK, 1996, p. 33)

Os mapas podem tornar-se muito complexos e requererem um bom tempo e muita atenção para sua construção, mas são úteis na organização, aprendizagem e demonstração do que se sabe acerca de algum tema particular. Destaca-se a existência no mercado de diversos softwares<sup>9</sup> que são utilizados como ferramentas que facilitam a construção de mapas conceituais.

Novak (1998) destaca que os MC podem ser vistos como recursos auxiliares para a aprendizagem (aluno) tanto quanto para o ensino (professor). Como uma ferramenta de aprendizagem, o mapa conceptual é útil para o *aluno*, por exemplo, para:

- resolver problemas
- planejar o estudo
- preparar-se para avaliações
- perceber as relações entre as idéias de um dado conteúdo
- fazer anotações

Para os *professores*, os MC podem constituir-se importantes auxiliares em suas atividades rotineiras, tais como:

- **Para ensinar um novo tópico:** Na construção de mapas conceituais, os conceitos difíceis são aclarados e podem ser arranjados em uma ordem hierárquica de subordinação. O uso de mapas conceituais pode auxiliar o professor a se manter mais atento aos conceitos chaves e às relações entre eles. Os mapas podem auxiliá-lo a transmitir uma imagem geral e

---

<sup>9</sup> Destacamos aqui dois softwares o INSPIRATION e CMap Tools. Eles podem ser adquiridos através dos seguintes endereços <http://www.inspiration.com> e <http://www.cmaptool.com> .

clara dos tópicos e das suas relações para seus estudantes. Desta forma torna-se mais fácil para o estudante não perder ou não entender qualquer conceito importante.

- **Para reforçar a compreensão:** o uso dos mapas conceituais reforça a compreensão e aprendizagem por parte dos alunos. Eles permitem a visualização dos conceitos chave e resumem suas inter-relações.
- **Para verificar a aprendizagem e identificar conceitos mal compreendidos:** os mapas conceituais também podem auxiliar os professores na avaliação do processo de ensino. Eles podem avaliar o alcance dos objetivos pelos alunos através da identificação dos conceitos mal entendidos e dos que estão faltando.
- **Para a avaliação:** as aprendizagens do aluno (alcance dos objetivos, compreensão dos conceitos e suas interligações, etc.) podem ser acompanhadas/verificadas/redirecionadas mediante a construção de mapas conceituais.
- **Como instrumento de análise de anormalidades cognitivas:** Além disso, os mapas conceituais podem ser um instrumento de detecção de possíveis anormalidades cognitivas e psicológicas dos alunos.
- **Para a formação de hábitos de estudo do aluno:** proporcionando maior independência/autonomia e o desenvolvimento de uma consciência de que ele é responsável pelo seu aprendizado; a postura de buscar aprofundar/aperfeiçoar o conhecimento; o rigor e a organização.

Os MC baseiam no princípio da diferenciação progressiva, segundo o qual o conteúdo a ser apresentado aos alunos deve ser organizado de maneira que os conceitos mais gerais e inclusivos da disciplina ou conteúdo sejam apresentados em primeiro lugar, e, pouco a pouco, introduzidos os conceitos mais específicos.

A construção dos MC não precisa obedecer a este princípio o tempo todo, mas é evidente que no ensino de ciências a diferenciação progressiva dos

conceitos em subconceitos, até atingir os exemplos, constitui a organização habitual dos conteúdos das disciplinas.

Acredita-se que o processo de construção de MC favorece a aprendizagem significativa, na medida em que enfatiza o sentido de unidade, articulação, subordinação e hierarquização dos saberes disciplinares, possibilitando, assim, a visão integrada e compreensiva dos diversos conteúdos das disciplinas, bem como as suas relações.

Esses instrumentos constituem recursos que permitem a integração de novos conceitos aos conceitos que já existem na estrutura cognitiva do aprendiz.

Do ponto de vista ausubeliano, o desenvolvimento de conceitos ocorre da melhor forma quando os elementos mais gerais e inclusivos de um determinado conceito são introduzidos ao aluno em primeiro lugar, ocorrendo então sua progressiva diferenciação, em termos de detalhamento e especificidade. É desta maneira que ocorre a integração do novo conceito à estrutura cognitiva do aluno. Por exemplo, no estudo do meio ambiente, que ocorre na disciplina ecologia, onde estão envolvidos inúmeros fatores, pode ser apresentado num primeiro momento e a partir dessas interações se pode conhecer cada organismo em particular.

Além de facilitar o processo de diferenciação progressiva, os mapas conceituais podem contribuir para o processo de reconciliação integrativa, uma vez que o aluno pode ler os mapas conceituais de baixo para cima. Este processo de leitura dos mapas conceituais de baixo para cima constitui a reconciliação integradora.

Em relação ao processo de reconciliação integrativa, Novak (1982) argumenta,

a reconciliação integrativa mais eficaz, ocorre ao organizar-se o ensino “descendo e subindo” nas estruturas conceituais hierárquicas, à medida que a nova informação é apresentada. Isto,

é, começa-se com os conceitos mais gerais, mas é preciso ilustrar logo de que modo os conceitos subordinados estão a eles relacionados e então voltar através de exemplos, a novos significados para os conceitos de ordem mais alta na hierarquia. (NOVAK *apud* MOREIRA, 1982, p. 39)

Considera-se que com a reconciliação integrativa dos conceitos, promovida pelo uso dos mapas conceituais pelos alunos pode contribuir para melhorar a qualidade das hierarquias conceituais. A reconciliação integrativa ocorre quando o sujeito integra de forma significativa diversos conceitos presentes num determinado mapa conceitual.

## **7. Novas contribuições à Teoria da Aprendizagem Significativa**

O modelo de transmissão e aquisição conceitual, largamente utilizado no ensino de biologia, baseado na transmissibilidade de conceitos, seja através aulas expositivas, de experiências demonstrativas ou a leitura de textos informativos, não têm apresentado resultados satisfatórios. Estas aquisições conceituais baseiam-se na idéia simplista de que a aprendizagem se dá pelo acréscimo de conceitos à estrutura cognitiva do aluno, não conseguindo, portanto, romper com os conhecimento espontâneos já estabelecidos. Neste sentido é que emerge as idéias de mudança conceitual, campo conceitual, concepções ou conceitos espontâneos.

Santos (1992) considera que a aprendizagem por transmissão constitui um paradigma da pedagogia que está em crise:

Neste modelo, presume-se que o professor pode transmitir idéias pensadas por si próprio ou por outros (conteúdo) ao aluno que as armazena seqüencialmente no seu cérebro (receptáculo). Ou seja, o professor “dá a lição”, imprime-a em arquivos de conhecimento e pede, em troca, que os alunos usem a sua

atividade mental para acumular, armazenar e reproduzir informações (SANTOS, 1992, p. 13).

Neste sentido, o aparecimento de uma nova teoria baseada no modelo de mudança conceitual, com perspectivas construtivistas, baseado na construção/reconstrução conceitual, pode estabelecer um salto qualitativo na didática das ciências, favorecendo a aprendizagem de forma significativa. Para isso há que considerar os conhecimentos que os alunos já apresentam, uma vez que considera que,

é a atividade do sujeito que permite organizar (reorganizar) os conhecimentos em esquemas, cada um com sua estrutura própria. Esta atividade tem por base construções prévias não formais, pelas quais o aluno, de forma mais ou menos espontânea, inconsciente e imediata faz representações do mundo que o cerca. Este entendimento da atividade do aluno pressupõe, ao contrário dos modelos e aquisição conceitual, que o processo de construção não se inicia na escola (*ibid.*, p. 27).

Não é difícil a um professor experiente de biologia constatar que os alunos ao estudarem um determinado conteúdo, por exemplo, a morfofisiologia da célula, que eles já apresentam diversas considerações anteriores, que podem ser de ordem puramente dedutiva, portanto, pessoal e/ou familiar, e outras que são aprendizagens advindas dos meios de comunicação, além da própria escola. Esses conhecimentos prévios não podem ser negligenciados pelo professor, uma vez que eles podem facilitar novas aprendizagens ou tornarem-se obstáculos às novas aprendizagens.

Convencionalmente, os conteúdos escolares da disciplina de biologia estão organizados, para fins de organização didática, segundo uma gradação quanto aos níveis de complexidade, como por exemplo, no caso da matéria viva, em *moléculas-organóides-células-tecidos-órgãos-organismo-população-comunidades-ecossistemas e biosfera*. Esse tipo de organização do conteúdo, que é

considerada pela maioria dos biólogos, e que ocorre na maior parte dos livros de biologia, é contrária ao que preconiza a teoria ausubeliana. Para Ausubel, os conceitos mais inclusivos deveriam ser ensinados primeiro, para depois ser ensinados os conceitos a eles subordinados. A TAS possibilita romper com essa concepção, uma vez que supõe a compreensão das relações entre os elementos de uma situação ou fenômeno biológico.

No caso do exemplo anterior, o professor deveria apresentar ao aluno em primeiro lugar o conteúdo mais abrangente, no caso a Biosfera, e progressivamente diferenciar até chegar à célula e às moléculas, desta maneira o aluno não perderia a visão de conjunto e o professor poderia gradualmente chamar a atenção dos alunos para as diversas relações.

Em razão disso, os alunos algumas vezes se deparam com situações de aprendizagem que envolvem um grande número de conceitos e a hierarquização dos mesmos segundo níveis de maior complexidade que, além de intrincados, estão inter-relacionados.

Na disciplina de biologia, o conhecimento conceitual é muito valorizado, ocorrendo em grande profusão. Muitos vezes conceitos que parecem simples como animal ou planta, chegam a constituir grandes redes conceituais.

Giordan e Vecchi destacam que,

o conceito de fecundação permite agrupar aquisições sobre os diversos modos de reprodução (ovíparo, vivíparo), sobre a transmissão dos caracteres hereditários, sobre a formação das espécies... Um conceito, pois, põe em relação fenômenos que, num primeiro momento, parecem divergentes [...]. (GIORDAN e VECCHI,1996, p.183)

Para que os alunos possam também transitar por determinado campo conceitual se faz necessário que os conceitos subjacentes a um determinado tema estejam claros, estáveis e hierarquizados na estrutura cognitiva do sujeito.

Normalmente os professores estão de acordo com o fato de que os alunos trazem para o ambiente escolar muitas concepções ou construtos, que podem servir como âncora para as novas aprendizagens ou tornar-se obstáculos a essas aprendizagens. Esses construtos muitas vezes são aprendidos nas séries anteriores. A verificação desses construtos pelo professor é particularmente importante antes da introdução de um determinado tema de estudo.

Santos (*ibid.*, p. 138) destaca que, esses conhecimentos, designados de concepções alternativas são altamente significativos para os alunos e por esse motivo, difíceis de serem mudados, algumas vezes tornam-se verdadeiros obstáculos à aprendizagem de conhecimento científico.

Considerando que alguns dos temas de estudo que ocorrem em biologia, como a digestão ou a fecundação estão relacionados à aprendizagem de uma rede conceitual, que muitas vezes ultrapassa de longe os limites da própria disciplina, o professor não pode desconsiderar, no processo de ensino-aprendizagem que ele mesmo demorou muitos anos para tornar estes conhecimentos claros e organizados em sua estrutura cognitiva.

Para Giordan e Vecchi (*ibid.*, p.184) o professor se movimenta muito bem nessa aura conceitual, sem se questionar se os alunos são capazes de fazer o mesmo e sem considerar que as noções que ele utiliza não estão sendo integradas.

Tenho notado, particularmente na minha prática pedagógica, que os alunos apresentam dificuldades na compreensão da hierarquia entre os conceitos e da subordinação das partes na composição do todo, o que resulta muitas vezes num aprendizado de memorização de conteúdos sem que entendam as diversas

relações existentes entre os mesmos. Os alunos são forçados a decorar conceitos sem que haja a sua assimilação como conhecimento significativo, visto que eles não passam pelo processo de elaboração compreensiva.

Esses conhecimentos não se relacionam com conhecimentos ou experiências anteriores dos alunos e também não serão tomados como ponto de partida para o aprendizado de conhecimentos subseqüentes, conseqüentemente, tendem a ser esquecidos.

Considera-se que o saber conceitual se constrói lentamente, não pela aquisição ou adição de conhecimentos simplesmente, mas pela integração dos novos conceitos e proposições à estrutura cognitiva já existente, de forma não-literal e não-arbitrária. A construção de um conceito científico ocorre de modo progressivo na estrutura cognitiva do aluno. Para Giordan e Vecchi (*ibid*, p. 189) na aprendizagem de um conceito, os alunos passam por níveis de formulações cognitivas que é determinado pelo conjunto dos conhecimentos necessários para construir um enunciado. Vários são os níveis de formulação, as representações correspondem “a brotos” do futuro conhecimento.

Dada a sua natureza de estabilidade e clareza na estrutura cognitiva, os conhecimentos prévios, evidenciados por Ausubel, tornam-se verdadeiras molas propulsoras para aprendizagens posteriores, no entanto, também podem tornar-se obstáculos para a mudança conceitual.

Ausubel chamou de concepções às concepções de natureza espontânea (não científica) presentes na mente de um indivíduo. São essas concepções que podem tornar-se barreiras para as aprendizagens posteriores. Para Santos, as concepções ausubelianas denominadas apenas “concepções”, constituem aquelas informações que não têm estatuto de conceitos científicos, diferem significativamente destes, quer a nível de produto quer de processo de construção, funcionando para o aluno como alternativa aos conceitos científicos correspondentes.

Cachapuz (2000) destaca que essas concepções existem e ocorrem de forma inevitável no processo educativo, constituindo muitas vezes barreiras para a aprendizagem científica. Cabe ao professor sondar essas concepções e a partir delas organizar o seu ensino. Essas concepções espontâneas não podem ser simplesmente desconsideradas dada que elas são altamente significativas.

Para Cachapuz (2000), a aprendizagem significativa apresenta importantes limitações, no que diz respeito à (1) sobrevalorização dos saberes conceituais, ficando por esclarecer aspectos essenciais relativos a outras dimensões da aprendizagem; (2) o pressuposto da organização hierárquica da mente humana não vale para toda e qualquer aprendizagem; (3) diz respeito a não se atribuir um papel relevante para as competências cognitivas e metacognitivas do aluno; (4) a ausência de problematização entre aprendizagem e desenvolvimento. O conceito de aprendizagem significativa ausubeliano não envolve a dimensão da construção social do conhecimento.

As críticas de Cachapuz impõem alguns limites à aprendizagem significativa, uma vez que esse autor chama a atenção para alguns aspectos que são pouco considerados por esta, no entanto, não a invalida uma vez que a TAS “deslocou o nosso olhar para o aluno como sujeito de aprendizagem, em particular, para os conceitos preexistentes do aluno como reguladores da sua própria aprendizagem”. (Cachapuz, 2000, p. 6)

Nesse sentido, evidencia-se que o processo de aprendizagem apresenta múltiplas facetas e uma única teoria não consegue explicar todas as suas dimensões, por isso é que recorreremos a outros estudiosos e teorias a fim de compreendê-la melhor.

## **8. Avaliação da aprendizagem significativa**

Novak (1998, p. 15) considera que a avaliação do processo de ensino e de aprendizagem como um elemento-chave. Ele defende o uso de mapas conceituais no processo de avaliação do aluno, porém considera que este instrumento não deve ser o único, uma vez que a aprendizagem humana é uma

realidade que apresenta muitas dimensões. Para ele o ser humano apresenta uma mescla de pensamentos, sentimentos e ações, juntos esses elementos formariam os significados da experiência.

Novak considera que uma educação bem sucedida é aquela que leva ao engrandecimento humano, deve concentrar-se em muito mais do que no pensamento do aluno, os sentimentos e ações também são importantes. Novak (*ibid*, p. 9), concebe três formas de aprendizagem: aquisição de conhecimentos (aprendizagem cognitiva), alterações das emoções ou sentimentos (aprendizagem afetiva) e aumento das ações físicas das pessoas ou do desempenho (aprendizagem psicomotora).

Novak salienta que,

a preocupação central relativamente à avaliação da aprendizagem cognitiva deveria ser quanto à capacidade que o instrumento teste tem para avaliar os quadros conceituais e proposicionais que o indivíduo possui, ou até que ponto o conhecimento é aprendido de forma substantiva ou não arbitrária, que é o caso da aprendizagem significativa. (*ibid*, p. 182)

Como foi considerado anteriormente, o processo educativo envolve um conjunto de variáveis, obedecendo a múltiplos determinantes. A avaliação da aprendizagem configura uma dessas variáveis. A avaliação constitui um dos assuntos mais polêmicos da educação. Existem várias concepções acerca de avaliação e dúvidas sobre qual será o objeto dessa avaliação, se se o sujeito aluno, o grupo ou todo o processo. Zabala (1998) considera que,

as definições mais habituais da avaliação remetem a um todo indiferenciado, que inclui processos individuais e grupais, o aluno ou a aluna e os professores. Este ponto de vista é plenamente justificável, já que os processos que têm lugar na aula são processos globais em que é difícil, e certamente desnecessário,

separar claramente os diferentes elementos que os compõem. Nossa tradição avaliadora tem se centrado exclusivamente nos resultados obtidos pelos alunos. Assim, é conveniente dar-se conta de que ao falar de avaliação na aula pode-se aludir particularmente a algum dos componentes do processo de ensino/aprendizagem, como a todo processo em sua globalidade (ZABALA, 1998, p.196).

Neste sentido, acredita-se que a utilização de mapas conceituais como um dos recursos de avaliação, pode contribuir de forma eficaz para a avaliação da aprendizagem significativa. Devido ao fato desses instrumentos serem idiossincráticos, eles possibilitam ao professor compreender quase que imediatamente, como o aluno está organizando os conteúdos aprendidos, e ao mesmo tempo sugerir novas organizações. Desta maneira acredita-se que esses instrumentos podem demonstrar as mudanças na compreensão conceitual de um aluno ou grupo de alunos.

Não se trata aqui de sugerir que sejam abolidas as avaliações já consagradas, como por exemplo as provas e testes, a auto-avaliação, a avaliação através de portfólio e relatórios, uma vez que bem elaboradas podem contribuir de forma satisfatória na avaliação da aprendizagem, dada a sua multidimensionalidade. Trata-se somente de apresentar mais um instrumento que acredita-se, se usado de forma criteriosa, pode contribuir eficazmente para o processo de avaliação.

## **CAPÍTULO IV**

### **UMA EXPERIÊNCIA COM A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS) E O USO DE MAPAS CONCEITUAIS (MC) NO ENSINO DE BIOLOGIA: DECISÕES METODOLÓGICAS**

La recepción significativa de aprendizajes se produce a medida que el material potencialmente significativo entra en el campo cognoscitivo e interactúa en él, siendo apropiadamente incluido en un sistema conceptual relevante e más inclusivo.

David Paul Ausubel (1973)

O estudo ora apresentado fundamenta-se na Teoria da Aprendizagem Significativa – TAS formulada por Ausubel (1963, 1968, 1978) e incrementada por Novak (1977, 1978, 1980, 1981), mediante a proposta do uso dos mapas conceituais. Segundo essa teoria, a aprendizagem se dá por um esforço deliberado por parte do aprendiz em ligar a informação nova com conceitos ou proposições relevantes preexistentes em sua estrutura cognitiva (Ausubel *et al.*, 1978, p. 159). Isso implica uma disposição favorável do sujeito para aprender significativamente e que o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aluno (Ausubel, 1980, p.34).

O uso de mapas conceituais favorece a aprendizagem significativa na medida em que eles enfatizam o sentido de unidade, articulação, subordinação e

hierarquização dos saberes disciplinares, promovendo a sua integração e compreensão (Novak, 1984, 1996; Moreira e Buchweitz, 1987, 1993).

O objetivo principal deste estudo foi acompanhar e avaliar os resultados da aprendizagem dos alunos de uma primeira série do ensino médio, ao vivenciarem uma situação de ensino e aprendizagem planejada e desenvolvida na disciplina Biologia, com base na TAS e com o uso dos MC, construídos com o apoio de um programa específico de computador.

A hipótese que orienta a presente investigação é a de que o ensino organizado e conduzido conforme os pressupostos da TAS, favorece a aprendizagem significativa dos conteúdos disciplinares.

Trata-se de um estudo que apresenta um delineamento experimental, envolvendo um “grupo controle” e um “grupo experimental” e o uso de teste de hipótese para comparar os resultados quantitativos da avaliação da aprendizagem dos alunos dos dois grupos.

Evido a complexidade dos elementos envolvidos no processo de ensino e de aprendizagem, abordagens puramente quantitativas não possibilitam a compreensão do referido processo em sua totalidade, por isso na presente investigação foram coletadas e analisadas informações de natureza qualitativa.

Com esse propósito, foram coletados dados e registros de diferentes maneiras, a saber:

- 1) os mapas conceituais produzidos pelos alunos do GE, ao longo dos cinco meses em que foram trabalhados os conteúdos em sala de aula. Com esses dados foi possível acompanhar a evolução dos alunos no que se refere à hierarquização dos conceitos e relações;
- 2) registros diários, resultantes das intervenções e comportamentos dos alunos durante as aulas e em situações informais com os

alunos. Esses registros buscavam relatar as reações dos alunos durante o trabalho, suas descobertas e as trocas ocorridas;

- 3) registros das impressões e sentimentos resultantes de entrevista realizada sob a forma de Grupo Focal. Este encontro ocorreu algum tempo depois de ter sido encerrada a intervenção, com um grupo de alunos escolhidos por representarem o conjunto da classe, no que diz respeito ao rendimento escolar, ao grau de envolvimento com as atividades propostas e à identificação com a metodologia de trabalho adotada. Os critérios utilizados na escolha destes alunos será considerada no item 6.4. onde será retomada a discussão sobre o grupo focal.

Nessa atividade, o grupo foi levado a discutir a experiência vivida, levantando aspectos positivos e negativos da forma de trabalho desenvolvida, tanto no que diz respeito ao desempenho acadêmico, às trocas e apoios mútuos e, ainda, quanto ao desenvolvimento da autonomia em relação à própria aprendizagem.

A seguir serão apresentadas e descritas as várias etapas do trabalho empírico bem como as atividades nelas desenvolvidas e os dados resultantes.

### **1. A escolha das salas e a determinação dos grupos experimental e controle**

A pesquisa foi realizada com alunos da primeira série do ensino médio de uma escola particular confessional, de tradição, localizada no centro da cidade de Campo Grande e que atende cerca de 3.300 alunos, abrangendo a educação infantil e o ensino fundamental e médio.

Os alunos em sua maioria pertenciam à classe média e média alta (filhos de funcionários públicos, empresários rurais, profissionais liberais etc.) e uma minoria de alunos a outras classes sociais e que recebiam algum incentivo econômico do colégio. Essas informações sobre o perfil sócio-econômico da

clientela foram obtidas mediante contatos informais com os coordenadores, não apresentando valor estatístico.

O ensino médio do colégio apresentava, no ano de 2004, nove salas de primeira série, 10 salas de segunda série e nove salas de terceira série. As turmas eram constituídas de modo aleatório, não existindo nenhum critério especial para a distribuição dos alunos pelas salas.

As salas de aula eram amplas, climatizadas e o colégio apresentava uma boa infra-estrutura, contando com biblioteca, salas de informática, teatro, anfiteatro, auditório e centro esportivo. O material didático utilizado pelos alunos era apostilado, o que estabelecia certos limites para o trabalho do professor em sala de aula. Todavia, mesmo assim, existia espaço e apoio para que os professores introduzissem algumas variações e/ou inovações na prática docente em sala de aula, seja um recurso didático diferente, seja realizando uma dinâmica a partir de fatos do cotidiano e/ou notícias veiculadas pela mídia, etc.

A preferência pela primeira série deveu-se aos seguintes fatores: (1) os alunos ainda não haviam tido contato com o conteúdo mais sistemático da disciplina Biologia, como ela é apresentada no ensino médio; (2) a organização lógica-sequencial desses conteúdos, uma vez que este apresenta coerência na continuidade dos tópicos; (3) possibilidade de contextualização dos conteúdos a serem trabalhados, relacionando-os com temas que vêm sendo divulgados pela mídia despertando o interesse dos adolescentes como o câncer, a clonagem, células-tronco, reprodução *in-vitro*, organismos geneticamente modificados, seqüenciamento de DNA, reprodução artificial, dentre outros.

A escolha das duas salas que constituíram o Grupo Experimental (GE) e o Grupo Controle (GC) baseou-se na comparação dos resultados obtidos pelos alunos numa prova de conhecimentos, aplicada nas nove salas de primeira série do ensino médio. Esta prova foi aplicada no segundo dia de aula do ano letivo, a

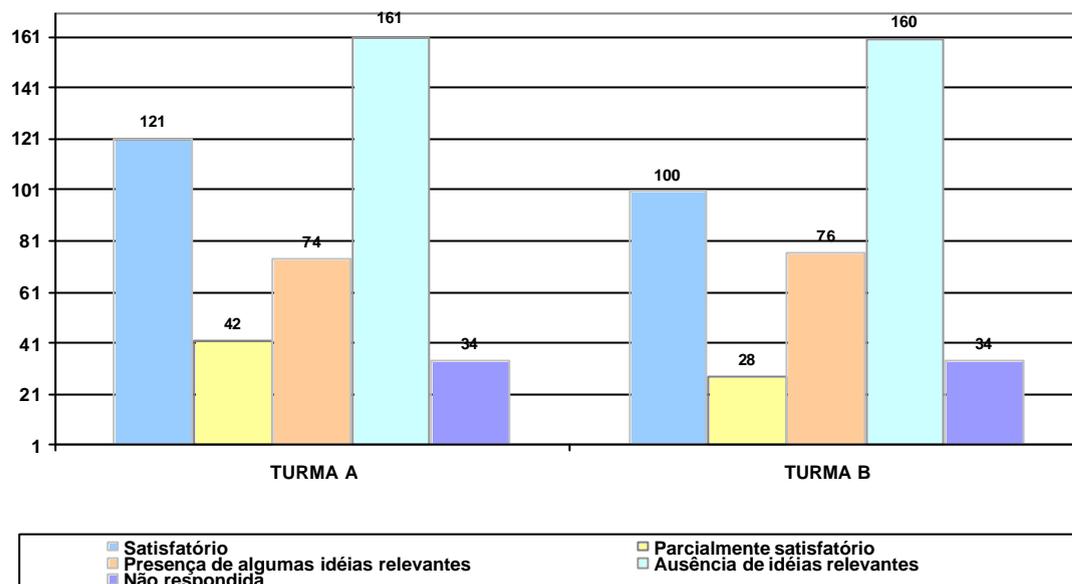
fim de verificar alguns conhecimentos de nível mais geral relacionados com a área da biologia e que os alunos já deveriam ter visto ao longo do ensino fundamental. A prova visava também verificar o nível de habilidade dos alunos para ler e entender pequenos trechos de um texto científico, além de verificar o pensamento lógico/científico, trabalhando com hipóteses, generalizações e fazer sínteses (Anexo 1). Os alunos foram informados apenas de que se tratava de uma prova de sondagem para a verificação dos conhecimentos prévios.

As questões da prova de sondagem foram corrigidas considerando os seguintes critérios e valores, estabelecidos na Tabela 1.

**Tabela 1** – Critérios e valores associados às respostas dos alunos na prova de sondagem.

Conceitos	Critérios	Valor atribuído
A	resposta satisfatória: apresenta as idéias e argumentos de forma articulada, completa e bem fundamentada.	1,1
B	resposta parcialmente satisfatória: apresenta as idéias articuladas mas incompleta, ou pouco fundamentada.	0,75
C	presença de algumas idéias relevantes: apresenta idéias desarticuladas, incompletas e pouco fundamentada.	0,5
D	ausência de idéias relevantes	0,0
E	questão não respondidas	0,0

Com base nos resultados dessa prova foi possível identificar duas salas com resultados semelhantes (Gráfico 1) e que, para efeito da pesquisa foram consideradas como equivalentes, sendo então designadas, mediante sorteio, como GE e GC. Neste gráfico, os números que aparecem acima das barras, correspondem ao número de questões consideradas satisfatórias, parcialmente satisfatórias, presença de algumas idéias relevantes etc. que ocorreram em cada uma das salas.



**Gráfico 1** – Aproveitamento das turmas A e B na prova de sondagem.

Para verificar se as duas salas poderiam ser consideradas equivalentes no que se refere aos resultados da prova de sondagem, foi aplicado o teste “t”, cujo resultado confirma a igualdade das médias. (Anexo 2 e 3)

As salas escolhidas e designadas GC (sala A) e GE (sala B) apresentavam naquele momento, respectivamente, 38 alunos (19 homens e 19 mulheres) e 37 alunos (18 homens e 19 mulheres). Os alunos e alunas situavam-se na faixa de 14 a 15 anos de idade.

No GE foi, então, aplicada a metodologia de ensino designada como procedimento experimental e que consista numa dinâmica diferenciada de aula, com a utilização de aulas expositivas dialogadas, com uso de organizadores prévios e mapas conceituais demonstrativos, além daqueles confeccionados pelos alunos, com apoio de um software específico ou manualmente.

Na sala que constituía o GC, as aulas eram desenvolvidas de acordo com a forma habitual de lecionar: com exposições dialogadas, com estímulo à participação dos alunos, com referências a fatos, notícias, acontecimentos do

cotidiano que pudessem ser relacionados aos conteúdos estudados, porém sem o uso dos recursos mobilizados para o ensino-aprendizagem no GE.

## **2. A escolha do programa de computador**

O programa de computador a ser utilizado pelos alunos na construção dos MC foi escolhido com base nos seguintes critérios: (a) que favorecesse a construção de mapas conceituais, apresentando previamente aos alunos locais para a inserção dos conceitos e das palavras de ligação; (b) que não apresentasse restrição de uso em educação; (c) que não apresentasse recursos além dos necessários à construção dos MC, a fim de evitar a dispersão dos alunos; (d) que apresentassem capacidade de armazenamento das informações no próprio programa ou em outro de fácil acesso; (e) que favorecesse a estética na construção dos MC.

O programa escolhido foi o *CMap Tools* que constitui um *software* de distribuição gratuita, destinado à construção de MC, desenvolvido pelo *Institute for Human Machine Cognition* da *University of West Florida*. Desenvolvida em Java, essa ferramenta possui independência de plataforma e rede, permitindo a seus usuários construir e colaborar na elaboração de MC.

Embora sua versão mais atual seja a 3.0, utilizou-se neste trabalho o *CMap Tools 2.9.1*, pois até então era a versão disponível. O IHMC desenvolveu duas ferramentas que se complementam na construção de mapas conceituais, são elas:

- *CMap Tools*: utilizado na autoria dos MC; através dela é possível desenvolver o trabalho de construção dos mapas.
- *CMap Server*: utilizado para possibilitar o compartilhamento dos MC através da Internet, permitindo, dessa forma, o trabalho colaborativo.

Os recursos oferecidos pelo *CMap Tools* permitem a construção de mapas conceituais segundo as teorias de Ausubel e Novak. O programa oferece

ainda, recursos para adicionar aos conceitos *links*, figuras, textos, vídeos ou outros mapas conceituais que tenham relação significativa com este, sendo assim denominados de hipertexto ou hiperímia<sup>10</sup>. No presente projeto o programa foi utilizado apenas para a construção de MC simples sem o desenvolvimento de *links*. O editor do *CMAP* possibilita a formatação dos mapas com uso de cores, fontes de tipos e tamanhos diferentes, assim como alterar as bordas dos retângulos. O *CMAP* permite, ainda, exportar os MC em formato *gif*, *html* e *JavaScript*.

### **3. Os conteúdos das aulas (citologia)**

O ensino dos conteúdos da disciplina Biologia previstos para a primeira série era dividido entre dois professores, em duas grandes frentes: F1 – Citologia e Botânica e F2 – Ecologia. O conteúdo trabalhado neste estudo foi o referente à citologia. Essa escolha deveu-se a dois motivos: tais conteúdos são “potencialmente significativos”, uma vez, que apresentam uma seqüência lógica e também permitem o relacionamento com temas que freqüentemente têm sido abordados pela mídia.

O material utilizado pelos alunos era apostilado e apresentava-se dividido em unidades didáticas apresentando a seguinte seqüência: o estudo da morfologia e a fisiologia da célula, a seguir, os processos de divisão celular (mitose e meiose), a gametogênese, culminando com a formação dos principais tecidos (epitelial, conjuntivo, muscular e nervoso).

### **4. O desenvolvimento e a dinâmica das aulas**

---

<sup>10</sup> Para Valente (1999, p . 59-0), hiperímia ou hipertexto constitui uma representação eletrônica de um documento, onde é possível ao usuário fazer uma leitura não apenas seqüencial ou linear, mas permite ao usuário “navegar” também por meio das relações entre determinados conceitos, figuras, sons, imagens animadas etc. que estão relacionados. Os fragmentos individuais de informação são os “nós”, que são interligados por “links”. As unidades de informações são visualizadas em janelas, havendo vários caminhos para “navegar” no hipertexto.

O desenvolvimento das aulas obedecia, com pequenas variações, à seguinte seqüência:

- **Introdução do organizador prévio:** O estudo de um conteúdo geralmente começava pela apresentação e exploração, mediante leitura e discussão, de um material que funcionasse como um organizador prévio, quase sempre um texto previamente selecionado, com base nos seguintes critérios: **(a)** que apresentasse um alto grau de inclusividade e/ou generalidade em relação ao tema estudado; **(b)** que estivesse no nível da capacidade de aprendizagem dos alunos; **(c)** que remetesse para o tema a ser estudado de forma clara, precisa e concisa e **(d)** que fosse um tema da atualidade e relacionado ao tema estudado.
- **Leitura e discussão do material didático previsto para o conteúdo:** Em um segundo momento da aula, era feita a leitura do material didático (apostila) e, então, a preocupação básica era com a explicação/compreensão de termos e conceitos apresentados no novo conteúdo, buscando-se sempre o estabelecimento de relações com o assuntos tratados anteriormente.
- **Elaboração do MC referente ao conteúdo que vinha sendo estudado:** Inicialmente de forma manuscrita e depois utilizando o software já descrito. A construção dos MC era feita em duplas formadas por livre escolha dos alunos com a finalidade de fomentar a troca de idéias e a negociação dos significados, visando expressar a representação mais adequada das relações entre os conceitos dos conteúdos em questão. Assim que se familiarizaram um pouco com a lógica da construção dos mapas conceituais, os alunos foram levados para sala de informática, onde dispunham de 24 computadores, todos eles com o programa *CMap Tools* instalado. Trabalhando em duplas (e as vezes trocando idéias com outras duplas), os alunos construíam os mapas conceituais dos conteúdos que estavam sendo estudados. Esses mapas eram, então, exportados em formato *gif* e, posteriormente, impressos para análise.

Em algumas ocasiões, as duplas retomavam os MC depois de uma semana para rever e, eventualmente, fazer modificações neles (acrescentado

conteúdos, assinalando relações, modificando relações estabelecidas anteriormente, etc.)

Na primeira fase de construção dos MC, alunos contavam com o apoio do material didático, mas nessa fase de retomada, eles não utilizavam material de apoio.

Por tratar-se de um conteúdo de natureza seqüencial (célula - divisão celular – tecidos), a análise dos MC produzidos ao longo do tempo foi importante para se averiguar o desenvolvimento (ou não) de uma visão mais abrangente dos conteúdos tratados, mediante a retomada, pelos alunos, de aspectos relevantes dos assuntos já estudados nos novos mapas construídos, bem como do estabelecimento de novas relações entre os diversos conteúdos.

Esses MC não foram devolvidos aos alunos, uma vez que seriam usado como documento na investigação. A cada tema desenvolvido era construído um novo mapa conceitual.

## **5. Descrição de algumas aulas do Grupo Experimental**

A seguir serão narradas algumas aulas com a finalidade de informar ao leitor como era o seu encaminhamento e a sua dinâmica.

### **Aula 1**

No dia 09/02, foi feita a apresentação da disciplina de Biologia, com apoio de um MC que foi construído pouco a pouco, durante a aula no quadro-de-giz. Dialogando com os alunos, foi perguntado se eles sabiam qual era o objeto de estudo da biologia. Imediatamente destacaram que era a vida, mostrando que não tinham dúvidas quanto ao objeto de estudo da disciplina biologia. Pedi a eles que dissessem o que entendiam por “vida”, os alunos fizeram várias tentativas. Suas proposições eram contra argumentadas e era mostrado que as concepções expressas por eles podiam ser questionadas, sendo colocados contra-exemplos,

etc. Várias tentativas depois, foi concluído que “vida” é um conceito abstrato e então foi sugerido o mesmo exercício com “seres vivos”, o que lhes pareceu mais fácil. Foram, então, enumeradas, uma a uma, as diversas características dos seres vivos, seguidas de comentários mediados pelo professor. Antes de terminar a construção do MC de apresentação da disciplina, foi dito aos alunos que aquele jeito de organizar os conceitos denominava-se MC e que usaríamos muitas vezes esta técnica para trabalhar com os conteúdos que seriam estudados. Foi dito também que algumas vezes os mapas conceituais seriam feitos a mão, como nessa aula, mas que também poderiam ser feitos com o uso de um programa específico de computador e, para isso, algumas aulas seriam na sala de informática onde usariam o programa.

## **Aula 2**

Foi solicitado aos alunos que eles trabalhassem em dupla e eles rapidamente se organizaram. Foi perguntado se eles já haviam ouvido falar em clonagem. Responderam que sim. Então foi proposto a eles a leitura do texto (Anexo 4), cujo tema era a clonagem. O texto narrava o processo de clonagem de uma vaca nelore, realizado por pesquisadores da USP. Durante a leitura do texto, fez-se várias interrupções a fim de se levantar questões, acrescentar informações, e estimular que se posicionassem sobre a matéria. Uma delas foi quando foi chamado a atenção para o fato de que foram necessários 680 óvulos, (recolhidos de várias fêmeas), implantados em 21 vacas, e que apenas 11 nidificaram e desses, somente uma cria nasceu viva, ainda assim, por cesariana. Comentei que na espécie humana a técnica seria igual, e apresentando as mesmas dificuldades. Uma outra interrupção, foi para explicar, ilustrando no quadro, como é realizado o processo de clonagem. Propositadamente, foi desenhado a célula retirada da orelha da vaca “mãe” e o óvulo, a fim de explicar que retirado o núcleo da célula da orelha, este foi implantado no interior do óvulo, de onde o núcleo fora previamente removido. Em seguida, foi feita a leitura do texto até o final. Não ocorreu mais nenhuma discussão acerca da clonagem propriamente. Terminada a leitura foram feitas as seguintes perguntas: O óvulo é uma célula? Que estruturas devem ocorrer a fim de que se possa considerar que

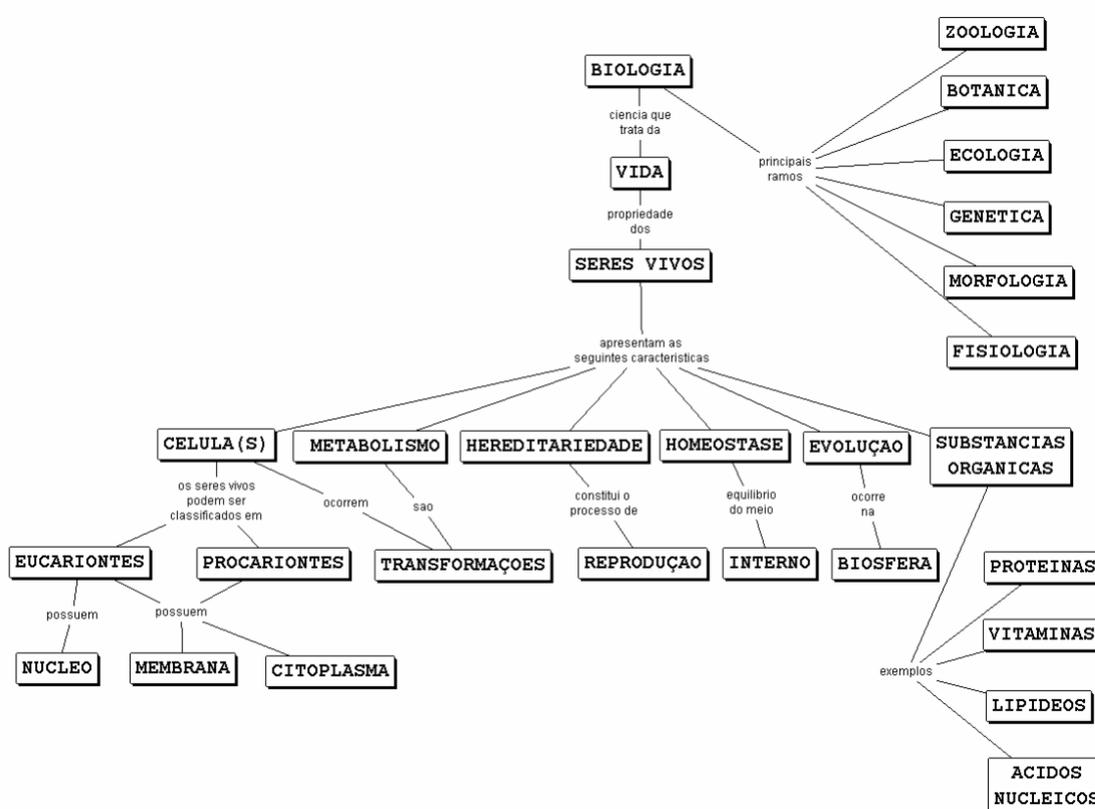
uma estrutura é uma célula? Os alunos responderam de imediato que deveria ter núcleo, membrana e citoplasma. Várias dúvidas foram levantadas sobre essa afirmação. Imediatamente um aluno lembrou que existem células que não possuem núcleo. Alguns outros exemplos e contra-exemplos foram lembrados e concluímos que havendo membrana e citoplasma pode-se considerar que tal estrutura é uma célula. Foi pedido então aos alunos para abrirem o material didático (apostila) e começamos a trabalhar sobre o conteúdo nela proposto (morfologia básica da célula eucarionte). Foi feita uma leitura inicial. Foi perguntado aos alunos: Onde fica a célula mesmo? Os alunos chegaram a conclusão que seria formando todas as partes (tecidos) do corpo. Informei aos alunos que não poderíamos esquecer que existem organismos que são formados por uma única célula. Fizemos então o estudo usando o material didático (apostila) dos níveis de organização partindo do organismo, passando pelos sistemas até chegar à célula. Foi comentado que o estudo sobre a morfologia celular só foi possível com a invenção do microscópio e então pudemos falar brevemente sobre os dois tipos de microscópios existentes. Também foi perguntado aos alunos então, se seria possível utilizar a unidade metro para medir as coisas microscópicas eles assentiram que não. Então eu foi apresentado as unidades básicas de medida utilizada em microscopia. Na próxima aula foi solicitado aos alunos a construção de seus próprios MC, no sentido de juntar todas essas informações de modo hierárquico e coerente.

### **Aula 3**

No terceiro dia de aula, na sala do grupo experimental foi apresentado um novo mapa conceitual da disciplina, este, construído pelo pesquisador (Figura 5), onde foi, novamente, apresentado a disciplina biologia e alguns de seus ramos (principalmente aqueles que eles estudariam durante o ensino médio). Todos os alunos receberam uma cópia deste MC e puderam acompanhar a leitura. Este seria o segundo contato dos alunos com um MC. O MC em questão, apresenta uma estrutura simples, priorizando a diferenciação progressiva do conceito *biologia*, apresentando, por exemplo, alguns de seus ramos. O MC foi projetado

com o auxílio de retro-projetor no quadro-de-giz e os alunos foram acompanhando a leitura do mapa e as explicações do sentido de cada conceito.

Trabalhando de forma pouco sistemática com os MC em sala de aula, em ocasiões anteriores à esta investigação, foi constatado que a construção desses diagramas pelos alunos não é aprendida apenas por instrução oral, mas sobretudo pela atividade de construção e reconstrução dos mesmos, seja individualmente ou em grupos.



**Figura 5** – Mapa conceitual construído para a apresentação geral da disciplina, no terceiro dia de aula.

Ao chegar na sala de aula os alunos estavam retornando das salas onde haviam feito provas. Pareciam cansados e não muito animados, mas quando disse a eles que iríamos ao laboratório de informática, mudaram o semblante. Quando chegamos ao laboratório o técnico estava ligando as máquinas e em seguida abrimos o programa. Pelo menos três alunos já haviam usado o programa em casa (na aula anterior eu havia dado o endereço onde

conseguir o programa), e isso facilitou um pouco. Assim que começaram a construção dos mapas trabalhando em duplas, foi percebido que a maioria dos alunos mostrava uma certa desenvoltura no uso do computador. No entanto, ficou claro que mesmo os mais familiarizados com o computador apresentaram dificuldades em usar o programa num primeiro momento. Foi constatado que haviam sido escolhidos pelo companheiro por serem vistos como “experts” em informática. Os primeiros passos foram dados de forma coletiva. Foi verificado também que eles rapidamente conseguiram construir um esboço do mapa conceitual, e que eles utilizaram o processo de diferenciação progressiva como forma de abordar os conceitos no mapa conceitual. Apenas uma dupla apresentou visível dificuldades de encontrar a lógica para a construção do mapa conceitual. Constatei através de questionamentos orais, que o problema daquele grupo situava-se no sentido do entendimento do conteúdo. Então, faltando cinco minutos para o término da aula eu pedi a eles que gravassem o arquivo criado por eles numa pasta aberta para esse propósito. Três duplas não conseguiram fazer isso prontamente, quando tive que intervir. Nesse sentido, vale ressaltar que muitos programas permitem que os arquivos sejam gravados de diversos formatos, é necessário então que seja definido preliminarmente a forma que se pretende gravar, de modo que esses arquivos possam ser facilmente recuperados pelos alunos e pelo professor.

Aproveitando o momento, foi perguntado aos alunos se o uso do programa facilitava construção dos mapas e se estavam entendendo melhor o conteúdo, eles então disseram que era melhor do que ficar lendo a apostila na sala de aula. Foi notado que eles mostraram entusiasmo verdadeiro pelo trabalho.

## **6. A avaliação do processo de ensino e aprendizagem**

No decorrer do desenvolvimento da metodologia de aula, foram avaliados se os conteúdos de biologia, principalmente os conceituais e proposicionais, ensinados na primeira série do ensino médio, foram aprendidos de forma significativa pelos alunos. Como preconiza a TAS, a aprendizagem

ocorre no momento em que o sujeito é capaz de relacionar os conhecimentos ensinados, com um aspecto relevante e inclusivo existente em sua estrutura cognitiva, esta relação é dita substantiva (não-litera) e não-arbitrária.

Considera-se que a avaliação dos resultados do processo de ensino e aprendizagem é uma empreitada complexa que demanda o uso de uma diversidade de instrumentos. Neste sentido, além das provas que avaliam a aprendizagem conceitual e proposicional, foram utilizados os mapas conceituais, onde foi analisado o progresso dos alunos em relação à aprendizagem dos conteúdos. A técnica de entrevista com um grupo focal foi utilizada no sentido de captar outras categorias de informações relacionadas à aprendizagem, como a motivação, sentimentos e valores.

#### **6.1. Avaliação mediante provas mensais e bimestrais**

A fim de não interferir na dinâmica de provas previstas pela escola, foram utilizadas, durante a investigação, as mesmas datas do calendário escolar para a realização das avaliações de aprendizagem. As provas previstas no calendário da escola são realizadas, no meio do bimestre e ao final deste, sendo designadas, respectivamente, prova mensal (P1) e prova bimestral (P2). Na elaboração dessas provas, foram utilizadas questões que envolviam resolução de problemas, perguntas diretas e questões contextualizadas.

Assim, no decorrer do semestre foram aplicadas cinco provas: uma prova de sondagem, duas provas mensais, duas provas bimestrais e ao término do período, uma prova final, abrangendo os conteúdos de todo o semestre (Tabela 2).

**Tabela 2** – Conjunto das provas aplicadas para a avaliação do rendimento dos alunos, ao longo do semestre. A nota final dos alunos corresponde à média P1 + P2.

		Turmas	1° Bimestre (2)		2° Bimestre (2)		(1)
Prova	de	A	P 1 + P 2	Média	P 1 + P 2	Média	<b>Prova Final</b>
Sondagem		B	P 1 + P 2	Média	P 1 + P 2	Média	

Na construção dessas provas foram privilegiados pelo menos dois aspectos que consideramos importantes a serem avaliados: os conteúdos conceituais e a capacidade do aluno de dissertar sobre determinado tema de biologia fazendo as devidas relações.

## **6.2. A avaliação mediante a análise dos mapas conceituais - MC.**

Para Moreira (1988, p. 5), os MC podem ser utilizados como instrumentos de avaliação da aprendizagem, uma vez que se trata da organização que o aprendiz faz em relação a um dado conhecimento. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre significados e relações entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno.

Desse modo, os alunos foram incentivados a construir os MC de modo colaborativo, a fim de que eles pudessem confrontar, em pequenos grupos, a articulação e a organização dos conceitos envolvidos no conhecimento de determinado tema da biologia.

Novak (2000, p. 11), destaca que os MC podem ser vistos como recursos auxiliares de avaliação, seja analisando o progresso dos alunos pela comparação dos MC por eles produzidos ao longo do estudo de um tema. Para isso pode ser considerado, por exemplo, a quantidade crescente de informações, a sua complexidade e as relações estabelecidas, seja pela comparação dos MC dos alunos com MC por especialistas.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> No presente estudo foram utilizados os mapas conceituais referentes a esse conteúdo produzidos por Amabis e Martho (2001), especialistas no tema.

Em algumas ocasiões, foi analisada a capacidade do aluno de incluir novas informações no mapa, solicitando que revisassem o mapa construído anteriormente. Essencialmente era feita a seguinte pergunta. Relendo o MC construído por vocês, o que vocês acham que pode ser acrescentado?

No decorrer do semestre foram construídos vários MC referentes aos diversos temas estudados. Os temas selecionados para a construção dos MC foram os mais gerais e inclusivos, conforme pode ser visto no quadro 1.

<b>Tema</b>	<b>Sub temas</b>
<b>Célula</b>	Teoria celular, medidas utilizadas em microscopia, organóides celulares
<b>Carboidratos</b>	Classificação dos carboidratos, funções dos carboidratos, principais carboidratos
<b>Lipídios</b>	Classificação dos lipídios, funções dos lipídios
<b>Proteínas</b>	Estrutura das proteínas, funções das proteínas, principais grupos de proteínas
<b>Núcleo</b>	Função do núcleo, estrutura
<b>Ácidos nucleicos</b>	DNA/RNA
<b>Mitose/Meiose</b>	Objetivos da divisão celular, principais eventos que ocorrem durante a divisão da célula

**Quadro 1** – Temas e sub-temas trabalhados que envolveram a construção de mapas conceituais.

Moreira (1990, p. 78) destaca que, *se se entende a aprendizagem como um processo de construção de significados os mapas conceituais, Vês epistemológicos<sup>13</sup>, questões de Gowin e as entrevistas ou combinações desses instrumentos são instrumentos apropriados de avaliação.*

---

<sup>13</sup> Para melhor esclarecimento sobre este instrumento heurístico, recomendo a leitura do livro Pesquisa em ensino: o Vê epistemológico de Gowin de Marco Antônio Moreira, 1990 – São Paulo, EPU.

Ao se analisar um MC o professor precisa ter claro que o se está analisando é uma das possíveis representações do conteúdo. E se o MC foi construído por um grupo de alunos, como a que ocorreu nesta pesquisa, ele passa a representar o consenso entre um grupo de alunos sobre um determinado assunto.

### **6.3. A prova final**

Esta prova foi exclusiva para os grupos controle e experimental, foi realizada ao término do semestre e objetivou avaliar a aprendizagem conceitual de todo o semestre. Ao contrário das provas P 1 e P 2, que são previamente marcadas, esta prova foi uma prova “surpresa”. Constou de nove questões com um nível elevado de abrangência de conteúdos. Por tratar-se de uma prova com a pretensão de avaliar o conteúdo do semestre, ela foi cuidadosamente construída de modo a verificar a aprendizagem através de questões mais gerais, relativas a cada um dos temas estudados pelos alunos. Nessa prova foram utilizados os mesmos critérios de escolha das questões das provas mensais e bimestrais.

### **6.4. Avaliação da experiência mediante a técnica do Grupo Focal**

Por entender que a avaliação da aprendizagem significativa demanda a análise de uma realidade complexa, a técnica de Grupo Focal<sup>14</sup> foi escolhida porque possibilita uma análise mais qualitativa dos resultados obtidos pela pesquisa.

Esta técnica foi utilizada objetivando captar a percepção dos alunos sobre o ensino e a aprendizagem dos conteúdos de biologia, ao final de cinco meses da investigação. Neste sentido, foram convidados quatorze alunos do GE. De modo a garantir a representatividade do universo pesquisado foram utilizados os seguintes critérios para a escolha dos alunos que comporiam o grupo focal:

---

<sup>14</sup> A técnica de grupo focal foi obtida baseado no texto produzido por Beatriz Carlini-Cotrim - Potencialidades da técnica qualitativa *grupo focal* em investigações sobre abuso de substâncias - do Departamento de Psicobiologia da Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, SP – Brasil.

- a) alunos que apresentaram dificuldades no uso do programa de computador *CMap Tools* (3 alunos);
- b) alunos que apresentaram rendimento positivo e satisfatório no teste inicial e nos testes subsequentes (4 alunos);
- c) alunos que apresentaram dificuldades no teste inicial e subsequentes (3 alunos);
- d) alunos que apresentaram muitas dificuldades no teste inicial e apresentaram uma substancial melhora em seus escores, em testes posteriores (4 alunos).

A entrevista ocorreu nas dependências do colégio, tendo sido gravada em VHS e K7 com duração de uma hora e vinte minutos. Por tratar-se de um grupo relativamente pequeno foi realizada apenas uma reunião.

No decorrer da entrevista, os participantes foram estimulados pelo moderador a discutir entre si as suas impressões, trocar experiências e sentimentos, valores, dificuldades em relação à metodologia de aula utilizada.

Foi seguido um roteiro de questões que abordava os seguintes temas: (1) mapas conceituais, seu uso e formas de construção; (2) o uso de notícias de jornais, revistas como organizadores prévios; (3) a utilização do programa *CMap tools* como ferramenta facilitadora e motivadora na construção dos mapas conceituais.

#### **6.4.1. Como ocorreu o encontro do grupo focal**

Ao chegarem para o encontro os alunos encontraram as cadeiras dispostas em um semicírculo. No meio da sala deste semicírculo havia uma mesa com alguns papéis e um pequeno gravador. Uma câmara para a gravação em VHS estava estrategicamente posicionada num canto, de modo que pudesse registrar a todos. Quase todos os alunos foram pontuais. Chegando atrasados

apenas dois deles. A princípio foi explicado os motivos da discussão, pois eles não haviam sido informados anteriormente. Foi dito que se tratava de uma discussão sobre a metodologia de aula que eles tiveram no primeiro semestre.

Foi enfatizado que a minha presença ali era para coordenar a discussão, estimulando a participação de todos e assegurar que se centrassem no assunto que estava sendo proposto. Foi pedido que ficassem o mais a vontade possível em relação à câmera e ao gravador, colocados a certa distância e assegurei que o objetivo daquele encontro era conhecer a avaliação que os alunos de modo geral faziam do trabalho realizado na disciplina, sem a preocupação de identificar as opiniões de cada um em particular.

Em seguida, objetivando lembrar os participantes da dinâmica de aula ocorrida no primeiro semestre do ano, foi apresentado a eles, fotos do grupo no laboratório de informática, alguns mapas conceituais manuscritos, outros construídos utilizando o software e alguns dos “textos” (organizadores prévios) utilizados. A seguir, como estava previsto no roteiro, foram feitas perguntas tentando promover um clima de tranquilidade de modo que a discussão fluísse naturalmente. Mesmo com a presença da câmera, os alunos ficaram à vontade. Dos treze alunos presentes, quatro deles não se posicionaram em nenhum momento, a não ser para concordar ou discordar de algo, dizendo sim ou não.

#### **6.4.2. Análise dos dados do grupo focal**

A princípio foram feitas as transcrições das falas dos alunos obtidas através das gravações. As falas foram sistematizadas, com base nas categorias previamente selecionadas: uso e construção dos mapas conceituais (manuscritos e através do software) e utilização dos textos com a finalidade de prover um contexto e idéias de esteio.

Os dados foram tabulados, considerando a freqüência das falas. Para isso procurou-se levar em consideração: as palavras utilizadas repetidamente, o

contexto no qual a informação foi obtida, concordâncias entre as opiniões dos participantes, alteração de opiniões ocasionadas pela pressão de alguns participantes, respostas dadas em função de experiências pessoais de maior relevância do que impressões vagas, idéias principais, dificuldades de compreensão das perguntas feitas, entusiasmos, dificuldades no enfrentamento de desafios, etc. A seguir foi elaborado um quadro geral das idéias preponderantes, ou seja, as falas foram categorizadas.

O objetivo do grupo focal foi determinar as percepções, preferências e revelar as experiências positivas ou negativas em relação à metodologia de aula utilizada e às experiências vividas em decorrência dela.

## **CAPÍTULO V**

### **APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: AS DIFICULDADES DO PERCURSO E OS GANHOS NOS RESULTADOS**

As análises apresentadas a seguir baseiam-se no desempenho dos alunos em provas convencionais, na análise dos MCs por eles produzidos ao longo do estudo e nas considerações expressas por um grupo representativo de alunos, ao participarem de uma entrevista mediante a técnica do Grupo Focal, avaliando a experiência por eles vivida.

#### **1. Análise comparativa do desempenho dos alunos dos Grupos experimental e controle em provas convencionais.**

Um primeiro nível de análise envolve a comparação do desempenho acadêmico dos alunos do GE e do GC , em provas convencionais, realizadas ao longo do semestre, conforme o calendário previsto pela escola. Na tabela abaixo são apresentados os dados resultantes do cálculo das médias, desvios padrão e do teste estatístico aplicado (teste “t” para comparação de duas médias independentes):

**Tabela 3** – Média e desvio-padrão das notas das cinco provas aplicadas.

	Grupo Experimental (n= 43)	Grupo Controle (n=40)	Valor de t
Provas	Média (DP)	Média (DP)	
P1	6,5 (2,7)	5,0 (3,1)	2,60 * t
P2	5,1 (2,8)	4,9 (2,6)	0,63 - t
P3	5,4 (3,1)	4,8 (2,8)	1,00 - t
P4	7,2 (2,9)	6,2 (3,1)	2,00 * t
P5	4,5 (2,2)	3,5 (2,3)	1,98 * t

(\*) Significativo: A média do GE é maior que a do GC.

DP – Desvio-padrão NS = 0,05 tc = 1,66

Uma primeira comparação entre os resultados dos dois grupos mostra que o desempenho dos alunos do GE foi melhor em relação aos alunos do GC. As médias do GC foram inferiores às médias do GE em todas as provas aplicadas, sendo que em três delas ( P1, P4 e P5) a diferença foi estatisticamente significativa.

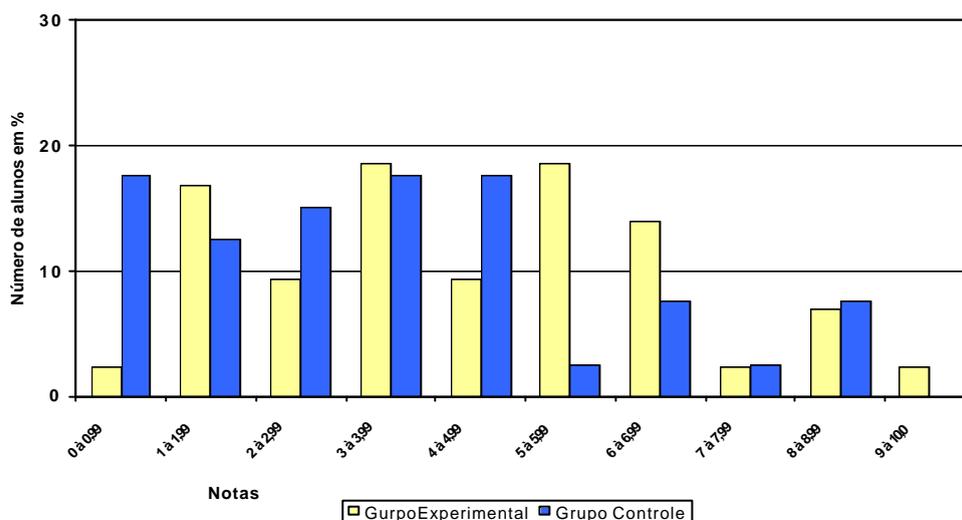
### 1.1. Os resultados da prova final (P5)

Alguns aspectos merecem ser destacados em relação aos resultados da prova aplicada ao final da intervenção (P5). Nessa prova, as notas dos alunos foram consideravelmente menores, tanto no GE como no GC, provavelmente devido à extensão dos conteúdos abrangidos pela prova (conteúdos do semestre) e pela maior complexidade das questões, envolvendo interpretação, aplicação de conhecimentos, habilidade para analisar situações, etc.

Além disso, os alunos não foram avisados sobre a aplicação dessa prova e, portanto não haviam feito a habitual “revisão de última hora”. O objetivo da aplicação dessa prova “surpresa” era verificar se a metodologia utilizada no GE, favoreceria uma aprendizagem mais duradoura, conforme os princípios da teoria de Ausubel. Finalmente, os resultados dessa última prova provavelmente reflitam melhor os possíveis efeitos da metodologia utilizada no GE ao longo do

semestre, uma vez que foram avaliados os conteúdos estudados durante o semestre.

O Grupo Experimental apresentou um número maior de alunos com notas superiores a 5,0 do que o Grupo Controle (41,8% do GE contra 20% do GC). Além disso, mesmo nas notas inferiores a essa média, os resultados do GE são superiores aos do GC, como pode ser visto no Gráfico 2:



**Gráfico 2** – Notas dos alunos dos grupos experimental e controle na prova final (P5).

## 1.2. O potencial da TAS para o ensino-aprendizagem dos alunos de baixo rendimento escolar

Ao se analisar o desempenho dos alunos, foi possível detectar aqueles que apresentavam geralmente, um bom desempenho escolar que isso independe do método ou da atuação do professor. Uma vez que apresentaram ganhos pouco significativos no decorrer da investigação. Possivelmente esse grupo de alunos sejam pouco favorecidos pelo método. Diante dos resultados apresentados pelos alunos que apresentavam um rendimento aquém do esperado, o desafio dos professores, é encontrar os meios para favorecer a aprendizagem significativa destes. É nesse sentido que a TAS pode ajudar o professor a organizar o seu ensino de modo que esses alunos efetivamente passem a apresentar um rendimento melhor.

Para verificar essa possibilidade foram analisados os desempenhos dos alunos de maior e menor rendimento dos grupos experimental e controle, comparando-se os resultados da Prova de Sondagem com a média das quatro provas convencionais aplicadas ao longo do semestre.

As notas da prova de sondagem dos alunos de ambas as salas (GE e GC) foram ordenadas e, então, foram destacadas as 10 notas mais altas e as 10 mais baixas de cada um dos grupos. Dessa forma, ficaram definidos quatro subgrupos: dois de baixo rendimento (GE e GC) e dois de melhor rendimento (GE e GC). A comparação entre a nota da prova de sondagem e a média das notas alcançadas nas quatro provas do semestre, possibilitou avaliar os “ganhos” dos alunos de cada um desses subgrupos, conforme pode ser visto nas Tabelas 4 e 5.

**Tabela 4** - Evolução dos 10 alunos do GE e do GC com as melhores notas na prova de sondagem. O cálculo do “ganho” (pontos) foi feito pela comparação entre a nota da prova de sondagem e a média das quatro provas aplicadas.

GRUPO DE MAIOR DESEMPENHO															
	PS		P1		P2		P3		P4		Média		Vantagem		
	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	
<b>a</b>	4,5	4,5	8,5	8,5	9,0	3,0	10,0	6,0	10,0	10,0	9,4	6,9	4,9	2,4	
<b>b</b>	5,4	5,1	3,0	10,0	4,5	9,0	4,8	8,5	9,5	9,0	5,5	9,1	0,1	4,0	
<b>c</b>	5,9	5,2	9,0	9,0	8,0	3,0	8,0	4,5	10,0	7,0	8,8	5,9	2,9	0,7	
<b>d</b>	5,9	5,2	8,0	6,3	7,5	6,0	9,4	6,0	10,0	8,0	8,7	6,6	2,8	1,4	
<b>e</b>	6,1	5,6	10,0	8,5	10,0	10,0	10,0	6,5	10,0	5,0	10,0	7,5	3,9	1,9	
<b>f</b>	6,4	5,7	4,0	6,5	2,6	4,0	6,0	7,0	4,0	4,5	4,2	5,5	-2,3	-0,2	
<b>g</b>	6,7	5,7	10,0	4,0	10,0	7,5	10,0	4,5	10,0	3,5	10,0	4,9	3,3	-0,8	
<b>h</b>	6,8	6,1	2,0	7,5	7,5	6,0	5,7	10,0	7,0	10,0	5,6	8,4	-1,3	2,3	
<b>i</b>	7,0	6,2	6,0	3,0	4,5	4,5	10,0	10,0	10,0	8,5	7,6	6,5	0,6	0,3	
<b>j</b>	7,0	6,2	10,0	5,0	10,0	7,0	8,0	6,5	8,5	4,0	9,1	5,6	2,1	-0,6	
													<b>Total</b>	<b>20,6</b>	<b>13,0</b>

**Tabela 5** - Evolução dos 10 alunos do GE e do GC com as menores notas na prova de sondagem. O cálculo do “ganho” (pontos) foi feito pela comparação entre a nota da prova de sondagem e a média das quatro provas aplicadas.

GRUPO DE MENOR DESEMPENHO															
	PS		P1		P2		P3		P4		Média		Vantagem		
	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	
<b>a</b>	1,6	1,1	6,0	1,0	4,0	1,5	3,0	1,0	6,5	5,5	4,9	2,2	3,3	1,1	
<b>b</b>	2,0	1,5	5,5	0,0	4,5	1,5	5,2	2,0	7,0	2,5	5,6	1,5	3,6	0,0	
<b>c</b>	2,1	1,6	4,0	2,0	2,0	4,0	2,5	2,0	10,0	0,0	4,6	2,0	2,5	0,4	
<b>d</b>	2,2	1,8	2,0	2,5	4,0	4,5	0,5	4,0	5,0	10,0	2,9	5,3	0,7	3,5	
<b>e</b>	2,4	1,9	3,0	4,0	3,0	3,0	2,0	0,5	3,0	4,5	2,8	3,0	0,4	1,1	
<b>f</b>	2,6	2,0	10,0	6,0	8,0	3,0	10,0	2,0	10,0	4,0	9,5	3,8	6,9	1,8	
<b>g</b>	2,7	2,0	4,5	5,0	4,5	3,0	10,0	7,7	7,0	8,5	6,5	6,1	3,8	4,1	
<b>h</b>	2,7	2,1	5,5	5,0	4,5	5,6	4,0	2,5	7,0	4,5	5,3	4,4	2,6	2,3	
<b>i</b>	2,7	2,4	8,5	7,5	9,0	4,5	7,4	1,0	10,0	10,0	8,7	5,8	6,0	3,4	
<b>j</b>	2,7	2,4	7,0	7,0	3,0	10,0	3,0	0,5	7,0	5,0	5,0	5,6	2,3	3,2	
													<b>Total</b>	<b>32,1</b>	<b>20,9</b>

A princípio nota-se que conjunto dos quatro sub grupos (maior e menor rendimento, dos grupos experimental e controle), que todos registraram ganhos. Ao se analisar o total de ganhos (vantagem) do grupo de maior desempenho, nota-se que o grupo experimental apresentou uma nítida diferença em relação ao grupo controle 7,6 pontos (20,6 GE e 13 GC). Em relação aos dois grupos de menor rendimento, tanto o GE como o GC apresentaram ganhos positivos maiores, porém o GE apresentou ganhos superiores se comparado o GC (32,1 do GE contra 20,9 do GC), por isso que a suposição de que o GE foi favorecido devido a TAS pode, segundo mostra a Tabela 3 pode ser considerada.

Esta vantagem é expressiva, no entanto, talvez análises mais detalhadas como por exemplo a prova da mediana ou um teste paramétrico poderiam acrescentar mais informações.

Ao se analisar o conjunto dos dados (Tabela 4 e 5) a conclusão a provavelmente chegaremos é de que os grupos tiveram desempenhos muito próximos, mas ao se analisar caso a caso, há algumas situações que merecem ser destacadas do conjunto dos dados.

Podemos destacar que no grupo de melhor desempenho GE, os ganhos obtidos foram melhor distribuídos ao longo do grupo, por exemplo, o aluno (a) obteve um ganho de 4,9 pontos; os alunos (c), (d) e (e) também tiveram ganhos, respectivamente 2,9 , 2,8 e 3,9 pontos, se compararmos os ganhos desse pequeno grupo de alunos no GC, verificaremos que os ganhos foram, além de menores, mal distribuídos, a distribuição ficou assim, aluno (a) 2,4 pontos, (c), (d) e (e), respectivamente 0,7 , 1,4 , e 1,9.

A evolução positiva nos escores de alguns alunos do grupo de menor desempenho, talvez tenha sido favorecida pelo fato de alguns deles terem feito par com alunos que apresentavam resultados significativos. Por exemplo, no grupo de menor desempenho o aluno (f) do GE que apresentou o maior ganho (6,9 pontos), fez par (na construção dos MC) com o aluno (g) do grupo de menor desempenho, porém que apresentou o terceiro maior ganho (3,8 pontos); o aluno (i), também do grupo de menor desempenho, apresentou um ganho maior (6,0 pontos) e fez par com o aluno (g) do grupo de maior desempenho.

A explicação para tal fato, pode estar nas considerações de Vygotsky , para ele, o professor ou um aluno de melhor desempenho pode atuar como mediador entre o conhecimento e o sujeito, propiciando a ele um maior desenvolvimento na Zona de Desenvolvimento Proximal - ZPD. Para Vygotsky, este é o desafio do professor, levar o aluno da região que é desenvolvimento real, para a região de potencialidade para o aprendizado, que foi determinada como a Zona de Desenvolvimento Proximal. Para Vygotsky o papel do professor, que é de mediador, pode ser realizado por um companheiro que encontra num nível superior de desenvolvimento.

## **2. Análises da evolução da aprendizagem dos alunos mediante os mapas conceituais.**

Na análise e avaliação dos mapas conceituais produzidos pelos alunos ao longo do semestre, foram considerados dois aspectos:(a) o progressivo

aumento no grau de complexidade dos mapas conceituais construídos pelos alunos e (b) a comparação entre os mapas construídos pelos alunos e aqueles construídos por um especialista na área, no caso, os mapas elaborados por Amabis e Martho (2001).

Para tentar estabelecer relações entre o desempenho dos alunos, expresso nas notas das provas ao longo do semestre e a qualidade dos mapas conceituais por eles produzidos nesse mesmo período, foram destacados três conjuntos de alunos, a saber:

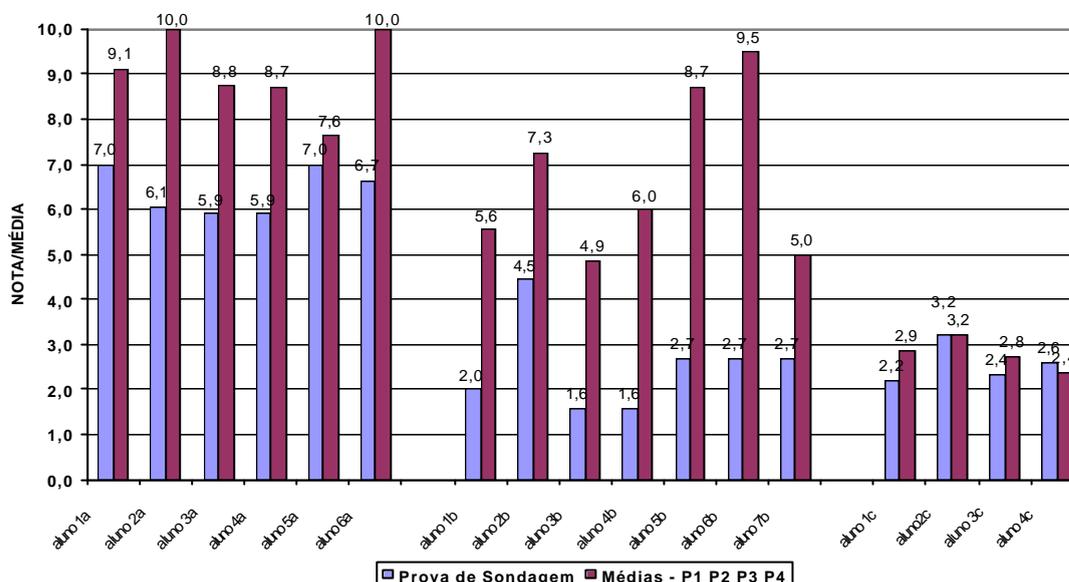
**(a)** um primeiro conjunto que engloba seis alunos (1a, 2a,...6a no gráfico 4) com elevado desempenho acadêmico. São alunos que tiveram um bom desempenho na prova de sondagem e médias elevadas nas quatro provas básicas do semestre;

**(b)** um segundo conjunto de alunos ( 1b, 2b, ...7b) que apresentam um nítido crescimento em seu desempenho quando se compara os resultados da prova de sondagem com as médias das provas P1, P2, P3 e P4 e

**(c)** um terceiro conjunto, com quatro alunos (1c, 2c, 3c, 4c), que não progrediram ou progrediram muito pouco, mantendo baixos níveis de rendimento escolar do início ao final do semestre. (\*)

---

\* Destaca-se que o grupo (c), constituído pelos alunos que apresentaram pouco ou nenhum progresso no semestre, de que se trata de alunos com o seguinte perfil: não eram alunos regulares do colégio; apresentavam falta de experiência em informática; e de procedência sócio econômica baixa, valendo-se de bolsas filantrópicas.



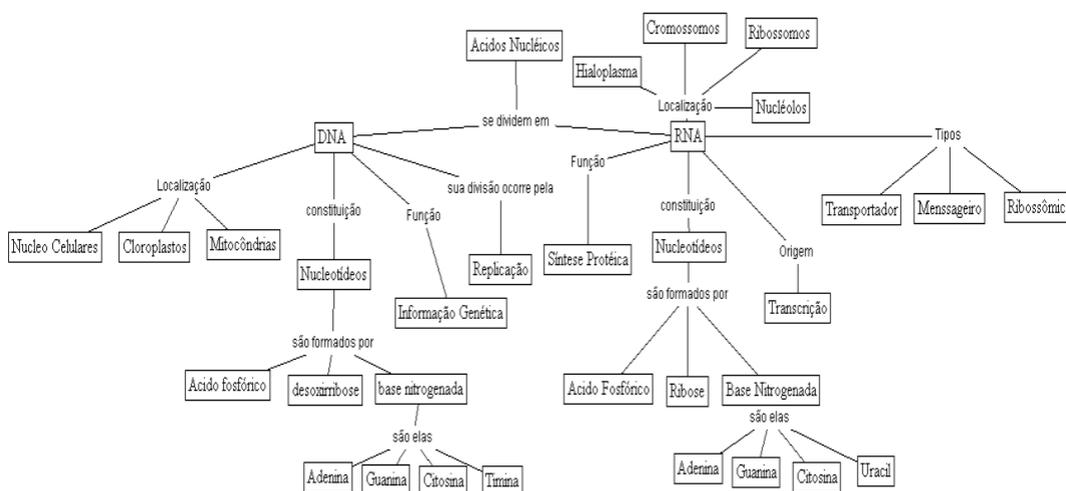
**Gráfico 3** – Comparação entre o resultado da prova de sondagem e a média das 4 provas aplicadas ao longo do semestre, evidenciando a evolução no rendimento de 3 grupos de alunos do GE.

Cabe lembrar que os mapas conceituais eram sempre construídos em duplas, apostando que o trabalho colaborativo poderia favorecer a aprendizagem. Embora a análise focalize o desempenho de um (a) aluno (a) em particular, não se pode desconsiderar o fato de que o trabalho em parceria pode contribuir (e deve ter contribuído) efetivamente para o aprendizado. Não houve nenhum critério pré-estabelecido para a composição das mesmas.

### 2.1. Análise do desenvolvimento dos alunos do conjunto (a).

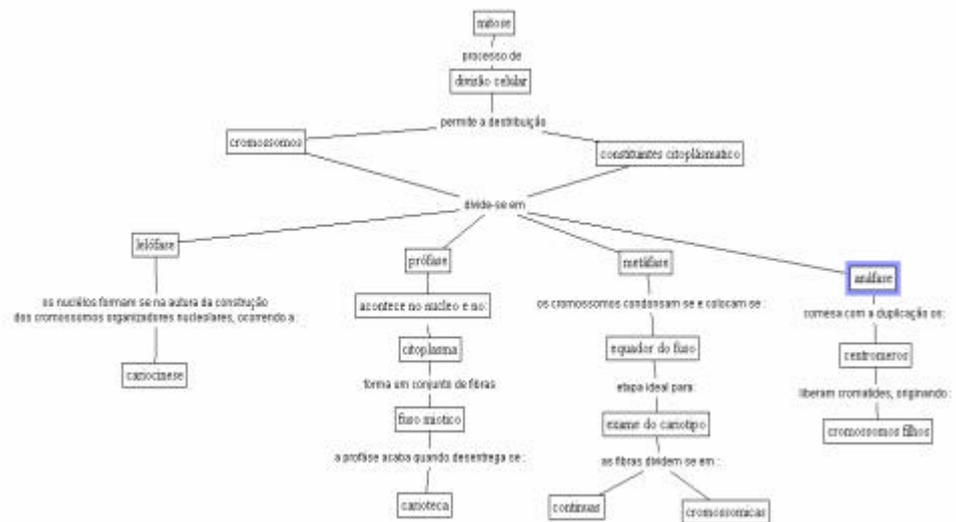
A seguir serão apresentadas as análises do desenvolvimento dos alunos feitas a partir do Gráfico 4. Serão comparados os resultados obtidos no prova de sondagem e a média das 4 provas aplicadas ao longo do semestre e também a evolução dos alunos em seus mapas conceituais, conforme critérios estabelecidos no item 2.

Observa-se por exemplo que o aluno 5a que tirou a nota 7,0 na prova de sondagem evoluiu para 9,1 (média das quatro provas convencionais). Mediante a análise de dois de seus MC, nota-se que apresenta as relações corretas entre os conceitos e uma considerável complexidade. A Figura 6 apresenta o MC que foi construído no mês de março e a Figura 7 o que foi construído no mês de maio, ao se comparar os dois observa que os conceitos referentes ao tema foram bem posicionados, e as relações refletem uma boa organização do conhecimento. O MC apresenta os conceitos fundamentais relativos ao tema (ácidos nucléicos) como a composição química, a localização e os tipos. A construção deste mapa (Figura 6) foi um desafio, visto que os alunos teriam que agrupar o estudo do DNA com o RNA.



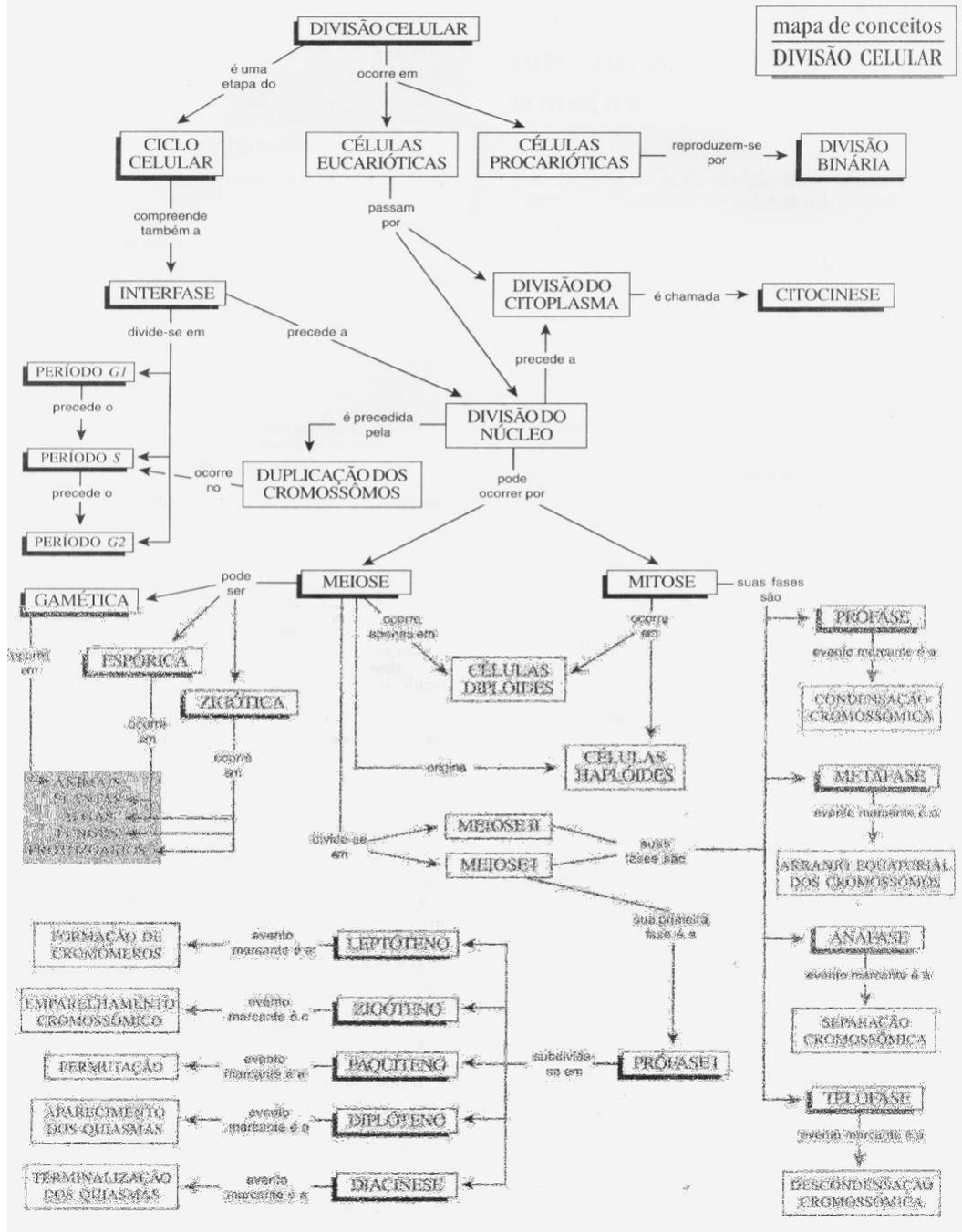
**Figura 6** - Mapa conceitual sobre ácidos nucléicos. (aluno 5a , março)

Este outro MC (Figura 7), cujo tema é divisão celular (mitose), nota-se uma boa organização dos conceitos, as principais mudanças que ocorrem em cada uma das fases do processo estão presentes, apesar de haver confusão na seqüência das mesmas. Destaca-se que este aluno (5a) teve como parceiro o aluno (a) do grupo de maior desempenho (Tabela 2).



**Figura 7** - Mapa conceitual sobre mitose. (aluno 5a , maio)

Ao se comparar este mapa conceitual com um mapa produzido por um especialista (Figura 8), nota-se que nele, o aluno conseguiu evidenciar as relações mais importantes a serem estabelecidas: como as fases da mitose, e as principais transformações ocorridas durante cada uma das fases.



**Figura 8** - Mapa conceitual sobre o tema divisão celular (mitose). (Amabis e Martho, 2001, p. 63)

Pela Figura 9 e 10, que representam os MCs referentes ao tema mitose e tecido conjuntivo, respectivamente, a mesma análise feita anteriormente se aplica. Os MCs produzidos pelo aluno 4a, evidencia uma boa organização conceitual dos conteúdos estudados. Ao se comparar o MC construído no mês de maio com outro construído no mês junho, observa-se que ambos são bastante complexos. Nota-se que as fases, as principais transformações e as funções deste tipo de divisão celular aparecem no MC, evidenciando que o aluno soube organizar os conceitos. Nota-se também que o aluno chegou a citar a meiose, que constitui um outro tipo de divisão da célula, que ele havia estudado.

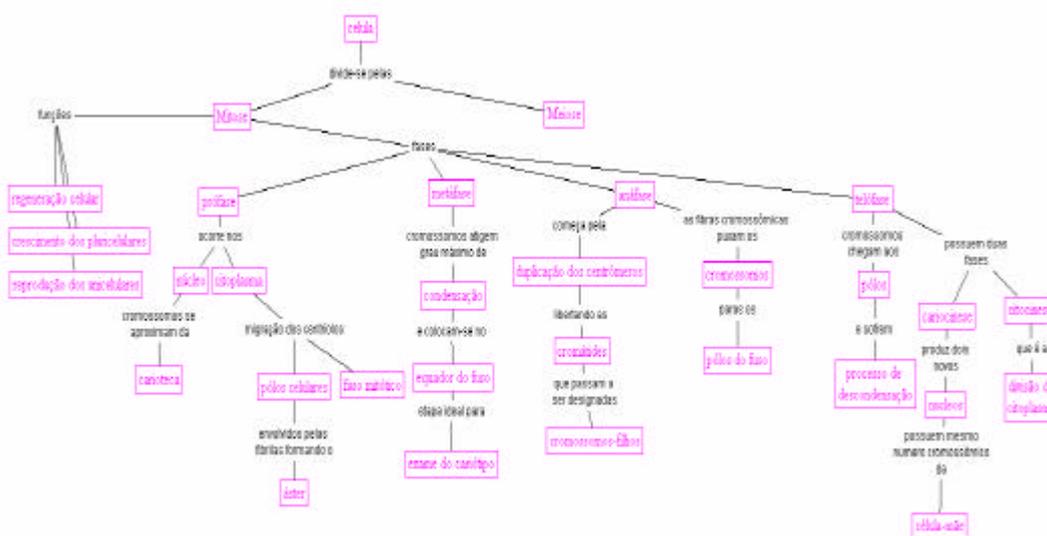


Figura 9 - Mapa conceitual sobre a divisão celular. (aluno 4a, maio)

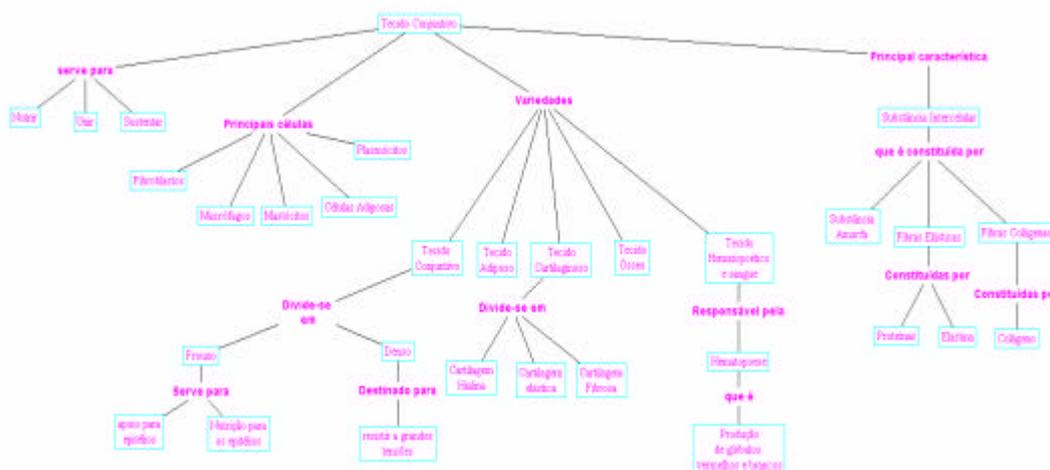


Figura 10 - Mapa conceitual sobre o tema tecido conjuntivo. (aluno 4a, junho)

## 2.2 Análise do desenvolvimento dos alunos do conjunto (b)

Observa-se que os sete alunos que compõem o grupo analisado (1b ao 7b) apresentaram um nítido crescimento em seu desempenho nas provas. Este grupo é de especial interesse, uma vez é constituído pelos alunos que apresentaram uma evolução positiva em seus escores no decorrer do semestre. Foram selecionados para análise os MC dos alunos 5b, 6b e 7b que apresentaram um ganho considerável em termos de rendimento acadêmico, quando se compara a nota da prova de sondagem com a média das quatro provas convencionais.

Cabe lembrar que os MC foram construídos em duplas, e essas duplas se mantiveram até o final da investigação.

Analisando o diagrama construído pelo aluno 5b e comparando-se com outro construído posteriormente, pode-se verificar o avanço na complexidade e organização dos conceitos e a relação nele expressas. No MC estão presentes as fases, as principais funções e, também, as principais transformações que ocorrem durante a mitose. Evidencia-se uma boa relação entre os conceitos.

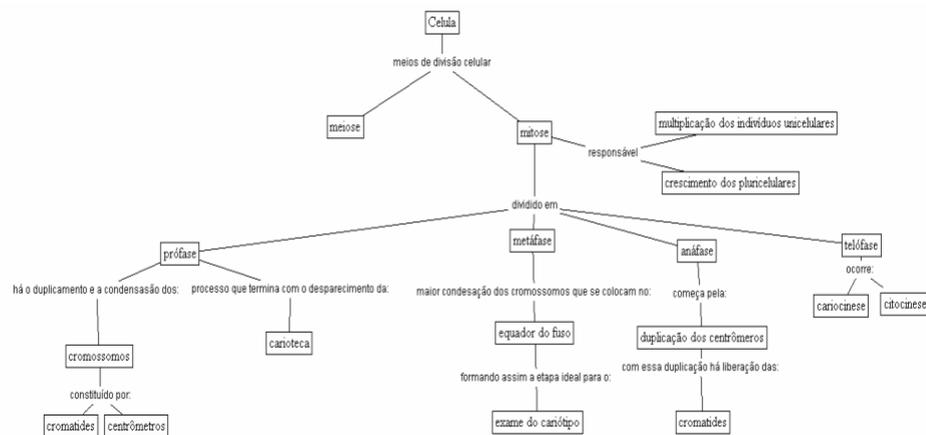
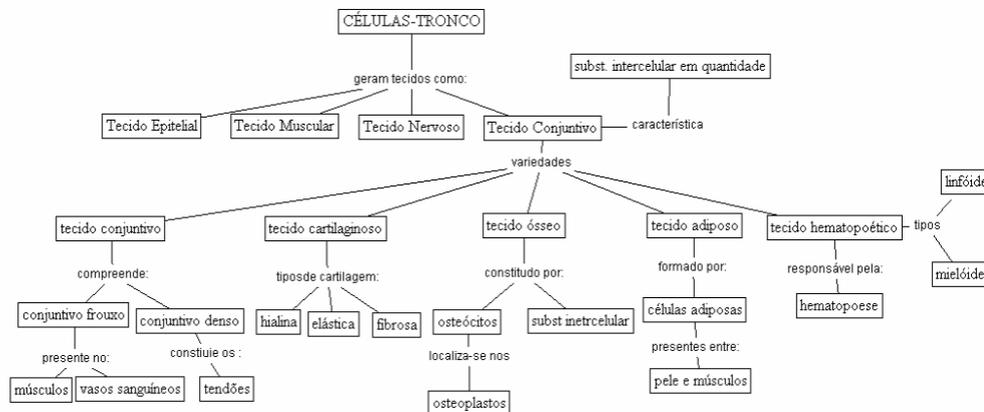


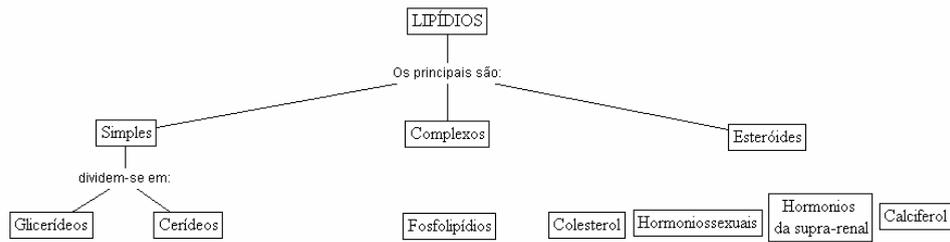
Figura 11 – Mapa conceitual sobre a mitose. (aluno 5b, maio)



**Figura 12** – Mapa conceitual sobre tecido conjuntivo. (aluno 5b, junho)

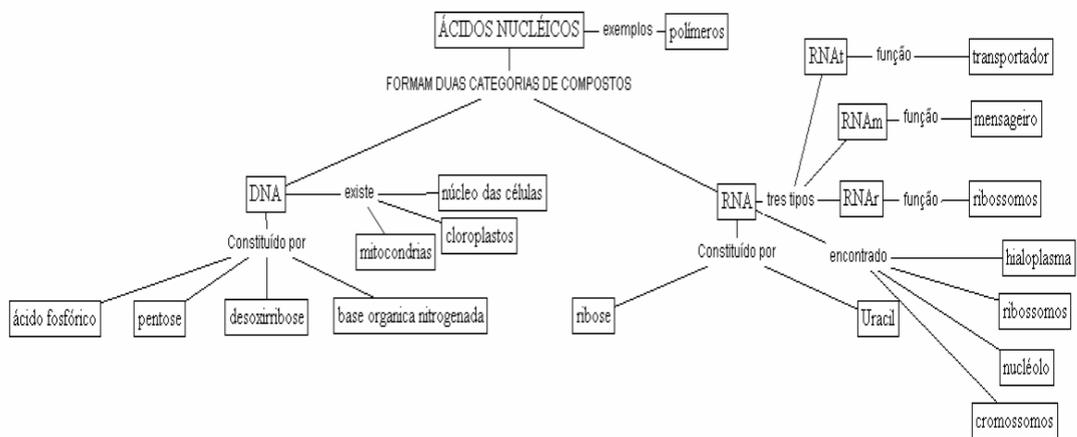
Apesar de se tratarem de assuntos diferentes, ambos apresentam um vasto campo conceitual. Se comparado com um diagrama construído por um especialista Amabis e Martho (2001, p. 71), verificamos que o grupo foi capaz de organizar de forma lógica esse campo conceitual. A expressão célula-tronco não foi sugerida aos alunos, foi utilizada pelo professor a palavra tecido, provavelmente o uso da expressão célula-tronco derivou-se do fato de ter sido usado um texto (como organizador prévio), no qual havia referência explícita ao assunto e ao termo.





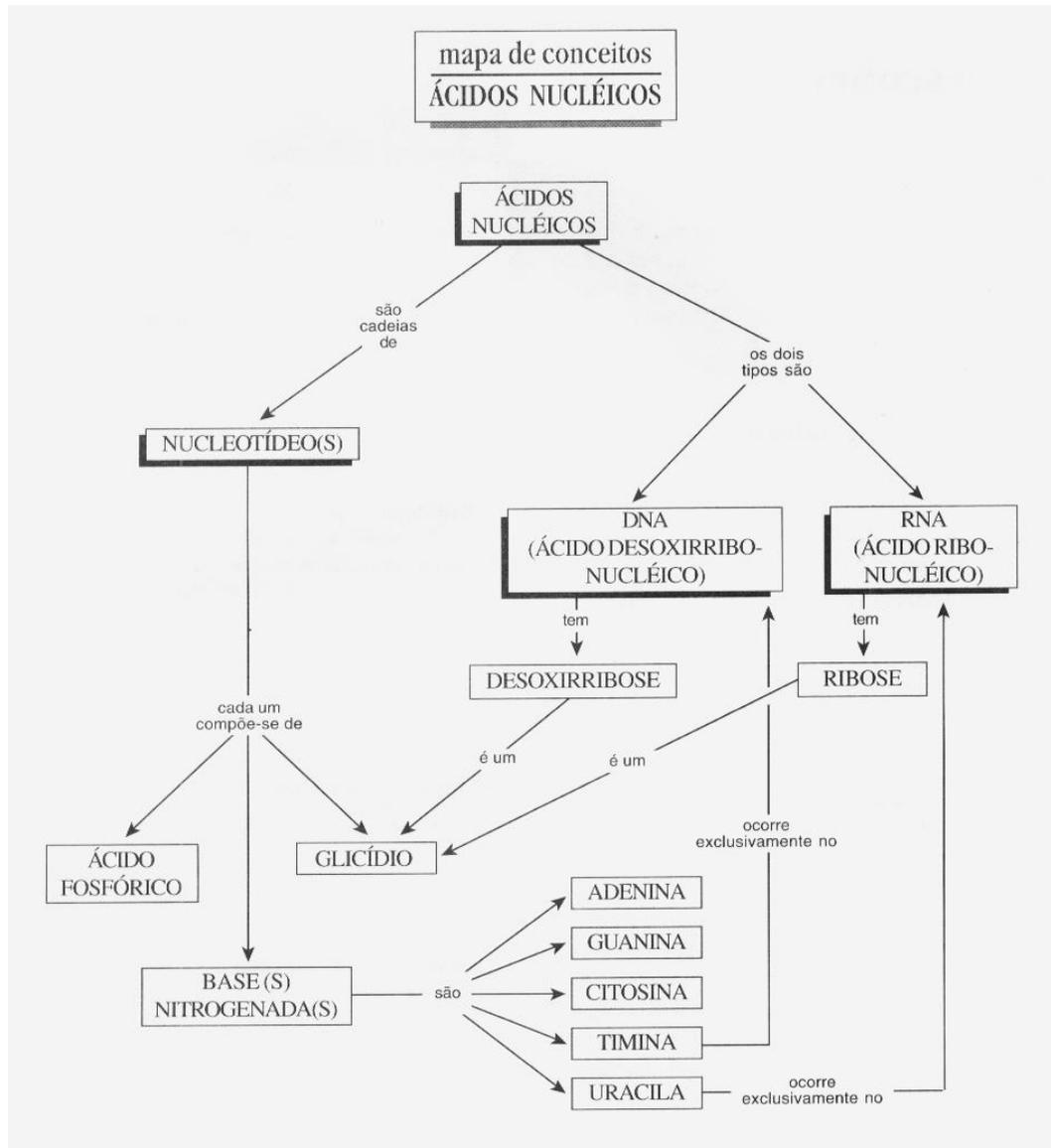
**Figura 14** – Mapa conceitual sobre os lipídios. (aluno 6b, fevereiro)

No mapa seguinte (Figura 15), notamos que houve um avanço na organização dos conceitos e aumento na sua complexidade. Este aluno fez par com o aluno (g) de menor desempenho (Tabela 3), nota-se que ambos apresentaram uma sensível melhora em seus desempenhos no decorrer do semestre, evidenciando que o trabalho em grupo, oferece a possibilidade de crescimento mútuo. Pelo MC construído pela dupla no mês de março, podemos evidenciar uma maior organização conceitual e um maior número de relações se comparado ao primeiro (Figura 14). Nota-se o MC apresenta os principais conceitos, como os relativos à a composição química, tipos e funções.



**Figura 15** – Mapa conceitual sobre os ácidos nucleicos. (aluno 6b, março)

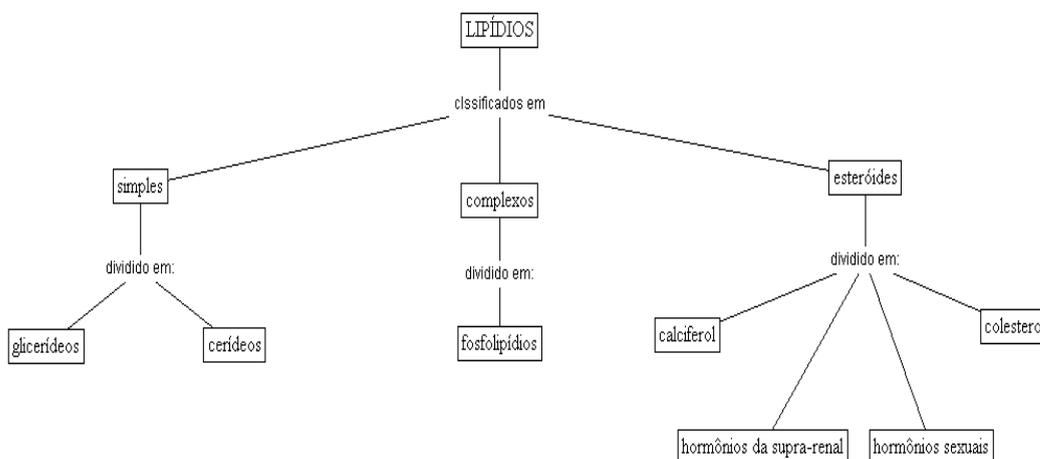
Se for comparado com um mapa conceitual construído por Amabis e Martho (2001), podemos verificar que os conceitos estão organizados de forma satisfatória, contemplando os aspectos mais importantes do assunto (constituição química, localização e funções).



**Figura 16** – Mapa conceitual sobre os ácidos nucleicos. (Amabis e Martho, 2001, p. 21).

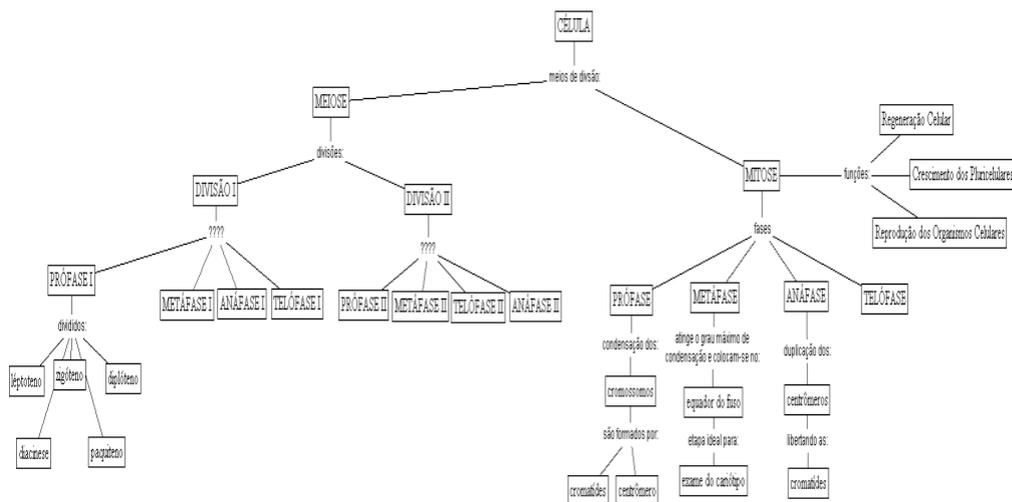
Ao se analisar os MC do aluno 7b que teve nota inicial 2,7 e média 5,0 nas quatro provas convencionais, observa-se que também houve um avanço em complexidade de seus mapas conceituais. O mapa conceitual representado pela Figura 17, foi o primeiro diagrama construído pelo grupo. Nota-se que este primeiro mapa apresenta uma organização conceitual satisfatória, no entanto, não

representa a complexidade do tema, nele aparecem apenas a classificação dos lipídios. Não há referências às funções e composição química por exemplo.



**Figura 17** – Mapa conceitual sobre os lipídios. (aluno 7b, março)

Se comparado a outro MC construído posteriormente, apesar de tratar-se de um tema diferente, constata-se que a dupla apresentou um conjunto de idéias bem estruturadas. O aluno em questão, fez par com outro aluno, que também apresentava alto desempenho escolar, mas que não aparece na Tabela 2. Esta também pode ser uma evidência de que o trabalho em duplas pode dar um bom resultado, quando os alunos são estimulados a trabalhar na construção de seu conhecimento com a participação de outro, verificou-se que a disposição dos conceitos nos MC depende de negociação e consenso com o colega da dupla.



**Figura 18** – Mapa conceitual sobre a divisão celular. (aluno 7b, maio)

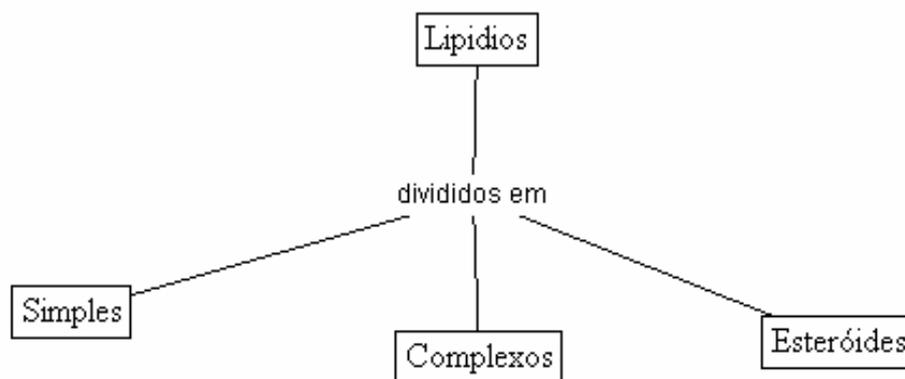
Ao se comparar este MC (Figura 18) com um mapa construído por Amabis e Martho (Figura 8), notamos que os conceitos estão organizados de forma satisfatória, uma vez que contempla os aspectos mais importantes dos processos de divisão celular, que são as fases, sub-fases e as principais transformações ocorridas durante o processo.

### 2.3. Análise dos desempenhos dos alunos do conjunto (c).

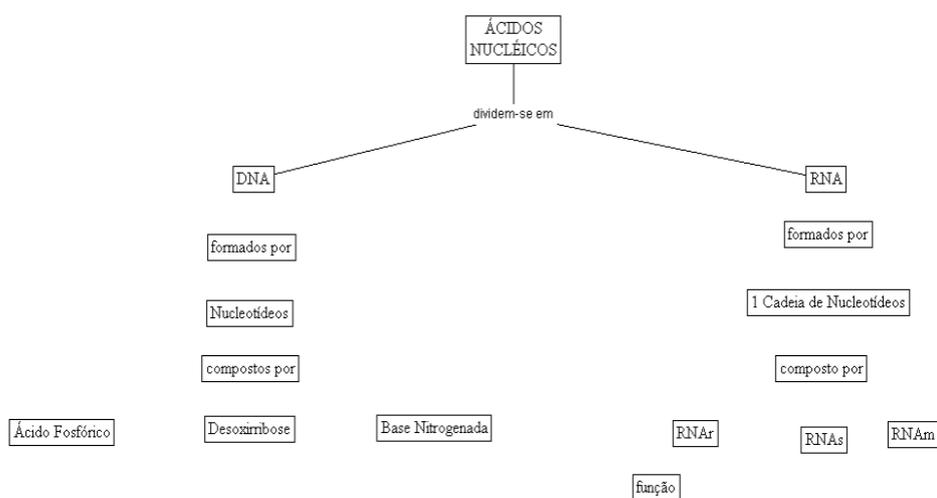
Ao se analisar a evolução do aluno 4c, nota-se que o mesmo apresentou nota 2,8 na prova de sondagem e obteve média 2,4 nas quatro provas convencionais.

Constata-se que o aluno não conseguiu avançar em seus MC além das idéias básicas relacionadas a cada um dos temas, como se pode verificar pelas Figuras 19 e 20. Notou-se que este aluno teve dificuldades com o uso do computador, além de faltar-lhe um parceiro de maior desempenho que o ajudasse/estimulasse. Apenas a classificação básica dos lipídios foi alcançada pelo aluno, seus MC representam apenas uma parte da complexidade do tema. Por exemplo, em relação aos MCs (Figura 19 e 20) o aluno apresentou somente os grandes grupos em que são classificados os lipídios e os ácidos nucléicos, a

hipótese é que ele não percebeu ou não conseguiu perceber as subdivisões de cada grupo.



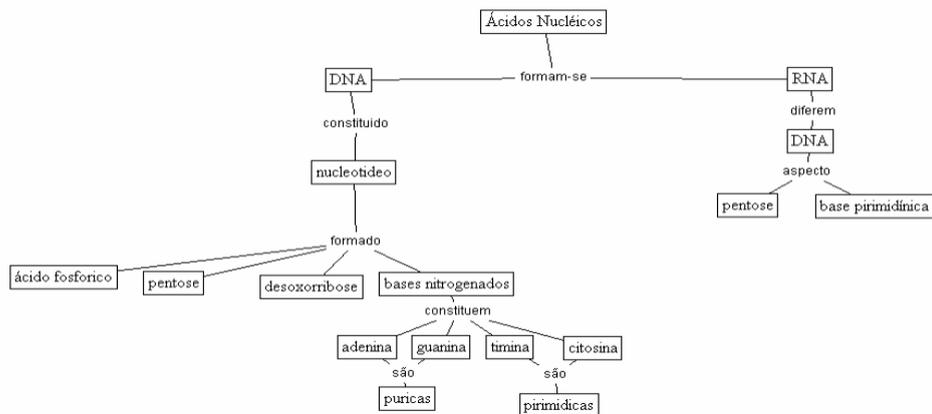
**Figura 19** – Mapa conceitual sobre o tema lipídios. (aluno 4c, fevereiro)



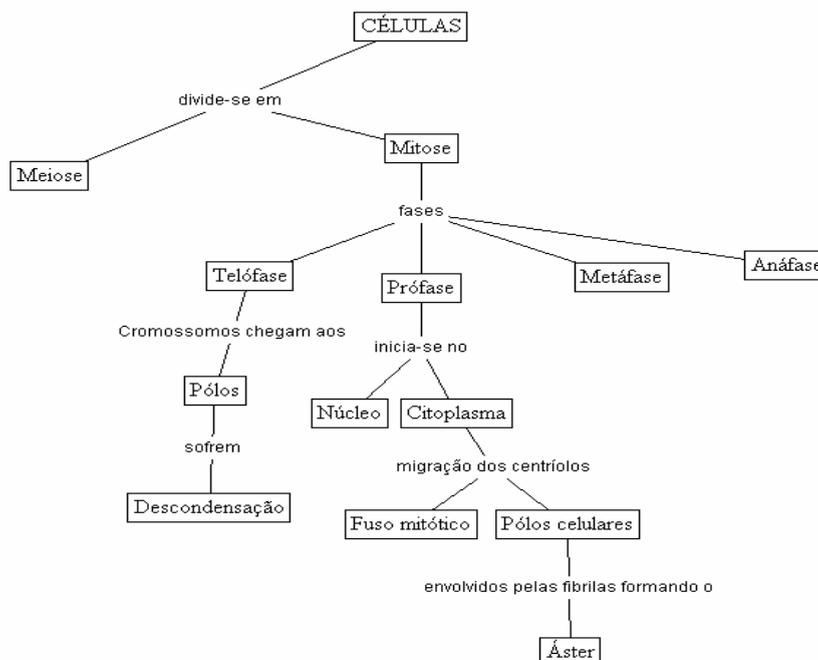
**Figura 20** – Mapa conceitual sobre os ácidos nucleicos. (aluno 4c, março)

Como ficou evidenciado pelo Gráfico 4, o aluno em questão, que teve 2,4 na prova de sondagem, obteve a média 2,8 das quatro provas convencionais. Pelas observações feitas, notou-se que o aluno foi um dos poucos que mudou de parceiro durante o trabalho de construção dos MC. Pelas figuras 21 e 22 nota-se a clara dificuldade de organização conceitual, além disso, verifica-se que os

“links” que estão entre os conceitos, não evidenciam a correta ligação entre eles. Observa-se pela Figura 21, por exemplo, que o aluno não avançou além da composição química do DNA, não foi feita nenhuma citação em relação à sua função ou localização. Quanto ao RNA, percebe-se que o aluno não citou a sua composição química, localização e nem os tipos. Em relação ao MC (Figura 22) sobre a mitose, foram apenas citadas as fases da mitose, ainda que não obedecendo a seqüência dos acontecimentos. Observa-se que o aluno não conseguiu citar as principais ocorrências de cada uma das fases.



**Figura 21** – Mapa conceitual sobre os ácidos nucleicos. (aluno 3c, março)



**Figura 22** – Mapa conceitual sobre a mitose. (aluno 3c, maio)

### 3. Análises dos resultados obtidos mediante a técnica de grupo focal

Pela análise da Tabela 6, nota-se que os alunos avaliaram positivamente o uso dos mapas conceituais. Houve uma maior frequência de falas positivas (15) em relação às negativas (8). Na categoria dos aspectos positivos, observou-se que a maioria dos alunos entenderam que os mapas conceituais servem para fixar melhor o conteúdo, apesar de concordarem ser trabalhosa a sua construção. Analisando esta mesma categoria, nota-se também que houve quatro falas relacionadas à possibilidade de organizar melhor o conteúdo e quatro relacionado à facilidade de estudar o conteúdo. Essas duas subcategorias convergem para a questão da possibilidade de organização cognitiva. Novak (2001) considera que a utilização de MC podem ajudar os alunos a perceberem as regularidades e hierarquias na organização do conteúdo.

**Tabela 6** - Falas dos alunos em relação à construção dos mapas conceituais, aspectos positivos e negativos envolvidos na sua confecção.

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	FREQUÊNCIA ABSOLUTA
Aspectos positivos em relação à dinâmica de construção dos mapas conceituais.	- Ajudou a fixar melhor o conteúdo.	7
	- Ajudou a organizar o conteúdo.	4
	- Ajudou a estudar o conteúdo.	4
Aspectos negativos em relação à dinâmica de construção dos mapas conceituais.	- Afirmaram ser trabalhoso construir os mapas conceituais.	5
	- Afirmaram que o tempo foi curto para construir os mapas.	3
	Total	23

Na Tabela 7, foram analisadas as falas dos alunos em relação à construção dos MC manuscritos ou utilizando o software. Em relação às subcategorias, nota-se que houve oito falas relacionadas aos aspectos positivos e

cinco aos “negativos”. Mesmo sendo considerados aspectos “negativos”, nenhum aluno impôs restrições ao seu uso. Pela análise da frequência das falas, evidencia-se que os alunos preferem construir os MC com o uso do computador. A seguinte situação ilustra isso: o aluno A. C. comentou: *“professor, eu sou muito desorganizado e não tenho jeito para desenho, por isso prefiro o computador”*. Quando este aluno entrevistado, imediatamente houve concordância por parte dos colegas.

Analisando a Tabela 7, nota-se também que houve cinco falas relacionadas à dificuldades na construção dos MC. Considera-se que estas “dificuldades” podem estar relacionadas à compreensão do conteúdo ou até mesmo problemas de visão e organização espacial dos conceitos e “links” (palavras de ligação).

A aluno F. A. relata que uma das dificuldades de construir o MC no computador, dá-se quando *“o MC é grande e não cabe na tela”*. Esse é um problema sério relacionado ao uso do computador, o aluno perde a visão do todo, se o MC apresentar múltiplos conceitos.

**Tabela 7** – Falas dos alunos em relação à construção dos mapas conceituais manuscrito e utilizando o software.

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	FREQUENCIA
Considerações positivas em relação à construção dos mapas conceituais usando o software e/ou manuscrito.	Preferem construir os mapas utilizando o programa de computador.	4
	Preferem construir os mapas conceituais manuscritos.	2
	Preferem que haja variação no uso (manuscrito e usando o programa de computador).	2
Considerações negativas em relação a construção dos mapas conceituais usando o software e/ou manuscrito.	Afirmaram que tiveram dificuldades na construção manuscrita dos mapas conceituais.	4
	Encontraram dificuldades na construção dos mapas conceituais utilizando o programa.	1
Total		13

Em relação aos uso dos “textos introdutórios” (organizadores prévios) pode-se analisar que a maioria das falas dos alunos estavam relacionadas a uma forma de contextualização ou introdução ao conteúdo. Dos dez relatos, quatro deles estavam relacionados a uma forma de contextualização e três deles a uma forma de introdução como mostra a Tabela 8. A aluno B. V. lembrou que: *“as situações que você contava da vida real, fazia a gente ligar ao conteúdo que tava na apostila”* esta é uma referência clara à possibilidade que OP têm para prover um contexto ao conteúdo.

Outra aluna ressalta que: *“ao mesmo tempo que era uma introdução, era uma espécie de curiosidade”*, ainda outra aluno se referiu aos textos *“Era tipo uma introdução. Você usava uma história prá gente lembrar e você explicava e depois você entrava no conteúdo. E aí a gente lembrava”*.

**Tabela 8** - Relato das impressões e percepções dos alunos em relação ao uso dos organizadores prévios - OP.

CATEGORIAS	FREQUÊNCIA
Entenderam OP como uma forma de contextualização do conteúdo.	4
Entenderam OP como uma forma de introdução.	3
Não entenderam OP como uma forma de resumo, introdução ou contextualização.	2
Entenderam OP como uma forma de resumo.	1
Total	10

Pode-se perceber que pelas análises feitas, que a investigação resultou numa profusão de dados quantitativos e qualitativos que apontam para a confirmação da hipótese levantada, de que o uso de uma metodologia baseada na utilização de organizadores prévios, aula dialogada e mapas conceituais favorecem a aprendizagem significativa.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação em ciências que ocorre no ensino médio, no geral se constitui num ensino que pouco contribui para a formação do indivíduo enquanto cidadão. O aprendizado das ciências deveria ser significativo, no sentido de contribuir para ampliar o entendimento sobre os fenômenos da natureza mediante a aprendizagem dos conteúdos escolares, favorecendo a compreensão das relações existentes entre eles e do contexto histórico em que surgiram. Dessa maneira, a educação em ciências poderia contribuir efetivamente para a formação de pessoas conscientes, com senso crítico e autonomia, capazes de assumir posições e de atuar no sentido da construção de um mundo menos desigual, uma sociedade mais harmoniosa, onde a qualidade de vida seja um valor maior.

Para que esses objetivos sejam atingidos, os professores necessitam incentivar os alunos a desenvolverem habilidades e competências que os ajudem a fazer escolhas num mundo cada vez mais dominado pela complexidade. Trata-se, portanto, de buscar novas maneiras de organizar o ensino de forma a fazer com que o aluno aprenda verdadeiramente.

É neste sentido que a Teoria da Aprendizagem Significativa pode contribuir para melhoria da educação em ciências, uma vez que, na organização do processo de ensino e aprendizagem, confere importância a aspectos como: os conhecimentos prévios dos alunos, a organização adequada dos conteúdos e a predisposição do aluno para aprender.

A idéia fundamental da teoria de Ausubel é a de que a aprendizagem significativa resulta de um ensino no qual as novas informações ou conhecimentos estejam relacionadas com um aspecto relevante, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo (NOVAK, 2000, p. 51). Para ele, a determinação dos conhecimentos prévios constitui a variável de ensino mais importante, por isso, ele defende que os professores/educadores devem criar

situações didáticas com a finalidade de descobrir esses conhecimentos e a partir deles organizar o ensino.

Em relação à organização dos conteúdos, Ausubel ressalta que a apresentação das idéias mais gerais e inclusivas de um determinado tema de estudo em primeiro lugar, antes de serem progressivamente diferenciadas em termos de detalhes e especificidades, também pode contribuir para dar unidade e organização ao conhecimento.

O que vemos hoje nos livros textos de biologia do ensino médio é uma organização que inicia com o estudo das moléculas, terminando no estudo da biosfera sendo, portanto, contrária ao que preconiza Ausubel.

A terceira pré-condição para que a aprendizagem significativa ocorra, é a predisposição favorável do sujeito para isso. A expressão “*predisposição favorável do sujeito*” indica que é relevante o que o sujeito sente. Neste sentido, as contribuições de Novak e Hanesian (1980) à teoria da aprendizagem significativa, conferem a ela uma visão mais humanista. Novak e Hanesian (*ibid*, p. 19), de certa forma, ampliaram a teoria ao defenderem que o sujeito *pensa, sente e age* e que as experiências de aprendizagem potencialmente significativas são aquelas que o levam a um engrandecimento pessoal, proporcionando ao mesmo tempo um certo domínio conceitual que lhe permita o uso eficiente na solução de problemas reais, do dia a dia. Portanto, a busca de uma articulação entre o conteúdo e temas do cotidiano dos alunos pode ser um fator que predispõe à motivação.

Há ainda outros aspectos a serem considerados na organização do ensino como, por exemplo, as concepções alternativas dos alunos que são conceitos, idéias ou proposições de que os alunos são portadores e que muitas vezes se chocam com o conhecimento científico que deve ser trabalhado na sala de aula.

Essas concepções alternativas são apontadas como um dos desafios para o ensino de ciências, uma vez que são resistentes à mudança, por serem esquemas que apresentam certa coerência interna. (SANTOS, 1998, p. 92)

Ampliando as propostas de Ausubel, pesquisas sobre “mudança conceitual” consideram que cabe ao professor investigar essas concepções alternativas, a fim de determinar quais elementos podem contribuir para as novas aprendizagens ou aqueles que são obstáculos ao aprendizado do conhecimento científico e, portanto, precisam ser “desconstruídos”.

Em relação a facilitação da aprendizagem dos conteúdos, sua articulação e subordinação, Novak (1960) defende a idéia de que a utilização de *“mapas conceituais favorece a aprendizagem significativa, na medida em que enfatiza o sentido de unidade, articulação, subordinação e hierarquização dos conhecimentos sobre determinado tema, possibilitando, assim, a visão integrada e compreensiva dos diversos saberes disciplinares, bem como as suas inter-relações.”*

Embora tenha sido constatado na presente investigação que o uso sistemático de MC pelo professor e pelo aluno pode constituir importante recurso no processo de ensino e de aprendizagem, ele não deve ser o único recurso utilizado pelos professores.

Ausubel (1980) propõe a utilização de organizadores prévios com a finalidade de preparar a estrutura cognitiva dos alunos para novas aprendizagens contextualizar ou tornar evidentes os conhecimentos prévios. No estudo desenvolvido, organizadores prévios foram utilizados sistematicamente na introdução de cada tema a ser estudado, despertando o interesse, promovendo o envolvimento dos alunos e ajudando a estabelecer as bases para o estudo pretendido. Segundo os alunos, os organizadores prévios foram importantes principalmente no sentido de se criar um contexto ao conteúdo, alguns deixaram claro que os textos utilizados serviram para introduzir o conteúdo.

A organização do trabalho em sala de aula de forma a valorizar as experiências relacionadas com a realidade sócio-cultural do aluno, a construção do conhecimento, aliadas ao uso das novas tecnologias, também fazem parte dessas novas abordagens no ensino de ciências e podem contribuir para tornar efetivo o ensino.

A aplicação de uma metodologia de ensino baseada nas idéias de Vygotsky (1989) contribui para uma melhoria do processo de ensino e aprendizagem uma vez que estimulam o trabalho colaborativo, de forma a potencializar o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Evidenciou-se que as idéias relativas à *Zona de Desenvolvimento Proximal*, onde o controle da tarefa de aprendizagem é gradualmente transferido do professor ao aluno ou do aluno que está num nível mais elevado de desenvolvimento para outro que se encontra em nível intermediário (VYGOTSKY, 1989), pode ser potencializado a partir de ambientes interativos.

O trabalho pode corroborar com outras investigações que apresentam evidências de que um ambiente interessante e estimulante, onde os alunos sejam desafiados a construir e/ou estruturar o seu próprio conhecimento, pode ser um importante fator motivador das aulas de ciências. Nesse sentido, é que o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem apoiados em computadores e tecnologias associadas, valorizam este tipo de abordagem, criando um espaço de trabalho em conjunto.

Ao se usar softwares que favoreçam a construção do conhecimento, como o *CMap tools*, a aprendizagem advém do fato de o aluno ter que buscar novos conteúdos e estratégias de organização e hierarquização dos conceitos. No caso de trabalho em grupos, este conhecimento torna-se produto de intensa atividade cognitiva e negociação, resultando em aprendizagens mais significativas, mais duradouras e passíveis de serem transferidas para outras situações. Em consequência, os alunos começam a se perceber “capazes de aprender” e a desenvolver responsabilidade e autonomia em relação à própria

aprendizagem. Provavelmente sejam estes os maiores ganhos e os mais importantes objetivos de uma prática educativa.

Em muitas ocasiões, os alunos expressaram suas dificuldades e resistências em relação a uma forma de trabalho e de estudo exigente, que cobrava deles o uso do raciocínio, a busca de relações, a compreensão crítica, o embate de idéias, a disposição para rever e aperfeiçoar suas representações (mapas conceituais) sobre um dado assunto. Mas, muitas vezes eles reconheceram que o estudo assim conduzido, diferentemente do ensino que cobra, sobretudo, a memorização dos conteúdos, resultava em melhor aprendizado, e se entusiasmaram com as “regras do jogo”.

Cabe ressaltar, ainda, que os resultados do presente estudo sugerem que uma metodologia fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa pode beneficiar especialmente os alunos com maior dificuldade de aprendizagem. Esse dado é particularmente importante, uma vez que o verdadeiro e maior desafio dos professores e da escola é criar condições que favoreçam o aprendizado desses alunos. Novos estudos poderão investigar mais a fundo o potencial da Teoria da Aprendizagem Significativa nesse sentido.

Além disso, o desenvolvimento de análises mais refinadas e de instrumentos adequados de avaliação, que valorizem o conhecimento prévio do aluno, sua historicidade e seu contexto, podem ajudar a evidenciar a aprendizagem significativa, uma vez que ela é difícil de ser verificada pelos métodos convencionais de avaliação.

Segundo os PCNs, o ensino de Ciências deve contribuir para que o aluno possa interpretar a natureza e possibilitar o conhecimento de si próprio, entender as inter-relações deste com os demais seres vivos e compreender os fenômenos que acontecem no meio ambiente.

Bem sabemos que um dos obstáculos relacionados à dificuldade de implementação de um ensino como o preconizado pelos PCNs, por exemplo, deve-se à própria natureza da formação inicial do professor. Gil-Pérez e Carvalho (1993), destacam que o aprofundamento no conhecimento da didática do ensino de ciências pode funcionar como núcleo articulador entre os conteúdos da disciplina, podendo funcionar como organizadores teóricos, assim como os resultados da pesquisa sobre práticas bem-sucedidas e algumas experiências relevantes.

Daí a importância de se repensar tanto a formação inicial como a formação continuada dos professores. Muitos cursos de licenciatura em ciências (física, química, biologia) enfatizam os conhecimentos da área específica, relegando normalmente para o final do período de formação as disciplinas das áreas pedagógicas.

Nesse sentido, Gil-Pérez e Carvalho (1993) apresentam como alternativa que o início dos estudos especificamente dirigidos à docência não devem ser realizados antes daqueles para as demais especialidades. A tendência geral hoje nas universidades é dividir os estudos universitários de matérias como a Biologia, Física etc. em dois ciclos: um primeiro ciclo de matérias comuns (dois ou três anos) e um segundo ciclo de dois anos, com opções correspondentes a diversas especialidades; tratar-se-ia, dessa forma, de adiar a formação docente para um segundo ciclo ou equivalente. Desse modo, a preparação para o ensino surgiria como uma opção a mais, equivalente em experiências em exigências e *status* ao das especialidades, sem obrigar a uma opção prematura.

Ao mesmo tempo que essa formação inicial do futuro docente é privilegiada, é necessário rever as suas condições de trabalho, que passam pela reestruturação física das próprias escolas, com laboratórios condizentes com a necessidade da disciplina, a presença de bibliotecas e equipamentos que auxiliem o professor em sua prática. Além disso, investir na valorização profissional, com investimentos na formação continuada e incentivos à formação a nível de pós-

graduação e aperfeiçoamento constante, ao mesmo tempo que se investe em salários condicentes com o valor (mérito) da profissão docente.

Cabe ressaltar, ainda, a importância de que professores e pesquisadores das áreas de ciências elejam como objeto de investigação questões relacionadas com o ensino e aprendizagem dessa área, visando a compreender os mecanismos de aprendizagem e os caminhos que favoreçam o aprender significativamente. Igualmente importante e necessário é investir na formulação e validação de propostas didáticas e arranjos curriculares de forma a encontrar maneiras eficientes de formar professores competentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Rubem. Filosofia Da Ciência. Introdução ao jogo e suas regras. São Paulo: Editora brasiliense, 1986.

ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith, GEWANDSZNAJDER, Fernando. O método nas ciências Naturais e sociais. Pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 1999.

AMABIS, José Mariano, MARTHO Gilberto Rodrigues. Guia de apoio didático para os três volumes da obra Conceitos de Biologia. Objetivos de ensino mapeamento de conceitos sugestões de atividades. São Paulo: Editora Moderna. 2001.

AMORIN, Antonio Carlos Rodrigues de. Biologia, tecnologia e inovação no currículo do ensino médio. INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS (Revista eletrônica) (Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias; Investigations in Science Education) Vol. 3, N. 1, março de 1998. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>> Acesso em: 27 nov 2004.

AUSUBEL, David Paul, Novak, Joseph e Hanesian, Helen. Psicologia educacional. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

\_\_\_\_\_. Educational Psychology: A Cognitive View (2<sup>a</sup> Ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston, 1978.

BIZZO, Nélío. Ciências biológicas. Um pouco de história brasileira das ciências biológicas no Brasil. <<http://www.mec.gov.br/seb/pdf/07Biologia.pdf>> Acesso em 19 nov. 2004.

BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto/Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Ensino Médio. Ciências naturais. Parecer CNE/97. Brasília: MEC/ SEF, 1997.

\_\_\_\_\_CNE/97. Ministério da Educação e do Desporto/Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Ensino Fundamental. Ciências naturais. Parecer CNE/97. Brasília: MEC/ SEF, 1997.

CACHAPUZ, António. et al Ensino de ciências e formação de professores. Projeto Mutare. Universidade de Aveiro: Eduardo & Nogueira, Ltda. Artes Gráficas, 1992.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa, GIL-PÉREZ, Daniel. Formação de professores de ciências tendências e inovações. São Paulo: Cortez Editora, 1993.

CASTORINA, José Antonio et al. Piaget e Vygotsky. Novas contribuições para o debate. São Paulo: Editora ática S.A.,1996.

CHALMERS, Alan. O que é ciência afinal?. São Paulo: Editora Brasiliense S. A., 1993.

COLL, César, Martín, Elena & Cols. Aprender conteúdos e desenvolver capacidades. Porto Alegre: Artmed Editora, 2004.

DARWIN, Charles Robert. Origem das Espécies. Belo horizonte: Editora Itatiaia Limitada, 1985.

DUSCHL, Richard. Renovar la Enseñanza de Ciencias. Importância de las teorías y su desarrollo. Madrid: Narcea, S.A. de ediciones, 1997.

ELAN, Stanley et al. La educacion y la estrutura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso del aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el curriculum. Buenos Aires: Editorial “El Ateneo” – Argentina, 1973.

GIORDAN, André, VECCHI, Gerárd. As origens do saber das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1996.

HARRÉ, Rom (org.). Problemas da revolução científica. Incentivos e obstáculos ao progresso das ciências. Belo Horizonte: Livraria Itatiaia Editora Limitada, 1976.

INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS (Revista eletrônica) (Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias; Investigations in Science Education) Vol. 3, N. 1, março de 1998. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. <[http://www.if.ufrgs.br /public /ensino/revista.htm](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm)> Acesso em: 27 nov. 2004.

JACOB, François. A lógica da vida: uma história da hereditariedade. Rio de Janeiro: Edições Graal Ltda., 1983.

KUHN, Thomas Samuel. A estrutura das revoluções científicas. São Paulo: Editora perspectiva, 1994.

LURIA, Alexander , LEONTIEV, Alexei, VYGOTSKY, Lev Semmenovich. E OUTROS Psicologia e pedagogia. I - Bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento. Lisboa: Editorial Estampa, 1991.

MARCONI, Marina Andrade, LAKATOS Eva Maria. Técnicas de pesquisa. Planejamento e execução de pesquisa. Amostragem e técnicas de pesquisa. Elaboração, análise e interpretação de dados. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1999.

MARTINS, Isabel, Nascimento, Tatiana Galieta, Abreu, Teo Bueno de. Clonagem na sala de aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. Ensino: as abordagens do processo. São Paulo: EPU, 1986.

MORIN, Edgar. O Método. 4. As Idéias - habitat, vida, costumes, organização. Porto Alegre: Sulina, 1998.

MOREIRA, Marco Antônio. Mapas conceituais como recurso instrucional e curricular em física. Porto Alegre: IFUFRGS, Fascículos do CIEF, Série Ensino-aprendizagem, N° 2, 1993 a.

\_\_\_\_\_.Pesquisa em ensino. Aspectos Metodológicos e Referenciais Teóricos à luz do Vê espistemológico de Gowin. São Paulo: EPU, 1990.

\_\_\_\_\_.Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. A aprendizagem significativa como um conceito subjacente a subsunçores, esquemas de assimilação, internalização de instrumentos e signos, construtos pessoais e modelos mentais, compartilhar significados e integração construtiva de pensamentos sentimentos e ações. Trabalho apresentado no *Encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo*. Burgos. Espanha. 15 a 19 de setembro de 1997. <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>>, acesso em 22 nov. 2004.

\_\_\_\_\_.Aprendizagem significativa crítica. In: Conferência proferida no *III Encontro Internacional sobre aprendizagem Significativa*, Lisboa (Peniche), 11 a 15 de set. 2000. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>>, acesso em 22 nov. 2004.

\_\_\_\_\_.A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. Brasil, 2002. Disponível em <[http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol7/n1/v7\\_n1\\_a1.html](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol7/n1/v7_n1_a1.html)>, acesso em 15 jan. 2005.

MOREIRA, Marco Antonio. Fascículos do CIEF, Série Ensino-aprendizagem, nº 1. Adaptado do capítulo Uma abordagem cognitivista ao ensino da física. Porto alegre: editora da Universidade, 1983. p. 18-54.

MOREIRA, Marco Antonio, ELCIE F. S. M. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Editora Moraes, 1982.

MOREIRA, Marco Antônio, BUCHTWEITZ, Bernardo. Novas estratégias de ensino e aprendizagem: Os mapas conceptuais e o Vê epistemológico. Lisboa: Plátano edições técnicas, 2000.

MOREIRA, Marco Antonio, SOUSA, C. M. S. G., SILVEIRA, F. I. Organizadores prévios como estratégia para facilitar a aprendizagem significativa. Cadernos de pesquisa. Disponível em <<http://200.170.210.66:81/cadpesq.nsf/8ce96be1b2e4f08e052564b8006d26fb/ef37e2d0fcc2da1205256633004ffa8e?OpenDocument>> 1982, acesso em 24 nov. 2004.

NOVAK, Joseph David, MINTZES, J., WANDERSEE, H. J. Teaching Science for Understanding. A Humam construtivist View. San Diego: Academic Press, 1998.

NOVAK, Joseph David. Aprender, criar e utilizar o conhecimento: Mapas conceptuais<sup>TM</sup> como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas. Lisboa: Plátano edições técnicas, 1998.

PIAGET, Jean. O nascimento da inteligência na criança. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1971.

\_\_\_\_\_A epistemologia genética. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1973.

\_\_\_\_\_Psicologia da inteligência. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1977.

\_\_\_\_\_A linguagem e o pensamento da criança. São Paulo: Martins Fontes, 1986.

POPPER, Kall. Lógica da Pesquisa Científica. São Paulo. Cultrix, 1993.

POZO, Juan Inácio. Aprendizes e mestres: A nova cultura da aprendizagem. Porto alegre: Artmed Editora, 2002.

SANTOS, Maria Eduarda. Mudança conceptual na sala de aula: um desafio pedagógico epistemologicamente fundamentado. Lisboa: Livros Horizonte, 1998.

TUNES, E. Os conceitos científicos e o desenvolvimento do pensamento verbal. Cadernos Cedes, ano XX, nº 35. Julho/00, 2000.

VALENTE, João Antonio. (Org) O computador na sociedade do conhecimento. <<http://www.nied.unicamp.br/oea>> , 1999. Acesso em 15 de jan 2005.

VYGOTSKY, Lev Semmenovich. Pensamento e linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

**Figura 23** – Foto dos alunos no laboratório de informática durante a construção dos mapas conceituais.



**Figura 24** – Foto dos alunos no laboratório de informática durante a construção dos mapas conceituais.



**Figura 25** – Foto dos alunos no laboratório de informática durante a construção dos mapas conceituais.



**Anexo 1 – Prova de sondagem.**

**COLÉGIO...  
CAMPO GRANDE – MS**

Aluno (a): \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2004

Prof. Ronny M. Moraes

**PROVA DE SONDAGEM**

1) (Unicamp-SP- modificada) Sobre uma mesa há dois ratinhos semelhantes em, tamanho, forma e cor. Um deles goteja um pouco de líquido, desloca-se em linha reta até cair da mesa e emite um ruído como de engrenagens, que logo cessa. O outro ratinho percorre a mesa em linha sinuosa, vai até a borda e volta. Anda para lá e para cá, parecendo indeciso, como à procura de algo. De repente, dirige-se para um punhado de grãos, dos quais alguns são mordiscados e ingeridos. Em seguida esse ratinho urina e defeca e, depois disso, volta para junto de seus filhotes numa caixinha em cima da mesa. Descreva pelo menos três características, percebida a partir da descrição acima, que permitam concluir que um dos ratinhos é um ser vivo.

---

---

---

---

---

---

---

2) (PUC-SP-modificada) O famoso cientista Eugene Rabinowicht, em artigo publicado na revista Scientific American, declarou:

“O homem é o rei do mundo animal, ultrapassando, pela inteligência e poder, todos os outros animais. Apesar disso, é menos auto-suficiente que a mais humilde erva daninha do campo. Fisiologicamente falando, todos os animais, inclusive o homem, não passam de uma prole de parasitas, vivendo à custa do grande corpo que é o Reino Vegetal”.

Ao ler o trecho acima com atenção responda as questões propostas. O que o autor quis dizer, referindo-se:

- a) Ao homem como um ser menos auto-suficiente que uma erva daninha?
- b) Ao homem e aos outros animais como uma “prole de parasitas”?

---

---

---

---

---

---

3) Leia com muita atenção as informações abaixo, que são situações que ocorrem em nosso dia a dia.

A deterioração de um alimento é resultado de transformações químicas que decorrem, na maioria dos casos, da interação do alimento com microrganismos ou, ainda, da interação com o oxigênio do ar, como é o caso da rancificação de gorduras. Para conservar por mais tempo um alimento deve-se, portanto, procurar impedir ou retardar ao máximo a ocorrência dessas transformações. Os processos comumente utilizados para conservar alimentos levam em conta os seguintes fatores:

- I. microrganismos dependem da água líquida para sua sobrevivência.
- II. microrganismos necessitam de temperaturas adequadas para crescerem e se multiplicarem. A multiplicação de microrganismos, em geral, é mais rápida entre 25° C e 45° C, aproximadamente.
- III. transformações químicas têm maior rapidez quanto maior for a temperatura e a superfície de contato das substâncias que interagem.
- IV. há substâncias que acrescentadas ao alimento dificultam a sobrevivência ou a multiplicação de microrganismos.
- V. no ar há microrganismos que encontrando alimento, água líquida e temperaturas adequadas crescem e se multiplicam.

Em uma embalagem de leite “longa-vida”, lê-se :

**“Após aberto é preciso guardá-lo em geladeira”**

Caso uma pessoa **não** siga tal instrução, principalmente no verão tropical, o leite se deteriorará rapidamente, devido a razões relacionadas com

- (A) o fator I, apenas.
- (B) o fator II, apenas.
- (C) os fatores II ,III e V , apenas.
- (D) os fatores I,II e III, apenas.

(E) os fatores I, II, III, IV e V.

4) No século XVIII foram feitos experimentos simples mostrando que um camundongo colocado em um recipiente de vidro fechado morria depois de algum tempo. Posteriormente, uma planta e um camundongo foram colocados em um recipiente de vidro, fechado e iluminado, e verificou-se que o animal não morria.

- a) Por que o camundongo morria no primeiro experimento?
- b) Que processos interativos no segundo experimento permitem a sobrevivência do camundongo? Explique.

---

---

---

---

---

---

5) No texto a seguir, reproduzido do livro “Descobertas Acidentais em Ciências” de Royston M. Roberts (Editora Papyrus, Campinas, SP, 1993), algumas frases referentes a etapas importantes na construção do conhecimento científico foram grifadas e identificadas por um numeral romano.

***“Em 1889, em Estrasburgo, então Alemanha, enquanto estudavam a função do pâncreas na digestão, Joseph von Merling e Oscar Minkowski removeram o pâncreas de um cão. No dia seguinte, um assistente de laboratório chamou-lhes a atenção sobre o grande número de moscas voando ao redor da urina daquele cão. (I) Curiosos sobre por que as moscas foram atraídas à urina, analisaram-na e observaram que esta apresentava excesso de açúcar. (II) Açúcar na urina é um sinal comum de diabetes.***

*Von Mering e Minkowski perceberam que estavam vendo pela primeira vez a evidência da produção experimental de diabetes em um animal. (III) O fato de tal animal não ter pâncreas sugeriu a relação entre esse órgão e o diabetes. [...]*

*Muitas tentativas de isolar a secreção foram feitas, mas sem sucesso até 1921. Dois pesquisadores, Frederick G. Banting, um jovem médico canadense, e Charles H. Best, um estudante de medicina, trabalhavam no assunto no laboratório do professor John J.R. MacLeod, na Universidade de Toronto. Eles extraíram a secreção do pâncreas de cães. (IV) Quando injetaram os extratos [secreção do pâncreas] nos cães tornados diabéticos pela remoção de seus pâncreas, o nível de açúcar no sangue desses cães voltava ao normal, e a urina não apresentava mais açúcar.”*

A alternativa que identifica corretamente cada uma das frases grifadas com cada uma das etapas de construção do conhecimento científico é:

	I	II	III	IV
a)	<b>Hipótese</b>	<b>Teste da hipótese</b>	<b>Fato</b>	<b>Observação</b>
b)	<b>Fato</b>	<b>Teoria</b>	<b>Observação</b>	<b>Teste da hipótese</b>
c)	<b>Observação</b>	<b>Hipótese</b>	<b>Fato</b>	<b>Teste da hipótese</b>
d)	<b>Observação</b>	<b>Fato</b>	<b>Teoria</b>	<b>Hipótese</b>
e)	<b>Observação</b>	<b>Fato</b>	<b>Hipótese</b>	<b>Teste da hipótese</b>

6) A capivara, o alface, o peixe, e a bactéria são considerados seres vivos. Além do fato de possuírem vida, quais seriam as características comuns a todos os organismos citados? Faça uma pequena lista.

---



---



---

7) Você provavelmente já deve ter ouvido falar que a acerola é rica em **VITAMINA C** que a banana tem **POTÁSSIO**, que o abacate é rico em **GORDURA** e que o arroz é rico em **AMIDO**. Tendo por base aquilo que você aprendeu responda: supondo que você ingere algumas destas substâncias, qual é o destino final delas? Descreva o caminho percorrido por elas em seu corpo até este final. Caso seja necessário faça um desenho (esquema).

---



---



---

8) Sabe-se que os alimentos que ingerimos são compostos de diversas substâncias químicas, muitas delas são essenciais ao desenvolvimento de nosso organismo. Na tabela abaixo (lado esquerdo) estão listados alguns alimentos consumidos pela nossa espécie. Determine qual é o nutriente: **proteínas**, **carboidratos**, **vitaminas** ou **lipídios** que está presente em maior quantidade em cada um dos alimentos citados.

<b>Alimento</b>	<b>Nutriente (s)</b>
Batata-inglesa	
Ovo	
Arroz	
Milho	
Carne	
Laranja	
Manteiga	
Pão	
Leite	

9) Analise as questões abaixo e responda:

- I. Dentro da semente repousa o embrião. Caso esta semente encontre uma situação favorável, o embrião que está adormecido começará o seu desenvolvimento, levando à perpetuação da espécie. A semente de algumas plantas tem apenas alguns poucos centímetros e desenvolvem-se até formar árvores de várias dezenas de metros.
- II. Na espécie humana - *Homo sapiens sapiens* – o embrião apresenta no início de seu desenvolvimento também poucos centímetros. Com o passar do tempo ele vai crescendo e se desenvolvendo, até que fique pronto para o nascimento. Em nossa espécie podemos atingir mais de dois metros de comprimento.

Tendo por base os itens acima, responda:

a) Qual a relação que existe entre o crescimento de um vegetal e o do homem? Faça um breve comentário.

b) De onde, cada um deles retira a energia para o seu desenvolvimento? Comente.

---

---

---

---

---

**Anexo 2** – Tabela de notas dos alunos do GE submetidas à análise estatística, teste “t” de student.

<b>GRUPO EXPERIMENTAL</b>										
$n_1 = 43$	$P_1$	$P_1^2$	$P_2$	$P_2^2$	$P_3$	$P_3^2$	$P_4$	$P_4^2$	$P_5$	$P_5^2$
	9,0	81,0	4,0	16,0	0,0	0,0	6,0	36,0	3,8	14,7
	2,0	4,0	4,0	16,0	0,5	0,3	5,0	25,0	0,6	0,4
	4,5	20,3	4,5	20,3	1,0	1,0	7,0	49,0	5,3	27,7
	8,5	72,3	9,0	81,0	10,0	100,0	10,0	100,0	9,2	83,7
	10,0	100,0	10,0	100,0	8,0	64,0	8,5	72,3	5,9	35,0
	6,0	36,0	4,5	20,3	4,0	16,0	4,0	16,0	4,0	15,8
	8,0	64,0	5,0	25,0	6,0	36,0	10,0	100,0	5,5	29,7
	1,5	2,3	2,0	4,0	9,0	81,0	7,5	56,3	1,6	2,4
	5,5	30,3	4,5	20,3	5,2	27,0	7,0	49,0	5,1	26,2
	9,0	81,0	1,5	2,3	5,5	30,3	8,0	64,0	1,4	1,8
	10,0	100,0	8,0	64,0	10,0	100,0	10,0	100,0	6,6	43,6
	5,5	30,3	4,5	20,3	4,0	16,0	7,0	49,0	3,6	13,0
	8,5	72,3	9,0	81,0	8,0	64,0	6,0	36,0	5,3	28,2
	8,5	72,3	9,0	81,0	7,4	54,8	10,0	100,0	6,6	44,0
	2,4	5,8	2,0	4,0	2,0	4,0	6,5	42,3	4,6	21,0
	3,0	9,0	3,0	9,0	2,0	4,0	3,0	9,0	1,4	2,1
	7,0	49,0	3,0	9,0	3,0	9,0	7,0	49,0	2,8	8,1
	5,0	25,0	1,5	2,3	1,0	1,0	2,0	4,0	1,9	3,5
	4,0	16,0	2,6	6,8	6,0	36,0	4,0	16,0	1,5	2,1
	5,0	25,0	3,0	9,0	8,0	64,0	10,0	100,0	6,6	43,8
	10,0	100,0	7,5	56,3	7,4	54,8	10,0	100,0	6,9	46,9
	10,0	100,0	10,0	100,0	10,0	100,0	10,0	100,0	8,4	70,1
	9,0	81,0	4,0	16,0	7,3	53,6	10,0	100,0	4,7	22,4
	9,5	90,3	10,0	100,0	5,4	29,2	10,0	100,0	4,9	23,5
	6,0	36,0	4,0	16,0	3,0	9,0	6,5	42,3	2,8	7,9
	3,0	9,0	4,5	20,3	4,8	23,0	9,5	90,3	3,8	14,4
	9,0	81,0	9,0	81,0	8,0	64,0	9,5	90,3	3,7	14,0
	9,0	81,0	8,0	64,0	8,0	64,0	10,0	100,0	5,3	28,2
	2,0	4,0	7,5	56,3	5,7	32,5	7,0	49,0	6,1	37,0
	5,5	30,3	3,0	9,0	2,0	4,0	8,5	72,3	2,8	8,0
	7,0	49,0	5,0	25,0	2,0	4,0	6,5	42,3	2,8	7,6
	8,0	64,0	7,5	56,3	9,4	88,4	10,0	100,0	8,2	66,6
	8,0	64,0	4,5	20,3	7,7	59,3	10,0	100,0	5,5	30,6
	6,0	36,0	4,5	20,3	10,0	100,0	10,0	100,0	7,4	55,1
	9,0	81,0	5,0	25,0	8,5	72,3	9,0	81,0	6,2	37,9
	10,0	100,0	10,0	100,0	10,0	100,0	10,0	100,0	8,7	74,8
	7,0	49,0	0,0	0,0	4,0	16,0	6,0	36,0	3,0	8,7
	10,0	100,0	3,0	9,0	6,0	36,0	2,0	4,0	3,9	15,4
	4,0	16,0	2,0	4,0	2,5	6,3	10,0	100,0	3,0	9,2
	2,0	4,0	2,0	4,0	2,5	6,3	1,0	1,0	1,1	1,3
	4,0	16,0	4,5	20,3	2,7	7,1	0,5	0,3	1,3	1,6
	2,5	6,3	1,5	2,3	2,0	4,0	2,5	6,3	3,4	11,4
	8,0	64,0	6,0	36,0	2,0	4,0	9,5	90,3	5,9	35,3
	<b>281,4</b>	<b>2157,3</b>	<b>217,6</b>	<b>1432,3</b>	<b>231,5</b>	<b>1645,8</b>	<b>316,5</b>	<b>2677,8</b>	<b>192,9</b>	<b>1074,6</b>

**Anexo 3** – Tabela de notas dos alunos do GE submetidas à análise estatística, teste “t” de student.

<b>GRUPO CONTROLE</b>										
$n_2 = 40$	$P_1$	$P_1^2$	$P_2$	$P_2^2$	$P_3$	$P_3^2$	$P_4$	$P_4^2$	$P_5$	$P_5^2$
	9,0	81,0	6,0	36,0	5,5	30,3	8,0	64,0	6,5	42,5
	2,0	4,0	4,0	16,0	2,0	4,0	0,0	0,0	0,8	0,7
	9,0	81,0	3,0	9,0	4,5	20,3	7,0	49,0	3,9	15,3
	7,5	56,3	6,0	36,0	10,0	100,0	10,0	100,0	8,0	63,4
	4,5	20,3	8,0	64,0	7,0	49,0	9,5	90,3	3,8	14,6
	6,0	36,0	3,0	9,0	6,0	36,0	10,0	100,0	1,6	2,6
	7,5	56,3	4,5	20,3	1,0	1,0	10,0	100,0	2,7	7,1
	5,0	25,0	3,0	9,0	4,5	20,3	2,5	6,3	4,0	16,2
	0,0	0,0	3,0	9,0	3,0	9,0	8,0	64,0	2,0	4,0
	3,0	9,0	7,0	49,0	4,0	16,0	9,5	90,3	2,3	5,4
	8,5	72,3	3,0	9,0	6,0	36,0	10,0	100,0	4,9	24,0
	0,0	0,0	1,5	2,3	2,0	4,0	2,5	6,3	0,6	0,3
	5,0	25,0	9,0	81,0	8,5	72,3	6,0	36,0	6,5	41,6
	6,0	36,0	3,0	9,0	2,0	4,0	4,0	16,0	1,0	0,9
	1,0	1,0	1,5	2,3	1,0	1,0	5,5	30,3	0,7	0,5
	10,0	100,0	7,5	56,3	9,0	81,0	9,0	81,0	8,1	66,3
	6,3	39,7	6,0	36,0	6,0	36,0	8,0	64,0	4,8	23,3
	10,0	100,0	6,0	36,0	6,5	42,3	6,0	36,0	4,6	21,4
	5,0	25,0	3,0	9,0	7,7	59,3	8,5	72,3	4,5	20,5
	10,0	100,0	9,0	81,0	8,5	72,3	9,0	81,0	4,8	22,8
	8,5	72,3	10,0	100,0	6,5	42,3	5,0	25,0	3,1	9,5
	2,5	6,3	4,0	16,0	6,5	42,3	9,5	90,3	2,9	8,6
	10,0	100,0	7,5	56,3	8,0	64,0	10,0	100,0	8,1	65,9
	4,5	20,3	3,0	9,0	4,5	20,3	7,5	56,3	2,6	6,7
	3,0	9,0	4,5	20,3	1,0	1,0	8,5	72,3	3,9	15,2
	2,5	6,3	4,5	20,3	4,0	16,0	10,0	100,0	3,9	14,9
	6,5	42,3	4,0	16,0	7,0	49,0	4,5	20,3	4,1	16,6
	8,0	64,0	5,0	25,0	8,0	64,0	5,0	25,0	5,6	31,0
	4,0	16,0	7,5	56,3	4,5	20,3	3,5	12,3	3,7	13,7
	5,0	25,0	5,6	31,4	2,5	6,3	4,5	20,3	1,4	1,9
	4,0	16,0	3,0	9,0	0,5	0,3	4,5	20,3	1,7	2,8
	0,5	0,3	3,0	9,0	4,0	16,0	7,5	56,3	0,8	0,6
	7,0	49,0	10,0	100,0	0,5	0,3	5,0	25,0	1,1	1,2
	5,0	25,0	6,0	36,0	6,0	36,0	6,0	36,0	3,0	8,8
	2,0	4,0	5,0	25,0	5,0	25,0	5,5	30,3	6,1	36,7
	0,5	0,3	1,5	2,3	9,5	90,3	4,5	20,3	2,4	5,9
	5,0	25,0	7,0	49,0	6,5	42,3	4,0	16,0	7,6	58,2
	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	4,0	0,0	0,0	0,7	0,5
	4,5	20,3	0,0	0,0	2,7	7,1	0,0	0,0	0,8	0,6
	0,5	0,3	1,5	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,3
	<b>198,8</b>	<b>1368,9</b>	<b>189,6</b>	<b>1161,9</b>	<b>193,9</b>	<b>1240,1</b>	<b>248,0</b>	<b>1912,0</b>	<b>140,0</b>	<b>693,2</b>

**Anexo 4** – Texto jornalístico usado como organizador prévio utilizado no estudo preliminar da célula.

## **USP ANUNCIA BEZERRA CLONADA DE CÉLULA ADULTA**

Pesquisadores da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da USP anunciaram nesta sexta-feira o nascimento de uma vaca gerada a partir da clonagem de células de um animal adulto. A experiência, coordenada pelo professor da FMVZ, José Antonio Visintin, servirá para verificar se a idade celular dos animais clonados de indivíduos adultos é maior que aqueles originados de gestação normal ou da clonagem de células fetais.

Chamada de Bela, a bezerra da raça nelore nasceu na última terça-feira pesando 45 kg, considerado normal para a espécie. Segundo Visintin, testes genéticos com amostras de sangue comprovaram que os genes de Bela são idênticos aos do animal doador, a vaca Nampa, de 10 anos de idade, pertencente à Fazenda Panorama, de Campinas (SP). "O estado de saúde da recém-nascida é normal", afirma o professor.

Para a produção do clone foram retiradas células da orelha de Nampa", que foram cultivadas em laboratório. "As células do cultivo foram introduzidas em oócitos (óvulos) que tiveram seus núcleos retirados", relata. "Através de um estímulo elétrico as células são fundidas com os oócitos, originando o embrião clonado."

Ao todo, foram produzidos 680 embriões, dos quais 21 foram transferidos para 11 vacas, sendo que quatro iniciaram a gestação. O professor observa que a gestação de bovinos dura cerca de 290 dias, mas apenas duas vacas chegaram aos 120 dias. "Dos fetos que restaram, só Bela sobreviveu ao parto, feito por cesariana."

Bela é o segundo bovino clonado no Brasil a partir das células de um animal adulto. No ano passado, a FMVZ anunciou o nascimento do bezerro Marcolino, gerado por clonagem, mas a partir de células diferenciadas extraídas de embriões de bovinos (fibroblastos).

Visintin afirma que em 2004 os pesquisadores da FMVZ irão comparar o material genético de Bela, Marcolino e Nampa para determinar se a idade celular de animais clonados a partir de células adultas é maior. "Quando as células do

animal se dividem, o comprimento dos cromossomos vai diminuindo, podendo haver semelhança nas medidas nos cromossomos de indivíduos mais velhos e aqueles clonados de células adultas", explica. "Os resultados serão usados em estudos de reprogramação celular."

Marcolino, hoje com 19 meses de idade, teve um crescimento normal e já fornece sêmen para experiências genéticas, disse o professor.

O pesquisador da FMVZ, Marco Roberto de Mello, que participou do desenvolvimento dos indivíduos clonados, afirmou que não há diferença na gestação do animal clonado de células adultas com aqueles originados de células diferenciadas do embrião.

**Redação Terra**

**Anexo 5 – Prova final.**

**COLÉGIO ....**  
**CAMPO GRANDE - MS**

Aluno: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2004

**Prof. Ronny M. de Moraes**

**PROVA FINAL**

<b>CONTEUDOS:</b>	<b>OBJETIVOS:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>Morfofisiologia da célula eucarionte</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Ao final da unidade, o aluno deverá reconhecer a estrutura morfológica de uma célula eucarionte;</li><li>Compreender a fisiologia dos organóides celulares;</li><li>Compreender a função do núcleo celular;</li><li>Descrever a estrutura do núcleo interfásico.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Divisão celular (Mitose/Meiose)</li><li>Gametogênese</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Compreender a função da mitose e da meiose;</li><li>Diferenciar a mitose da meiose;</li><li>Reconhecer as mudanças que ocorrem na célula durante a mitose e a meiose;</li><li>Reconhecer os lugares do organismo onde ocorre mitose e a meiose;</li><li>Relacionar mitose e câncer.</li><li>Compreender a importância da gametogênese para reprodução dos seres vivos;</li><li>Reconhecer as fases da gametogênese.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Introdução aos tecidos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Compreender a origem dos tecidos;</li><li>Reconhecer as características do tecido epitelial de revestimento e glandular;</li><li>Reconhecer a importância da clonagem terapêutica e da clonagem reprodutiva.</li></ul>

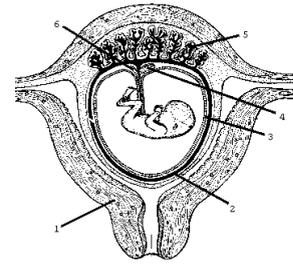
1) O esquema abaixo refere-se às estruturas presentes no útero, durante o desenvolvimento embrionário humano. Por exemplo à estrutura de nº 1 refere-se ao útero e a de nº 5 corresponde à placenta. O embrião humano desenvolve-se no interior do útero durante nove meses.

Tendo por base os seus conhecimentos sobre a divisão celular, responda as questões propostas.

**a)** Qual é o tipo de divisão celular que está ocorrendo com as células do embrião, para que ele possa crescer?

**b)** A célula humana é tipicamente eucarionte. Por que elas recebem esta denominação?

c) Caso haja dúvidas sobre a saúde do feto, faz-se à retirada de um pouco do líquido amniótico existente em volta do bebê (que contém células) para examinar o seu cariótipo. Qual a finalidade deste exame? Em qual fase da divisão celular ele é feito?




---

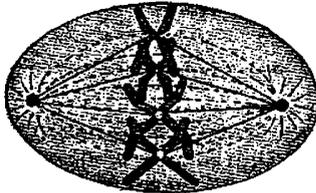


---



---

2) Observe o esquema abaixo que representa uma célula em divisão mitótica. Durante a divisão celular algumas estruturas tornam-se visíveis ao microscópico. Cite pelo menos quatro estruturas que se somente se tornam observáveis durante a divisão celular.




---



---



---



---

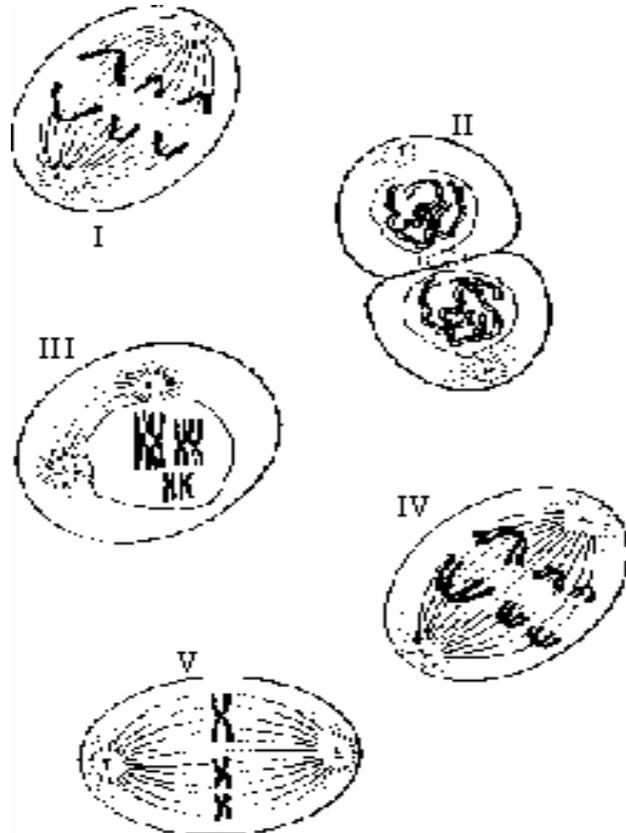
3) O esquema abaixo, refere-se ao processo de **GAMETOGÊNESE**. Em relação a este processo, responda às questões abaixo:

a) Em qual local do corpo humano ocorre tal processo?

b) Qual o tipo de divisão celular que está ocorrendo?

c) Que importante fenômeno ocorrerá durante o processo esquematizado ao lado que pode ajudar a explicar as diferenças existentes entre as pessoas?

d) Ao final da divisão do processo as células terão metade do número cromossômico das células que iniciaram o processo. Por que?



e) Dê o nome das fases I, II e III, respectivamente.

---

---

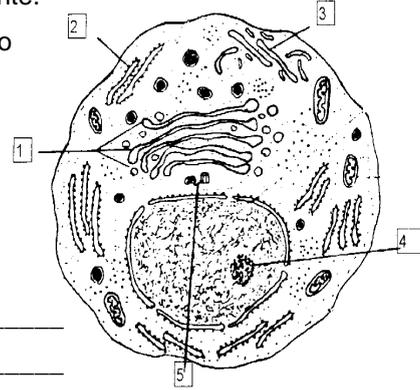
4) A citologia constitui um ramo da biologia que trata da célula. Ela estuda sua estrutura morfológica e seu funcionamento. Baseando-se naquilo que você aprendeu sobre célula, responda ao que é proposto:

a) A célula em questão é procariótica ou eucariótica? Comente.

b) cite pelo menos três organóides citoplasmáticos indicando sobre sua (s) função (ões).

c) A estrutura de nº 4 representa o núcleo celular. Qual é a função atribuída a esta região da célula?

d) Comente a seguinte frase “os organóides celulares são responsáveis pelo metabolismo celular”.



---

---

---

---

---

---

5) “Os médicos calculam que um total de 405.000 brasileiros receberão o diagnóstico de câncer em 2003”. Cento e trinta mil pessoas morrerão vítimas da doença. Das centenas de tipos de tumores malignos, os de pulmão, mama e próstata respondem por um quarto dos novos casos registrados anualmente.” Veja, 26 novembro, 2003 – edição 1830. Dos processos de divisão celular estudados por você, qual é aquele que está relacionado com o câncer?”.

Faça um breve comentário sobre suas causas.

---

---

---

---

---

6) Faça a diferenciação entre a clonagem **TERAPÊUTICA** e a **REPRODUTIVA**.

---

---

---

---

---

7) Sabemos que as glândulas podem ser classificadas em dois grupos as **ENDÓcrinas** e as **EXÓcrinas**.

a) O que distingue um grupo de outro?

b) Classifique as glândulas abaixo em **END** (endócrina) e **EXO** (exócrina).

- [    ] Salivares \_\_\_\_\_
- [    ] Tireóide \_\_\_\_\_
- [    ] Testículos \_\_\_\_\_
- [    ] Sudoríparas \_\_\_\_\_
- [    ] Sebáceas \_\_\_\_\_
- [    ] Ovários \_\_\_\_\_

8) O tecido epitelial pode ser classificado em dois grupos: revestimento e glandular. Dentre os tecidos de revestimento temos a **PELE** e a **MUCOSA**. Qual é a diferença básica entre esses dois tipos de tecidos?

---

---

9) Há dois meses atrás um desempregado protestou em frente ao palácio do planalto em Brasília, ateando fogo em seu próprio corpo. Este protesto lhe custou a vida. O homem aparentando mais de trinta anos não sobreviveu às queimaduras. Sabe-se que as queimaduras podem ser classificadas em 1º grau, 2º grau e 3º grau. Explique como é feita esta classificação?

**Anexo 6** - Texto jornalístico usado como organizador prévio no estudo sobre os carboidratos.

## **DIABETES**

### DIABETES TIPO 1

No diabetes tipo 1, ou insulino-dependente, as células do pâncreas que normalmente produzem insulina, foram destruídas.

Quando pouca ou nenhuma insulina vem do pâncreas, o corpo não consegue absorver a glicose do sangue; as células começam a “passar fome” e o nível de glicose no sangue fica constantemente alto. A solução é injetar insulina subcutânea (embaixo da pele) para que possa ser absorvida pelo sangue. Ainda não é possível produzir uma forma de insulina que possa ser administrada oralmente já que a insulina é degradada, no estômago, em uma forma inativa.

Uma vez que o distúrbio se desenvolve, não existe maneira de “reviver” as células produtoras de insulina do pâncreas. O transplante de um pâncreas sadio ou, apenas, o transplante de células produtoras de insulina de um pâncreas sadio já foram tentados, mas ainda são considerados em estágio experimental. Portanto, a dieta correta e o tratamento com a insulina ainda são necessários por toda a vida de um diabético.

Não se sabe o que causa a destruição das células produtoras de insulina do pâncreas ou o porquê do Diabetes aparecer em certas pessoas ou em outras. Fatores hereditários parecem Ter o um papel importante, mas o distúrbio, praticamente, nunca é diretamente herdado. Os diabéticos ou as pessoas com Diabetes na família, não devem Ter restrições quanto à Ter filhos.

### DIABETES TIPO 2

Embora não se saiba o que causa o Diabetes Tipo 2, sabe-se que neste caso, o fator hereditário tem uma importância bem maior do que no Diabetes Tipo 1. Também existe uma conexão entre a obesidade e o Diabetes Tipo 2; embora a obesidade não leve, necessariamente ao Diabetes. O Diabetes Tipo 2 é um distúrbio comum, afetando 5 – 10 % da população.

Todos os diabéticos tipo 2 produzem insulina quando diagnosticados e, a maioria, continuará produzindo insulina pelo resto de suas vidas. O principal motivo que faz com que os níveis de glicose no sangue permaneçam altos está na incapacidade das células musculares e adiposas de usarem toda a insulina secretada pelo pâncreas. Assim, muito pouco da glicose presente no sangue é aproveitado por estas células. Esta ação reduzida de insulina é chamada de “resistência insulínica”.

Os sintomas do diabetes tipo 2 são menos pronunciados e esta é a razão para considerar este tipo de diabetes mais “brando” que o Tipo 1. O Diabetes Tipo 2 deve ser levado a sério, embora seus sintomas possam permanecer desapercibidos por muito tempo, uma vez que pode por em sério risco a saúde do indivíduo.

Sinais da diabetes

Uma pessoa com Diabetes Mellitus não tratada apresenta os sinais da hiperglicemia que nada mais é do que a tentativa do organismo em eliminar esse excesso de glicose. Esta condição produz muitos sintomas. Os mais freqüentes são:

- ? Aumento do volume de urina (poliúria);
- ? sede (polidipsia);
- ? fadiga, fraqueza;
- ? perda de peso;
- ? aumento do apetite (polifagia);

Algumas vezes os sintomas são tão discretos que o indivíduo pode ficar por anos sem perceber estas alterações. Por isso que o diagnóstico de diabetes freqüentemente é feito através de exames de rotina, sem que houvesse uma suspeita anterior da doença.

*Fonte: Espaço da Saúde Diabetes Mellitus Grupo de Apoio em Diabetes do Hospital Israelita Albert Einstein.*

**Anexo 7** - Texto jornalístico utilizado como organizador prévio no estudo dos lipídios.

## **ESTERÓIDES ANABOLIZANTES**

Definição – Os esteróides anabolizantes, mais conhecidos apenas com o nome de anabolizantes, são drogas relacionadas ao hormônio masculino Testosterona fabricado pelos testículos. Os anabolizantes possuem vários usos clínicos, nos quais sua função principal é a reposição da testosterona nos casos em que, por algum motivo patológico, tenha ocorrido um déficit.

Além desse uso médico, eles têm a propriedade de aumentar os músculos e por esse motivo são muito procurados por atletas ou pessoas que querem melhorar a performance e a aparência física. Segundo especialistas, o problema do abuso dessas drogas não está com o atleta consagrado, mas com aquela “pessoa pequena que é infeliz em ser pequena”. Esse uso estético não é médico, portanto é ilegal e ainda acarreta problemas à saúde.

Os esteróides anabolizantes podem ser tomados na forma de comprimidos ou injeções e seu uso ilícito pode levar o usuário a utilizar centenas de doses a mais do que aquela recomendada pelo médico. Frequentemente, combinam diferentes esteróides entre si para aumentar a sua efetividade. Outra forma de uso dessas drogas, é toma-las durante 6 a 12 semanas, ou mais e depois parar por várias semanas e recomeçar novamente.

No Brasil não se tem estimativa deste uso ilícito, mas sabe-se que o consumidor preferencial está entre 18 a 34 anos de idade e em geral é do sexo masculino.

Nos USA, em 1994, mais de um milhão de jovens já tinham feito uso de esteróides anabolizantes.

No comércio brasileiro, os principais medicamentos à base dessas drogas e utilizados com fins ilícitos são: Androxon<sup>®</sup> Durateston<sup>®</sup>, Deca-Durabolin<sup>®</sup>. Porém, além desses, existem dezenas de outros produtos que entram ilegalmente no país

e são vendidos em academias e farmácias. Muitas das substâncias vendidas como anabolizantes são falsificadas e acondicionadas em ampolas não esterilizadas, ou misturadas a outras drogas.

Alguns usuários chegam a utilizar produtos veterinários à base de esteróides, sobre os quais não se tem nenhuma idéia sobre os riscos do uso em humanos.

#### Efeitos adversos

Alguns dos principais efeitos do abuso dos esteróides anabolizantes são: tremores, acne severa, retenção de líquidos, dores nas juntas, aumento da pressão sanguínea, DHL baixo (a forma boa do colesterol), icterícia e tumores no fígado. Além desses, aqueles que se injetam ainda correm o perigo de compartilhar seringas e contaminar-se com o vírus da Aids ou hepatite.

#### Outros efeitos

Além dos efeitos mencionados, outros também graves podem ocorrer:

**No homem:** os testículos diminuem de tamanho, a contagem de espermatozóides é reduzida, impotência, infertilidade, calvície, desenvolvimento de mamas, dificuldade ou dor para urinar e aumento da próstata.

**Na mulher:** crescimento de pêlos faciais, alterações ou ausência de ciclo menstrual, aumento do clítoris, voz grossa, diminuição de seios.

**No adolescente:** maturação esquelética prematura, puberdade acelerada levando a um crescimento raquítico.

O abuso de anabolizantes pode causar ainda uma variação de humor incluindo agressividade e raiva incontroláveis que podem levar a episódios violentos. Esses efeitos são associados ao número de doses semanais utilizadas pelos usuários.

Usuários, freqüentemente, tornam-se clinicamente deprimidos quando param de tomar a droga. Um sintoma de síndrome de abstinência que pode contribuir para a dependência.

Ainda podem experimentar um ciúme patológico, extrema irritabilidade, ilusões, podendo ter uma distorção de julgamento em relação a sentimentos de invencibilidade, distração, confusão mental e esquecimentos.

Atletas, treinadores físicos e mesmo médicos relatam que os anabolizantes aumentam significativamente a massa muscular, força e resistência. Apesar

dessas afirmações, até o momento não existe nenhum estudo científico que comprove que essas drogas melhoram a capacidade cardiovascular, agilidade, destreza ou performance física.

Devido a todos esses efeitos o Comitê Olímpico Internacional colocou 20 esteróides anabolizantes e compostos relacionados a eles, como drogas banidas, ficando o atleta que fizer uso deles sujeito a duras penas.

Os principais esteróides anabolizantes são: oximetolona, metandriol, donazol, fluoximetil testosterona, mesterolona, metil testosterona, sendo os mais utilizados no Brasil a Testosterona e Nandrolona.

*Fonte: Centro Brasileiro de Informações sobre Drogas Psicotrópicas – CEBRID*

**Anexo 8** - Organizador prévio utilizado no estudo sobre os processos de divisão celular.

## **DIVIDINDO-SE PARA CRESCER**

Renato Sabbatini

De todos os fenômenos naturais que fazem parte da vida, talvez o que mais nos impressiona e nos maravilha é o da divisão celular. É através dele que os organismos vivos crescem, se desenvolvem e se multiplicam: seria quase um milagre se os cientistas não entendessem como funciona. Portanto, a divisão celular é praticamente sinônimo de vida.

Isso tudo me veio à mente com a concessão, na semana passada, do prêmio Nobel de Medicina e Fisiologia para três cientistas que realizaram importantes pesquisas para esclarecer como funciona a divisão celular, Leland H. Hartwell, R. Timothy Hunt e Paul M. Nurse. O primeiro é americano e trabalha no importante Fred Hutchinson Câncer Research Center, em Seattle, EUA, e os dois últimos são pesquisadores do Imperial Câncer Research Fund, na Inglaterra. As descobertas já estão rendendo importantes conseqüências para um dos males que afligem o organismo humano quando algo funciona errado com a divisão celular: as pesquisas mostram que o câncer é um dos seus resultados, pois nele as células que eram normais começam a se multiplicar desordenadamente e de forma anormal.

Existem dois tipos de divisão celular: a mitose e a meiose. Na mitose uma célula se divide em duas iguais. As células-filhas têm o mesmo número de cromossomos que a célula-mãe e geralmente são do mesmo tipo. Sem a mitose, morreríamos rapidamente, pois cerca de 2 bilhões de células por dia morrem e são substituídas através da divisão mitótica, no fenômeno da regeneração celular. Quando pegamos uma queimadura solar isso se torna bem evidente: a pele que descasca é formada por bilhões de células da epiderme que morreram por ação dos raios ultravioletas. O eritema (vermelhidão) é uma forte reação inflamatória, com aumento do fluxo sanguíneo no local, provocando os três sintomas clássicos da medicina, dor, rubor e calor. A pele “nova” que surge em seu lugar, é formada pela divisão das células que sobraram (ainda bem!). Em uma queimadura grave

de terceiro grau sobram poucas células para a regeneração, e torna-se muitas vezes necessário um implante de pele de outra parte do corpo.

O sangue é outro tecido em que a reprodução celular é importantíssima, pois as células sangüíneas de todos os tipos morrem e são continuamente substituídas por verdadeiras “linhas de produção”, localizadas na medula dos ossos.

As únicas células que não se reproduzem através de mitose são os neurônios (células nervosas) e os músculos estriados (coração e músculos esqueléticos). É por isso que ocorre a doença de Alzheimer, por exemplo, que é devida à morte maciça de neurônios de um idoso acometido.

Isso leva a perdas irreversíveis da memória e alterações na personalidade, comportamento, raciocínio, etc. Se conseguíssemos induzir a reprodução neuronal de forma controlada, poderíamos curar esse terrível mal. Na paralisia infantil e no infarto do miocárdio também vemos as conseqüências da não regeneração das células musculares: atrofia do músculo, perda da força muscular, insuficiência circulatória e até a morte (na paralisia infantil, por disfunção dos músculos respiratórios).

Já a meiose é a reprodução celular responsável pela formação dos gametas, ou células sexuais, como os espermatozóides e os óvulos femininos, que são usados na reprodução sexuada, através da fecundação. Na divisão celular, os cromossomos se dividem aleatoriamente em dois conjuntos, um para cada célula-filha. Como é envolvida na reprodução das espécies, não é preciso nem enfatizar aqui a sua importância. Sem a mitose, os organismos não cresceriam e não sobreviveriam. Sem a meiose, não se reproduziriam. Isso dá uma medida da importância do trabalho dos cientistas que ganharam o prêmio Nobel deste ano!

Existem muitíssimas doenças (quase todas) em que mitose e meiose são fenômenos fundamentais. No sistema imune, é muito importante a reprodução de linhagens de células específicas para combater um determinado tipo de invasor (uma bactéria ou vírus, por exemplo). Aliás, a divisão de células estranhas dentro do nosso corpo é fundamental para fenômenos como a infecção, a disseminação do organismo, a transmissão dos mesmos para outros organismos, a formação do

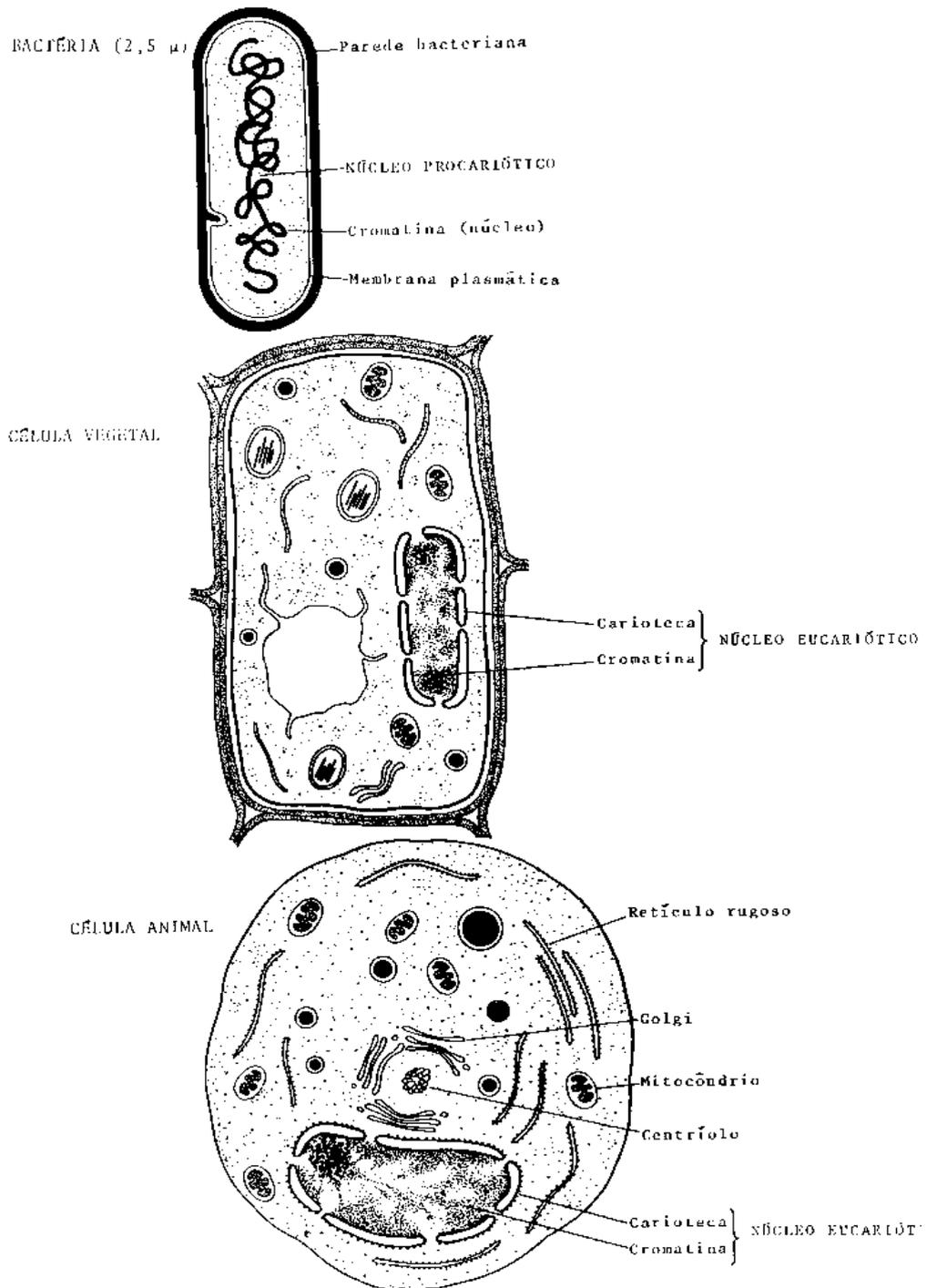
pus, etc. Nos vários tipos de câncer, inclusive a leucemia, a divisão celular anormal, em quantidade exagerada e formando células atípicas, é o que de mais importante acontece. Aqui vemos uma outra importância de conhecer bem esse fenômeno, e finalmente, conseguir controlá-lo.

A ciência médica, auxiliada pela biologia molecular e pela biologia celular, está preste a alcançar avanços extraordinários nessa área. Dentro de dez anos, no máximo, conseguiremos controlar muitos eventos de reprodução celular, com precisão, graças à decodificação do genoma humano. Quem viver, verá.

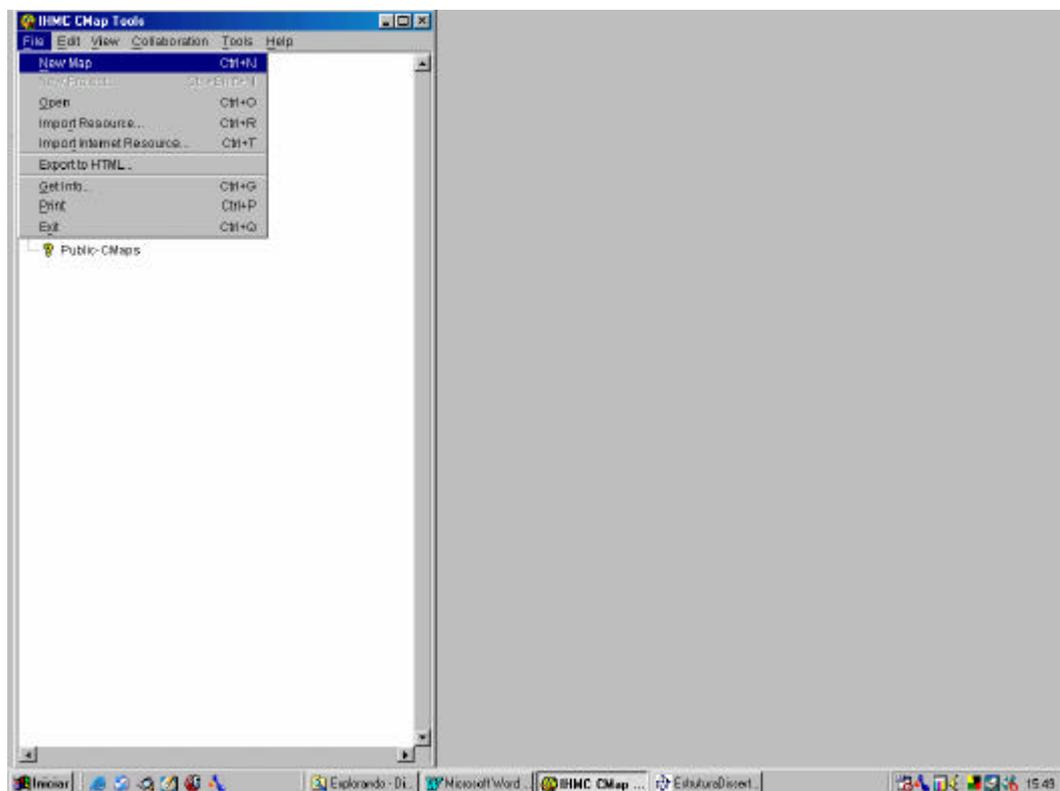
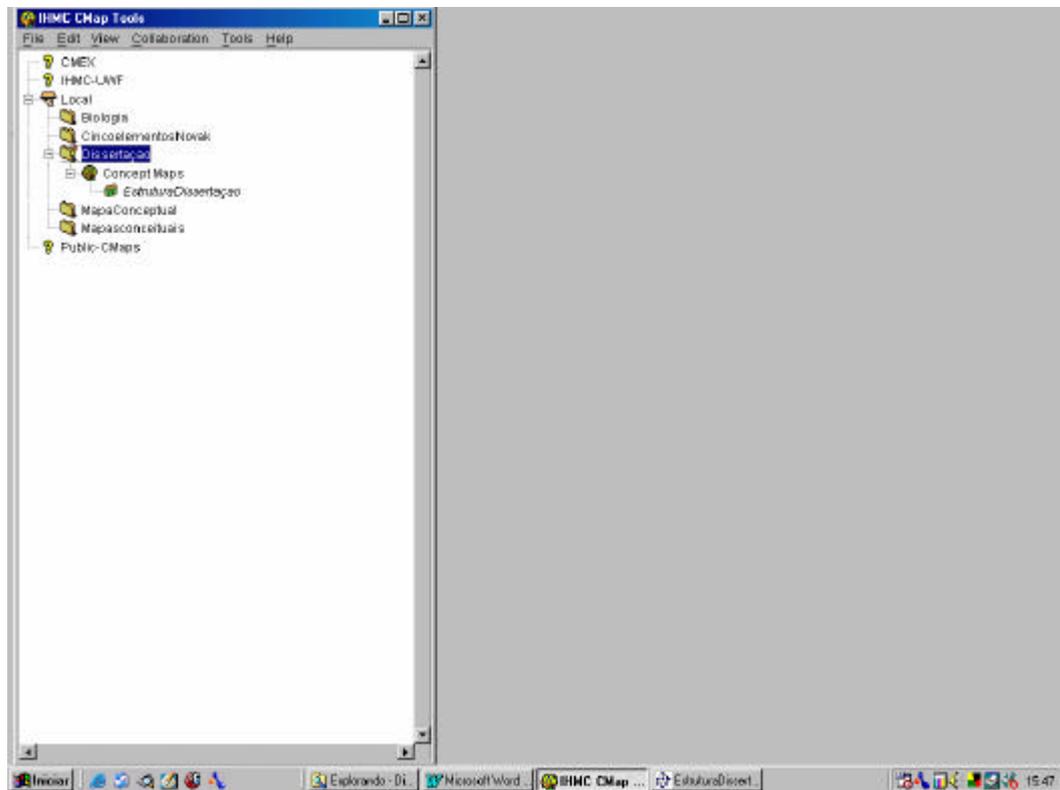
*Publicado no diário Correio Popular*

*21/10/2001*

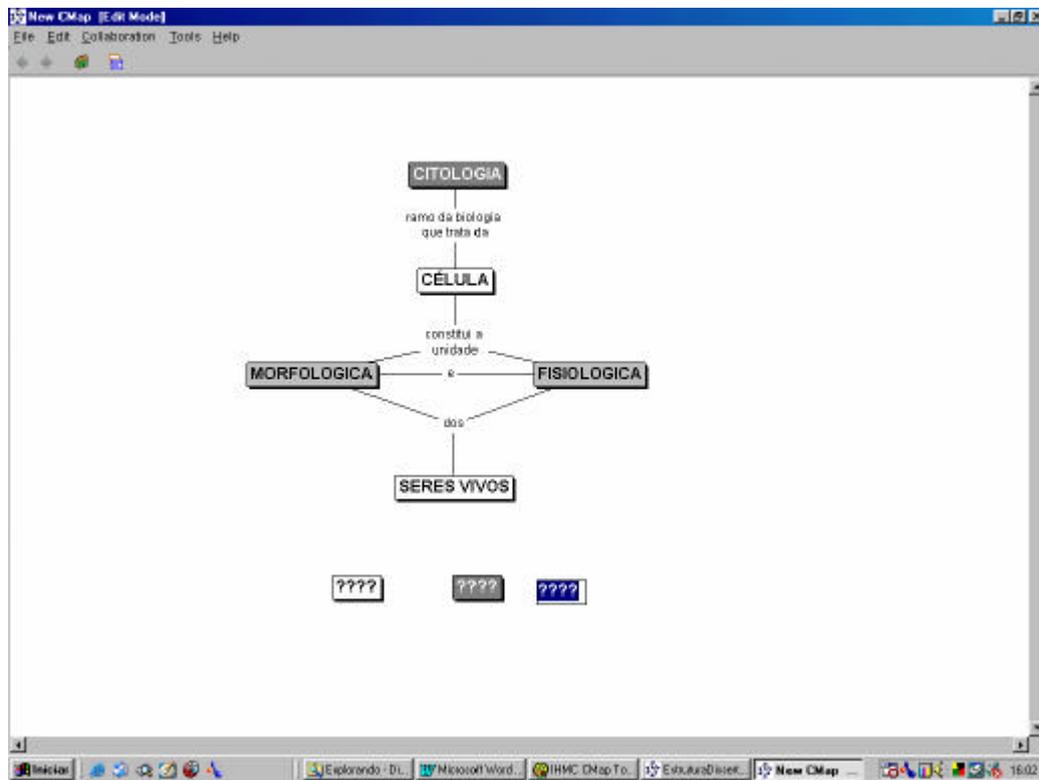
**Anexo 9 – Figura de células, comparação entre a célula procariótica e eucariótica.**



## Anexo 10 – Janelas de trabalho do software CMap Tools.



Anexo 11 – Janela de trabalho do software CMap Tools.



**Anexo 12 - Notas da prova Final (P5) utilizadas para a comparação do desempenho escolar dos Grupos Experimental e Controle (Teste “t” de student).**

Nota GE	$\sum n_1^2$	Nota GC	$\sum n_2^2$
3,8	14,7	6,5	42,5
0,6	0,4	0,8	0,7
5,3	27,7	3,9	15,3
9,2	83,7	8,0	63,4
5,9	35,0	3,8	14,6
4,0	15,8	1,6	2,6
5,5	29,7	2,7	7,1
1,6	2,4	4,0	16,2
5,1	26,2	2,0	4,0
1,4	1,8	2,3	5,4
6,6	43,6	4,9	24,0
3,6	13,0	0,6	0,3
5,3	28,2	6,5	41,6
6,6	44,0	1,0	0,9
4,6	21,0	0,7	0,5
1,4	2,1	8,1	66,3
2,8	8,1	4,8	23,3
1,9	3,5	4,6	21,4
1,5	2,1	4,5	20,5
6,6	43,8	4,8	22,8
6,9	46,9	3,1	9,5
8,4	70,1	2,9	8,6
4,7	22,4	8,1	65,9
4,9	23,5	2,6	6,7
2,8	7,9	3,9	15,2
3,8	14,4	3,9	14,9
3,7	14,0	4,1	16,6
5,3	28,2	5,6	31,0
6,1	37,0	3,7	13,7
2,8	8,0	1,4	1,9
2,8	7,6	1,7	2,8
8,2	66,6	0,8	0,6
5,5	30,6	1,1	1,2
7,4	55,1	3,0	8,8
6,2	37,9	6,1	36,7
8,7	74,8	2,4	5,9
3,0	8,7	7,6	58,2
3,9	15,4	0,7	0,5
3,0	9,2	0,8	0,6
1,1	1,3	0,6	0,4
1,4	2,0		
3,8	14,1		
5,94	35,3		
<b>193</b>	<b>1078</b>	<b>140</b>	<b>693</b>