

**MATERIAL INSTRUCIONAL PARA ENSINO DE BOTÂNICA:  
CD-ROM POSSIBILITADOR DA APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA NO ENSINO MÉDIO**

**MILENA VIEIRA COSTA**

**CAMPO GRANDE-MS**

2011



Serviço Público Federal

Ministério da Educação



**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências

Mestrado em Ensino de Ciências

**MATERIAL INSTRUCIONAL PARA ENSINO DE BOTÂNICA:  
CD-ROM POSSIBILITADOR DA APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA NO ENSINO MÉDIO**

**MILENA VIEIRA COSTA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito final para a conclusão do curso de Mestrado em Ensino de Ciências sob a orientação do Prof. Dra Angela Maria Zanon.

**CAMPO GRANDE-MS**

2011



Serviço Público Federal

Ministério da Educação



**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências

Mestrado em Ensino de Ciências

**Banca participante do processo de dissertação**

Dra Angela Maria Zanon

(orientadora/UFMS)

\_\_\_\_\_

Dra Angela Lucia Bagnatori Sartori

(DIB/UFMS)

\_\_\_\_\_

Dr. Osmar Cavassan

(UNESP)

\_\_\_\_\_

Dra Maria Celina Recena

(UFMS)

\_\_\_\_\_



Departamento de Física – Departamento de Química  
Caixa Postal 549 – CEP 79070-900 - Campo Grande - MS  
Tel 67 3345 7752 - <http://www.ppec.dfi.ufms.br>



Serviço Público Federal

Ministério da Educação



Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências

Mestrado em Ensino de Ciências

## RESUMO

Este trabalho apresenta a elaboração, aplicação e avaliação de um CD-ROM interativo, produzido a partir dos subsunçores dos alunos, construído com o recurso do hipertexto, e estratégias de multimídias. O objetivo central dessa pesquisa é o ensino de Botânica. O referencial orientador deste trabalho é teoria cognitivista de David Ausubel, cujo conceito básico é o de aprendizagem significativa, além de subsunçores e aprendizagem hierárquica dos conceitos, e os processos de diferenciação progressiva dos conceitos e sua reconciliação integrativa.

Os subsunçores são informações previamente adquiridas, relevantes e claros que funcionam como conceitos âncora para a nova informação. Para que ocorra a aprendizagem significativa deve ocorrer associação do novo conhecimento aos subsunçores de maneira não arbitrária e substantiva (não literal) (AUSUBEL *et al.*, 1980). Essa relação em que as novas idéias são relacionadas a aspectos relevantes da estrutura cognitiva do aluno, ocorrerá apenas se houver disposição por parte do aprendiz.

Para conhecer essa pré-disposição, foi elaborado e aplicado um questionário a fim de investigar a estrutura cognitiva dos alunos, e a presença de subsunçores necessários a aprendizagem, além de diagnosticar a pré-disposição que os alunos manifestam para com assuntos de Botânica e de Educação Ambiental.

O grupo de alunos participantes do terceiro ano do Ensino Médio caracterizava-se inicialmente por ter aprendido Botânica principalmente pelo livro didático, mas que indicam preferência por metodologias alternativas com imagens e interatividade, com maior predisposição para as matérias de atuação prática em seu cotidiano. Esses alunos, em sua maioria, eram conhecedores da matéria de Botânica e dos Grupos Vegetais, porém apresentavam um aprendizado generalizado sem ter bem definido os conceitos botânicos, as diferenças e semelhanças entre os Grupos Vegetais e seus exemplos do cotidiano. Referente aos problemas ambientais locais e globais, esse grupo de alunos possuíram uma visão ambiental voltada apenas a ambientes não alterados por ação humana, cujos efeitos de desequilíbrio se apresentam distantes da vivência escolar e as ações julgadas prejudiciais eram as destacadas pela sociedade local, como problemas com lixo, desmatamento e queimadas.

A partir dos subsunçores, foi elaborado o CD-ROM multimídia, que abrangeu as múltiplas relações dos Grupos Vegetais, bem como a dinâmica dos ecossistemas e atuais eventos de ação antrópica sobre a flora. A potencialidade do CD-ROM educacional foi avaliada através da resolução de situações problematizadoras pelos alunos em que foi analisada a estrutura cognitiva destes em novas situações.

O material apresentou uma série de momentos educativos com abordagens variadas como uma poesia ambiental que objetivou refletir as relações dos ecossistemas, um mapa conceitual botânico que favorecia a reconciliação integrativa e a diferenciação progressiva dos conceitos científicos, um cladograma com a evolução filogenética para a classificação dos vegetais e vídeos que simulavam situações de impacto ambiental pela interferência do homem.

Os resultados da aplicação do CD-ROM indicam que ocorreu uma crescente na aprendizagem para os conceitos botânicos como criptógama, sementes e frutos, um maior reconhecimento dos Grupos Vegetais presente no cotidiano do aprendiz, o favorecimento da diferenciação dos vegetais pela análise de suas semelhanças e diferenças e maior sensibilização ambiental diante de ações antrópicas que desencadeiam efeitos diversos incluindo o homem como agente e pertencente das alterações

**Palavras-chave:** David Ausubel, Grupos Vegetais, Classificação Vegetal, CD-ROM.

## ABSTRACT

This essay aims the elaboration, application and evaluation of an interactive CD-ROM, produced from the students' subsunçores, built with the resource of hypertext, and multimedia strategies. The objective of this research is the teaching of Botany. The guiding reference of this essay is the cognitive theory of David Ausubel, which basic concept is the significative learning, besides the subsunçores and concepts hierarchical learning, and the processes of progressive differentiation of of concepts and its integrative reconciliation.

The subsunçores are information previously acquired, relevant and clear which function as base concepts to the new information. In order for the significative learning to occur, an association between the new knowledge and the subsunçores must exist, in a no arbitrary and substantive way (non-literal) (AUSUBEL et al., 1980). This relation in which the new ideas are related to relevant aspects of the student's cognitive structure will only happen should the learner show interest.

To get to know this pre-disposition, a questionnaire was elaborated and applied to investigate the cognitive structure of the students, and the presence of subsunçores necessary in the learning process, and also to diagnose the pre-disposition shown by the students when it comes to Botanic and Environmental Education.

The group of students from the high school senior year who participated was characterized by having learned Botanic mainly from the textbook, but which indicate preference for alternative methodologies with images and interactivity, with major pre-disposition towards subjects that have practical procedure in their everyday environment. These students, mostly, did know Botanic and the Vegetable Groups, however, they showed a general learning, lacking botanical concepts well defined, the differences and similarities between the Vegetable groups and daily examples. Related to local and global environmental problems, this group of students had an environmental view focused merely on environments that had not been altered by human action, which unbalancing effects present themselves far away from school living and actions judged harmful were highlighted by local society, as trouble regarding waste, deforestation and burning.

From these subsunçores, the CD-ROM multimedia was elaborated, covering the multiple relations of the Vegetable Groups, such as ecosystems dynamic and current events of anthropic action on the flora. The potentiality of the educational CD-ROM was evaluated through the resolution of troublesome situations by the students in which their cognitive structure was analyzed in new situations.

The material presented a set of educational moments with distinct approaches like an environmental poem that aimed portray the ecosystems relations, a botanic conceptual map which fomented the integrative reconciliation and the progressive differentiation of scientific concepts, a cladogram with phylogenetic evolution for the videos and vegetables classification that stimulated environmental impact situations due to man interference.

The results of the CD-ROM application indicate that a learning increase happened on the botanic concepts with cryptogam, seeds and fruits, greater knowledge on the Vegetable Group present in the learner's everyday, the fostering of vegetables differentiation by the analysis of their similarities and differences and broader environmental awareness before anthropic actions that trigger diverse effects including man as agent and belonging to alterations.

**Key words:** David Ausubel, Vegetable Groups, plant classification, interactive CD-ROM.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
1.1. ENSINO DE CIÊNCIAS	1
1.2. ENSINO DE BIOLOGIA	2
1.3. ENSINO DE BOTÂNICA	3
1.4. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ENSINO DE BOTÂNICA	4
1.5. MULTIMÍDIA	6
1.6. OBJETO DE ESTUDO	7
1.7. QUESTÃO BÁSICA MOTIVADORA	9
1.8. JUSTIFICATIVA	11
1.9. OBJETIVO GERAL	12
1.10. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	13
2.1. ENSINO DE CIÊNCIAS	13
2.2. ENSINO DE BIOLOGIA	14
2.3. ENSINO DE BOTÂNICA	16
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b>	17
3.1. PSICOLOGIA EDUCACIONAL E APRENDIZAGEM	17
3.2. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	21
3.3. TEORIA DA ASSIMILAÇÃO E SUBSUNÇÃO	24
3.4. AQUISIÇÃO E USO DOS CONCEITOS	26
3.5. TIPOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	28
3.6. CONCEITOS CENTRAIS DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	31
3.7. PRINCÍPIOS DA AVALIAÇÃO	31
3.8. OBJETO DE ESTUDO NA VISÃO DA TEORIA	32
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	34
4.1. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA E SEUS OBJETIVOS	34
4.2. COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	36
4.3. ELABORAÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL	67
4.3.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	67
4.3.2. ELABORAÇÃO DO CD-ROM INTERATIVO: ATIVIDADES PROPOSTAS	69
A. ORGANIZADOR PRÉVIO	70
B. ANÁLISE DE IMAGENS E MAPA CONCEITUAL	73
C. ANÁLISE DE CLADOGRAMA	79
D. JOGO PARA RECONHECIMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DOS GRUPOS VEGETAIS	81
E. SIMULAÇÕES SOBRE DESMATAMENTO	85
F. QUESTÕES PARA AVALIAÇÃO	88
<b>5. APLICAÇÃO DO CD-ROM E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	90
<b>6. PROCESSO DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NA UTILIZAÇÃO DO CD-ROM</b>	105
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	108

## LISTA DAS FIGURAS

Figura 1 – Aprendizagem por recepção e por descoberta estão num <i>continuum</i> distinto entre aprendizagem mecânica e significativa. Ausubel <i>et al.</i> ,1980. _____	19
Figura 2 – O <i>continuum</i> aprendizagem mecânica- aprendizagem significativa. Novak, 1998. _____	19
Figura 3: Representação esquemática do modelo de Ausubel indicando diferenciação progressiva e reconciliação integrativa (adaptado de MOREIRA & MASINI, 1982, p.24)_____	31
Figura 4: Assuntos de maior interesse pelos alunos da turma A_____	45
Figura 5: Assuntos de maior interesse pelos alunos da turma B_____	45
Figura 6: Percepções dos alunos referente à importância do estudo da matéria Botânica para suas vidas_____	48
Figura 7: Metodologias mais utilizadas no Ensino de Botânica e as sugeridas pelos alunos_____	51
Figura 8: Distribuição dos alunos que identificam, citam e descrevem os objetivos de estudo da matéria Botânica e seus conceitos_____	54
Figura 9: Indicação dos aprendizes quanto ao seu reconhecimento referente aos Grupos Vegetais em seu cotidiano_____	57
Figura 10: Indicação dos aprendizes quanto ao seu reconhecimento referente aos Grupos Vegetais em seu cotidiano_____	60
Figura 11: Página inicial do CD-ROM_____	70
Figura 12: Página de introdução da poesia “Nem todo rei tem reinado”_____	71
Figura 13: Mapa conceitual de Botânica_____	76
Figura 14: Ilustrações das Briófitas no mapa conceitual de Botânica_____	77
Figura 15: Ilustrações das flores no mapa conceitual de Botânica_____	78
Figura 16: Ilustrações dos frutos no mapa conceitual de Botânica_____	79
Figura 17 : Cladograma mostrado uma das hipóteses sobre as relações filogenéticas dos principais filis do Reino Metaphyta (Retirado de LOPES, 2002)_____	80
Figura 18: Página inicial do jogo dos Grupos Vegetais_____	82

Figura 19: Sobreposição das imagens específicas dos diferentes Grupos Vegetais_____	83
Figura 20: Finalização do jogo com a formação correta dos Grupos Vegetais_____	84
Figura 21: Página inicial das simulações-vídeos-_____	86
Figura 22: Questões avaliativas_____	89
Figura 23: Respostas referente aos exemplos de Grupos Vegetais_____	92
Figura 24: Resposta referente à ausência das exemplificações dos Grupos Vegetais__	93
Figura 25: Exemplificação dos Grupos Vegetais antes e após a aplicação do CD-ROM_____	94
Figura 26: Conceitualização de criptógamas quanto aos aspectos reprodutivos_____	95
Figura 27: Conceitualização do conceito criptógama antes e após a aplicação do CD-ROM_____	96
Figura 28: Respostas referentes à estrutura reprodutiva que caracteriza o grupo das espermatófitas_____	97
Figura 29: Grupos Vegetais exemplificados como portadores de sementes_____	98
Figura 30: Resultado da classificação dos exemplos de frutos_____	99
Figura 31: Respostas que relacionam assoreamento à retirada de vegetais_____	102

## LISTA DAS TABELAS

Tabela 1: Categorias de questões apresentadas no questionário: seus objetivos e determinações_____	41
Tabela 2: Matérias mais citadas pelos alunos pela facilidade em aprendizagem_____	46
Tabela 3: Algumas justificativas respondidas pelos alunos para as matérias de maior interesse_____	46
Tabela 4: Citações e descrições de conceitos botânicos_____	54
Tabela 5: Resultado da questão referente aos objetivos da Educação Ambiental e as justificativa dos alunos_____	62
Tabela 6: Metodologias sugeridas pelos alunos._____	65
Tabela 7: Práticas e soluções para degradação vegetal_____	66

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEP: Comitê de Ética e Pesquisa

DFI: Departamento de Física

FUNBEC: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências

IBECC: Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura

LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira

MEC: Ministério da Educação

MMA: Ministério do Meio Ambiente

PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM: Parâmetros Curriculares Nacionais, complementados para o Ensino Médio

PNLD: Plano Nacional do Livro Didático

PPEC: Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências

SPEC: Subprograma Educação para Ciência

UFMS: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

# **1. INTRODUÇÃO**

## **1.1. ENSINO DE CIÊNCIAS**

A Educação abrange os processos inerentes às sociedades: os de ensinar e aprender. Dentro destes processos surge uma categoria expressada por “Ensino de Ciências e Matemática” que se refere às interfaces entre Educação, Matemática e Ciências Naturais e Biomédicas, notadamente a Física, a Química e a Biologia.

A Educação em Ciências apresentou grande expansão no Brasil no início da década de 70, e teve o início de suas discussões com Simpósios Nacionais em Ensino de Física, organizados bienalmente pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), e apenas a partir de 1984, teve início eventos com foco na matéria de Biologia (TEIXEIRA & MEGIDE NETO, 2006).

Uma sequência de eventos marcou o crescimento e a melhoria no Ensino de Ciências ao longo das últimas décadas, entre eles a fundação do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) em 1965, a implantação da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC) em 1966, o lançamento da Revista de Ensino de Ciências produzida pela FUNBEC, além da formação de grupos de pesquisadores que passaram a se dedicar mais especificamente à Educação em Ciências (NARDI, 2005).

Metodologias e estratégias de ensino nas Ciências Naturais desenvolvem o raciocínio e tem potencialidade de despertar no aprendiz a curiosidade e o interesse pelos fenômenos físico-químico-biológicos.

O Ensino de Ciências favorece uma maior aproximação dos alunos com as ciências, atraindo futuros profissionais para carreiras científicas, e permite que a população, através da aquisição do conhecimento científico e da exploração das novas tecnologias, possa se posicionar frente aos processos e as inovações atuais, defendendo suas opiniões e exercendo a cidadania.

A Biologia é uma ciência que vem tendo destaque no Ensino de Ciências pela tendência em acompanhar as mudanças tecnológicas e científicas da sociedade, desempenhando papel decisivo na formação de cidadãos reflexivos. Contudo, dependendo de quais são os conteúdos desta matéria a serem abordados, e das metodologias serão utilizadas, esta matéria pode tornar-se muito atrativa ou desinteressante para os alunos.

## 1.2. ENSINO DE BIOLOGIA

As Ciências Biológicas ocupam-se em observar, descrever, explicar e relacionar os diversos aspectos da vida no planeta e permitir ampliar e modificar a visão da espécie humana sobre si próprio e sobre seu papel no mundo. Um dos objetivos da matéria é que o aprendiz reconheça o valor da ciência na busca do conhecimento científico e utilize-se dele no seu cotidiano.

O Ensino de Biologia sofreu influência do ensino europeu e passou por muitas variações no Brasil, principalmente nas décadas de 1950, 1960, 1970 e 1990 (KRASILCHIK, 2008).

Esta matéria fazia parte do tópico curricular História Natural e era composta na década de 1950 por Botânica, Zoologia e Biologia Geral. Inicialmente os objetivos da Biologia eram informativos, educativos ou formativos, culturais, práticos.

Hoje a Biologia está incluída no seguinte tópico dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): Área das Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Seus principais objetivos são: trabalhar conceitos básicos, analisar o processo de investigação científica e analisar as implicações sociais das ciências e tecnologias.

Para isso, o Ensino de Biologia aborda as dimensões curriculares agrupadas em duas categorias centrais (KRASILCHIK, 2008, p. 20):

- Ambientais: motivando os alunos a analisar os impactos da atividade humana no meio ambiente e buscar soluções para os problemas decorrentes;
- Filosófica, cultural e histórica: levando o estudante a compreender o papel da ciência na evolução da humanidade e sua relação com a religião, a economia, a tecnologia, entre outras.

É real que o Ensino de Biologia é uma área crescente que vem se destacando dentro do Ensino de Ciências:

...nota-se uma particularidade: a pesquisa em Ensino de Biologia não cresce de maneira similar à área de Ensino de Ciências; até meados da década de 90 o crescimento era muito baixo relativamente; daí por diante, passa a uma intensa expansão, proporcionalmente superior aos índices da pesquisa em Educação em Ciências (TEIXEIRA & MEGIDI NETO, 2006, p.19).

As aulas de Biologia têm seus conteúdos orientados a partir de diretrizes dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), que vem sugerindo reformas educacionais de acordo com a LDB (BRASIL, 1996), inserindo visões atualizadas

da Biologia. Os PCNEM destacam como temas orientadores para Biologia o estudo dos seres vivos e às suas interações, à qualidade de vida das populações humanas, à diversidade da vida e à sua origem e evolução.

Atualmente o Ensino de Biologia está passando por mudanças temáticas nos currículos escolares (NASCIMENTO & ALVETTI, 2006) através da inserção de temas contemporâneos que propiciam aos alunos contato com assuntos, algumas vezes polêmicos e presentes na sociedade atual. Esses temas são absorvidos gradualmente pelas escolas de maneira singular através dos Projetos Políticos Pedagógicos (PPP), da capacitação de professores e dos livros didáticos.

Analisando os temas científicos dentro do Ensino de Biologia, os autores Nascimento e Alvetti (2006) destacam a importância de conteúdos que geram debate e remetem à relevância social, cultural e política do Ensino de Ciências, o que permite avaliar o porquê de determinados conhecimentos em sala de aula. Entretanto, citam assuntos que envolvem Citologia, Evolução, Origem da vida, Genética entre outros, sem destaque aos Grupos Vegetais.

Apesar das tentativas de atualização e especialização dentro do Ensino de Biologia esta área é tida ainda como uma ciência que se apresenta completamente ou parcialmente desvinculada das relações e/ou aplicações de seus conceitos ao cotidiano dos alunos, sem oferecer muitas vezes a oportunidade aos aprendizes de refletir sobre novos conhecimentos estruturados em sala de aula (KRASILCHIK, 2008).

### **1.3. ENSINO DE BOTÂNICA**

Botânica é a ciência que estuda as plantas. A palavra “Botânica” provém do grego *botane*, significando “planta” e derivada do verbo *boskein*, alimentar.

A Botânica já era estudada há milhares de anos e conhecimentos informais sobre vegetais vêm-se acumulando desde os primórdios da história humana, fato constado por dados arqueológicos e pela presença de acervos pertencentes a povos indígenas primitivos (OLIVEIRA, 2003).

Os vegetais, objetivo de estudo da Botânica, entram em nossas vidas de inúmeras maneiras entre elas: fonte de alimento, fornecimento de material econômico como fibras para roupa, madeira para mobílias, combustível, abrigo nas habitações, papel para escrita,

especiarias, drogas para medicamento, oxigênio para nossa respiração, etc (RAVEN *et al.*, 2001).

A Botânica inclui muitas áreas de estudo como Fisiologia Vegetal, que estuda o funcionamento das plantas; Morfologia e Anatomia Vegetal estudam respectivamente a forma e as estruturas internas das plantas; Sistemática e Taxonomia Vegetal, estudam os critérios e as características que envolvem a classificação dos Grupos Vegetais; entre outras.

O estudo da diversidade vegetal sofreu várias modificações ao longo dos tempos, e com a publicação da Teoria da Evolução através da Seleção Natural de Darwin, os métodos para classificar os seres vivos passaram a abordar as relações evolutivas dos grupos estudados.

Diante de uma perspectiva evolutiva, surgem alguns métodos para classificar os seres vivos, entre eles os vegetais. Dentre essas propostas, destaca-se a construção de cladogramas, proposta por Hennig (1966), o qual estabeleceu princípios e métodos que constituem a Sistemática Filogenética. Esse método de classificação baseado na construção de cladogramas é descrito com gráficos contendo hipóteses de relações filogenéticas entre os seres vivos estudados.

Assim, a Sistemática Filogenética, ou Cladística, tem por objetivo organizar o conhecimento sobre a diversidade biológica a partir das relações filogenéticas entre os grupos e do conhecimento da evolução das características morfológicas, ecológicas e moleculares dos grupos.

Segundo Raven *et al.* (2001), o estudo da Botânica, que inclui a classificação Sistemática dos Grupos Vegetais, provê uma bagagem de conhecimento para que os cidadãos entendam e tentem superar muitos dos desafios da época atual, como escassez de alimentos, poluições atmosféricas (aquecimento global e destruição da camada do ozônio), além do desenvolvimento de novas culturas envolvendo técnicas da engenharia genética juntamente com conhecimentos de Botânica.

#### **1.4. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ENSINO DE BOTÂNICA**

A Educação Ambiental (EA) é o produto, em construção, da complexidade histórica da Educação, um campo que evoluiu de perspectivas de aprendizagem construtiva, crítica, significativa e ambiental.

A EA não pode ser reduzida apenas ao seu aspecto ecológico, ou a um tema determinado como “educação no trânsito”, ou “educação para saúde” ou “educação sexual” e nem reduzida aos temas transversais. Na realidade, a EA é um processo permanente, presente em todas as matérias curriculares, inclusive a Botânica, e em outras situações diárias (LEFF, 2003).

A EA ocorre no processo educativo no qual os indivíduos tomam consciência do seu meio ambiente e adquirem conhecimento, valores, habilidades e experiências que os tornem aptos a agir individualmente e coletivamente para resolver problemas que afligem a sociedade (DIAS, 1993).

Assim, a EA está presente nas abordagens de conteúdos curriculares de assuntos científicos com objetivo de sensibilização das pessoas para uma mudança comportamental possibilitando o surgimento e a manutenção de uma sociedade sustentável.

O termo comportamental aqui adaptado tem significado de portar-se, com sentido de mudança, ou de reação do indivíduo em relação a seu ambiente, ou seja, designa as ações e reações dos seres vivos relativamente a uma situação ou condição vivenciada (ÁVILA, 1967).

A EA, sob a perspectiva cognitiva, vem tentando avançar na construção de um saber mais integrado e global, que aborde a compreensão da realidade do aprendiz, a partir da integração dos saberes disciplinares tradicionais a novas maneiras de interpretar os acontecimentos da realidade (LEFF, 2003).

A escolha da relação entre a EA e o ensino de Botânica aqui proposta, deve-se a possibilidade de atuação das duas áreas educacionais a fim de favorecer uma abordagem do conhecimento curricular que enfatize o conhecimento científico vinculado a sua aplicação prática no cotidiano do aprendiz, podendo tornar mais relevante o conhecimento botânico e possibilitando a formação de cidadãos mais conscientes de seus envolvimento e suas responsabilidades nos contextos vivenciados.

Somente é possível dar resposta aos problemas atuais com um pensamento complexo, com uma visão não fragmentada e não separada do mundo. A educação deve contribuir para a formação desse pensamento, favorecendo a aptidão natural da mente em formular e resolver problemas essenciais e, de forma correlata, estimular o uso total da inteligência geral (Morin, 2005), fazendo com que o aluno possa perceber a necessidade de articulação entre as diferentes áreas do saber para a resolução dos problemas complexos propostos por uma sociedade globalizada.

## 1.5. MULTIMÍDIA

A Educação está vivendo o contexto da era digital, cuja principal consequência é o aumento na velocidade da geração e disseminação do conhecimento, independente do local de origem ou do destino. A tecnologia digital inova a linguagem da informação mesclando imagens, textos não lineares e com diversas disposições, animações, dentre outros recursos áudio-visuais.

Os recursos audiovisuais são amplamente utilizados no Ensino de Ciências, em Botânica e em EA e mesclam dois elementos que marcam a sociedade moderna: imagem e som. Estas estratégias de ensino exigem que o aprendiz realize coordenações simbólicas de decodificação - transcrição – codificação. Apenas decodificando os símbolos contidos nestes recursos, e codificados pelo autor, é que o aluno terá a percepção do conhecimento (ROSA, 2008).

Qualquer recurso audiovisual coloca o aluno como um receptor da mensagem que o autor da obra deseja transmitir. Uma tentativa de rompimento com este círculo existe em programas multimídia onde se procura dar um papel mais ativo ao aluno. Mas convém lembrar que mesmo nesses programas existe um autor que, no fundo, é quem determina qual o tipo e qual o nível de participação que será permitida ao aluno. (ROSA, 2008, p.150 ).

Assim, mesmo tendo sido o autor o direcionador da informação, cabe ao aluno transformá-lo em conhecimento e saber. Logo surgem novos modos de compreender todos interligados à autonomia do aprendiz.

Se nos referirmos especificamente à utilização de multimídias, o computador funcionará como um instrumento que disponibiliza o conteúdo e permite a interação na relação das interfaces do processo de comunicação: o professor e o aluno. Neste caso o professor é reconhecido pela informação contida no material que foi escolhido pelo autor e o aluno pelo elemento capaz de converter a informação em conhecimento e este em saber (OLIVEIRA, 2004).

O termo hipermídia vem sendo utilizado para multimídias que são estruturadas segundo o conceito de hipertexto e compreende programas que pode incluir uma variedade de elementos, como textos, sons, imagens (paradas ou animadas), simulações e vídeos.

As multimídias são defendidas como possibilitadores de uma aprendizagem ativa que abordam o conteúdo por proporcionar interatividade e flexibilidade além de propiciar motivação ao aluno, devido ao fator novidade na estratégia de ensino.

A escolha deste recurso deve-se às suas múltiplas potencialidades. Ele permite que possamos oferecer uma gama variada de recursos de sondagem, ensino e mesmo avaliação. Além de ser um componente de presença intensa na sociedade e de comprovada eficiência como metodologia de ensino.

Segundo Moran *et al.*, (2007) deve-se determinar o que se espera de um recurso multimídia, pois com ou sem tecnologias avançadas, podem ocorrer eficazes processos de ensino e aprendizagem.

A tecnologia deve ser abordada como estratégia alternativa que auxilie na aprendizagem, mas como fator isolado não garante aprendizagem, uma vez que é imprescindível o papel do professor como orientador e principalmente do aluno cujos fatores cognitivos e motivacionais são os principais elementos que propiciam uma aprendizagem mecânica ou significativa.

## **1.6. OBJETO DE ESTUDO**

Dentre os assuntos abordados, o enfoque deste trabalho será o ensino de Botânica, especificamente os Grupos Vegetais, objetivando assimilação de conceitos e conteúdos da disciplina com intencionalidade de mudanças na estrutura cognitiva, na consciência e práticas do aprendiz. A teoria educacional orientadora é a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, a qual será descrita no capítulo sobre o referencial teórico.

A necessidade de se limitar a um determinado assunto, um estreitamento temático, é dada ao fato da pesquisa ter um tempo limite para realização e pela magnitude da ciência Botânica, que porta um vasto currículo temático.

Neste trabalho o estudo dos Grupos Vegetais focará a assimilação de conteúdos curriculares e a interpretação das redes complexas que existem em todos os ambientes naturais, a fim de desenvolver um raciocínio integrado dos Grupos Vegetais entre si e das suas relações com os demais componentes do ecossistema.

Assim, é proposta uma metodologia para o ensino de Botânica, particularmente dos Grupos Vegetais, na forma de um CD-ROM, enfatizando os conceitos científicos e a evolução sistemática dos mesmos, assim como os princípios de organização dos sistemas naturais que sofrem com ações antrópicas destrutivas.

Através do entendimento da Botânica e da EA, o aprendizado das particularidades estruturais, funcionais e taxonômicas dos Grupos Vegetais possibilitam

um ensino que favoreça ao aluno perceber a evolução e a interdependência destes elementos entre si e com todos os demais componentes do ecossistema a que pertencem.

Para se atingir o objetivo da pesquisa foi elaborado, aplicado e avaliado um material instrucional na forma de CD-ROM interativo.

E por que a escolha deste tema: Grupos Vegetais e CD-ROM? Esse tema foi escolhido por ser pertinente na aprendizagem de conceitos científicos da disciplina, uma vez que este trabalho tem a premissa de ensino em sala de aula, além da importância de enfatizar o estudo dos vegetais na utilidade prática e atuação determinante na compreensão da dinâmica de ecossistemas da natureza.

Outro critério determinante na escolha do objeto de pesquisa, é a escassa oferta de materiais instrucionais com esse cunho educacional, visando Ensino de Botânica no Ensino Médio.

Muito se pesquisa sobre aulas práticas no Ensino de Botânica, mas não foi encontrada na pesquisa bibliográfica desse trabalho, metodologias no formato de CD-ROM interativo, rico em multimídias que visem a aprendizagem de alunos do Ensino Médio

O CD-ROM como sendo um recurso audio visual pode ter muitas vantagens na prática de Ensino de Ciências, desde que tenha sido elaborado de maneira correta. As principais vantagens do material multimídia incluem motivação ao aprendiz, possibilitador de demonstração de simulações que na realidade seriam difíceis de ser visualizadas em tempo real, pode trazer uma sequência de estratégias de ensino inclusive como organizador prévio, dentre outras.

Segundo Rosa (2008), as multimídias podem ter muitas vantagens entre elas as de motivação, demonstração, organizador prévio, instrumento de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, simulação e apoio ao professor:

**Motivação** Um filme ou um programa multimídia têm um forte apelo emocional e por isso motivam a aprendizagem dos conteúdos apresentados pelo professor. Além disso, a quebra de ritmo provocada pela apresentação de um audiovisual é saudável, pois altera a rotina da sala de aula. **Demonstração** Há certos efeitos que são melhor observados, ou somente podem ser observados, se filmados.

**Organizador prévio:** Dentro da teoria de Ausubel, para que haja uma assimilação significativa do novo conteúdo é necessário que existam na estrutura cognitiva conceitos aos quais o novo conceito se ligue de forma significativa, os subsunçores. Quando estes conceitos não existem, uma alternativa é usar um material instrucional, que estabeleça essa ponte conceitual entre o novo conceito e a estrutura cognitiva, chamado de organizador prévio. Um audiovisual é uma boa alternativa para ser usado como organizador prévio. **Instrumento para a Diferenciação Progressiva:** Na teoria de Ausubel provocar a Diferenciação Progressiva de um conceito consiste em apresentar as diferentes instâncias de um conceito complexo. Tomemos o conceito de energia. Este conceito é bastante

complexo e encontramos instâncias dele quando falamos sobre energia cinética, energia potencial, energia nuclear, energia química, etc. Podemos usar um filme, por exemplo, para apresentar aos alunos as diferentes instâncias desse conceito. **Instrumento para a Reconciliação Integrativa:** Também derivado da teoria de Ausubel, o processo de Reconciliação Integrativa consiste em provocar a integração de instâncias particulares de um conceito no próprio conceito. É o oposto ao processo de Diferenciação Progressiva. Um audiovisual pode ser usado nesta tarefa. Por exemplo, um filme sobre o conceito de energia mostrando as suas transformações pode ser usado após termos discorrido sobre os vários tipos de energia em um curso de Ciências. **Instrumento de apoio à exposição do Professor:** Neste caso os instrumentos audiovisuais exercem um papel de apoio à dissertação do Professor mostrando particularidades dos assuntos sobre os quais ele discorre. **Simulação:** Programas multimídia são bastante úteis quando queremos trabalhar com a manipulação de modelos da realidade podendo ser poderosos aliados do Professor (ROSA, 2008, p.153).

Também existem vantagens do CD-ROM sobre alguns aspectos do livro didático e em especial para o ensino dos Grupos Vegetais.

Muitos livros didáticos não apresentam características morfológicas e conceituais dos Grupos Vegetais, o que leva ao desconhecimento pelo aluno, e quando este observa os vegetais em campo tem dificuldade para identificar suas estruturas, refletindo as dificuldades dos aprendizes quanto às características específicas dos vegetais, tanto após a aula teórica como após aula prática de campo (SILVA & CAVASSAN, 2006).

Além disso, determinação de estratégias de ensino de Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas é um processo delicado, pois o conhecimento da flora apresentado aos alunos não deve ser reduzido apenas a padrões mundiais ou mesmo apenas a simples regionalização, mas diferentes imagens devem ser usadas em momentos adequados no ensino (SILVA *et al.*, 2005).

Mais um critério relevante na escolha do tema é a tentativa de, por meio de uma prática de EA, como uma educação que busca trabalhar os valores humanos com os conteúdos disciplinares, ampliar a visão dos estudantes sobre o mundo e seus problemas, a complexidade dos conteúdos ecológicos, morais, socioculturais, políticos e psicológicos, uma vez que os problemas ambientais não são desvinculados desses aspectos.

## 1.7. QUESTÃO BÁSICA MOTIVADORA

As dificuldades encontradas no Ensino de Botânica (fragmentação conceitual, estratégias metodológicas ineficazes, distanciamento entre o conhecimento científico estudado e o saber prático vivenciado) implicam em uma aprendizagem muitas vezes mecânica.

A aprendizagem mecânica, segundo Ausubel (1980, 1982), acontece quando as novas informações possuem pouca ou nenhuma associação a conceitos da estrutura cognitiva dos alunos e como consequência há interação entre o novo e o conhecimento já existente de maneira superficial e não significativa ao aprendiz.

Essas problemáticas instigaram o presente estudo a investigar os conhecimentos prévios dos alunos, denominados pelo referencial teórico como subsunçores, e a partir deles propor a elaboração, aplicação e avaliação de um material instrucional do tipo CD-ROM interativo, construído com o recurso do hipertexto, e estratégias de multimídias.

O CD-ROM abordou as relações científicas e ambientais dos Grupos Vegetais, ou seja, seu papel na interação com outros elementos bióticos e abióticos do ecossistema, inclusive o homem.

A questão básica central sobre o material instrucional questiona as potencialidades deste como um possibilitador da Aprendizagem Significativa do conteúdo de Botânica relacionado à Classificação Sistemática dos Grupos Vegetais, e assim minimizador da fragmentação e descontextualização do ensino desta disciplina contribuindo dessa forma para uma formação mais crítica e consciente dos alunos diante à dinâmica dos ecossistemas.

A área de Educação aqui focada para convergir tantos objetivos educacionais é a EA, visto que permeia as demais áreas de ensino curricular e permite que o material possa ser abordado como uma prática diferenciada de ensino na qual os aprendizes capacitem-se em identificar alguns exemplos da flora sul-matogrossense presentes no complexo cerrado-pantanal, sua importância ambiental, e sejam capazes de relacionar os Grupos Vegetais com seu cotidiano e se sensibilizem da necessidade de preservá-los.

Assim, esta pesquisa apresenta a elaboração, aplicação e avaliação de uma metodologia de ensino que propõe uma sequência de momentos educativos, mesclada de diferentes recursos pedagógicos, que em conjunto permitem a aprendizagem significativa sobre o tema “Grupos Vegetais” levando em consideração todas as capacidades necessárias para a formação de um cidadão capacitado a reconhecer e aplicar o saber curricular às problemáticas da sociedade atual.

## 1.8. JUSTIFICATIVA

O Ensino de Botânica, enquanto uma matéria curricular apresenta ao educando uma infinidade de termos técnicos, muitas vezes desatualizados, de difícil assimilação e distantes de sua realidade social, com estratégias decorativas e fragmentadas, que impossibilita a interconexão do conteúdo escolar à dinâmica da natureza e exclui o ser humano como pertencentes das relações ecológicas visualizadas em sua aprendizagem.

É necessário propor aos alunos uma mudança na forma de ver o conhecimento escolar e os elementos que compõem os ambientes naturais. Essas reflexões, propõe a aprendizagem pelo questionamento de idéias já existentes nas experiências vivenciadas pelos aprendizes, e favorecem a renovação das interpretações antigas, possibilitando novos aprendizados (CARVALHO, 2008).

Quando os conteúdos são abordados distantes de sua aplicabilidade geram desinteresse nos estudantes (MARINHO & SIMÕES, 1993) e em contrapartida moldam um cidadão capaz de manejar conceitos abstratos, porém não hábeis em trabalhar problemas concretos de suas realidades (BORDENAVE, 2002).

Estratégia de ensino estruturada na união de conceitos científicos ao funcionamento dos ecossistemas onde são aplicados permite desenvolver uma visão panorâmica do funcionamento dos sistemas em rede.

Nessa perspectiva, esta pesquisa visa verificar o ensino dos Grupos Vegetais com finalidade de assimilação conceitual-cognitiva e de mudanças comportamentais. A aquisição do conhecimento científico e a sensibilização dos alunos para questões ambientais são etapas prévias que podem mudança de postura cidadã.

Para Ausubel *et al.* (1980) o maior perigo para a aprendizagem é o fato da abordagem de conteúdos fragmentados e sem aplicabilidade, iludir o aprendiz favorecendo a falsa impressão, de compreensão quando na realidade ocorre apenas assimilação passiva de um conjunto vago e confuso de idéias verbais inúteis, sem desenvolver a autocrítica (assimilação, integração e reformulação do aprendido).

O mesmo autor defende a necessidade da pedagogia desenvolver métodos que possibilitem a aprendizagem ativa receptiva, caracterizada por uma abordagem que motive atitudes críticas relacionadas à aquisição de significados precisos e integrados.

Dessa forma, torna-se imprescindível o estudo sobre as estratégias de Ensino de Botânica, através da elaboração e aplicação de materiais ilustrativos, relacionando os vegetais presentes no contexto sócio-geográfico da população.

A elaboração destas metodologias deve favorecer não apenas o processo de identificação e o estudo da flora presente no cotidiano do aluno, mas também a percepção dos alunos sobre a existência de um complexo de seres vivos interligados nos ecossistemas e vulneráveis a ação antrópica, a fim de desenvolver práticas reflexivas voltadas à conservação ambiental e manutenção do equilíbrio dinâmico dos ecossistemas.

O conceito ecossistema abordado na pesquisa refere-se ao principal sistema de interação, envolvendo tanto os organismos vivos quanto os seus ambientes físicos (Raven *et al.* 2001).

## **1.9. OBJETIVO GERAL**

O objetivo desta pesquisa foi centrada no ensino de Botânica, no que se refere aos conceitos, classificação e evolução dos Grupos Vegetais, através da aplicação de um material instrucional na forma de CD-ROM cuja sequência de etapas educativas devem favorecer a aprendizagem significativa de Botânica refendo-se aos Grupos Vegetais.

## **1.10. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar e avaliar as condições cognitivas e críticas dos alunos que finalizam o Ensino Médio, através da identificação dos subsunçores e suas relações, relevantes a matéria de Botânica;
- Identificar as percepções dos alunos referentes aos Grupos Vegetais e a EA;
- Construir, aplicar e avaliar uma metodologia para ensino dos Grupos Vegetais na forma de um CD-ROM interativo que se torne um material disponível ao Ensino Médio;
- Elaborar um mapa conceitual que possibilite a aprendizagem significativa de conceitos botânicos referentes aos Grupos Vegetais, por meio da reconciliação integrativa e a diferenciação progressiva dos conceitos, a fim de que o novo saber ao ser aprendido torne-se subsunçor na estrutura cognitiva a novos conhecimentos futuros;

- Propiciar o conhecimento científico da evolução dos Grupos Vegetais através da análise de um cladograma;
- Possibilitar reflexões sobre as ações antrópicas relacionadas ao meio ambiente, suas interferências no ecossistema e na vida do homem.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. ENSINO DE CIÊNCIAS**

Hoje no Brasil são publicados, em diversos meios de divulgação, trabalhos científicos no campo de estudo denominado área de Ensino de Ciências, ou área de Educação em Ciências.

Vários pesquisadores investigam, com enfoques e objetivos diferentes, os caminhos que levaram à consolidação dessa área de pesquisa no país e sua atual situação, entre eles Delizoicov (2004), Megid Neto *et al.* (2005), Nardi (2005) e Borges & Lima (2007).

Borges & Lima (2007) realizaram uma pesquisa bibliográfica detalhada na qual organizaram a história cronológica do Ensino das Ciências (EC). Essa descrição histórica do ensino acompanhou vários eventos que marcaram a sociedade brasileira, de caráter econômico e político cujos reflexos estão presentes no ensino atual.

Porém, o resgate histórico do Ensino de Ciências (EC), em particular dos últimos 40 anos, é um desafio ainda por ser realizado. Para tal levantamento seria necessário um projeto de pesquisa institucional, investigatório e composto de várias equipes multidisciplinares, constituídas por pesquisadores da área de EC, de história e de história da educação (DELIZOICOV, 2004).

E como é a pesquisa atual em Ensino de Ciências (EC)?

A pesquisa em EC no Brasil constitui, de fato, um campo social de produção de conhecimento, caracterizando-se como autônoma em relação a outros campos do saber, mas mantendo inter-relações, em distintos níveis de aproximação, com essas áreas. Sua gênese pode ser compreendida como a instauração, extensão e transformação de estilos de pensamento, compartilhados por coletivos constituídos por pesquisadores que, ao se defrontarem com complicações relativas ao ensino de ciências (por exemplo, no início dos anos 60-70), procuram subsidiar suas ações, interagindo com outros especialistas, através de

distintas formas e não somente com a incorporação destes nas equipes de trabalho (DELIZOICOV, 2004, p.168).

Referente às publicações em Ensino de Ciências, dados indicam que desde a década de 1970 são registradas dissertações e teses. Esse campo de pesquisa teve grande crescimento nestes 30 anos e se consolidou, de maneira relevante nas pesquisas em Educação no país. Uma parcela significativa dessa produção se refere aos trabalhos que enfocam o Ensino de Biologia (Ciências Biológicas) (MEGID NETO *et al.*, 2005).

Mortimer (2002) reconhece que as pesquisas em Educação em Ciências vêm crescendo, mas ainda apresentam empecilhos que dificultam a aplicação dos resultados encontrados para a melhoria direta das dificuldades que são encontradas na Educação. Isso devido à Ciência ter suas próprias limitações seja pela distância existente entre os pesquisadores e os professores que atuam na educação brasileira ou pela indeterminação de seus objetos de estudo.

Entretanto, é um compromisso das pesquisas na área de Educação em Ciências investigar e elaborar estratégias de ensino que auxiliem professores em sala de aula e os formuladores da política educacional, a fim de melhorar a qualidade de ensino no Brasil.

## **2.2. ENSINO DE BIOLOGIA**

Slongo & Delizoicov (2006) observam grande aumento na realização de teses e dissertações em Ensino de Biologia, desenvolvidas pelos programas nacionais de pós-graduação entre 1972 e 2000. Os dados indicam um crescimento contínuo, sendo mais significativo nos anos 90, sobretudo no período entre 1997 e 2000.

Dentre estes dados (SLONGO & DELIZOICOV, 2006), foi diagnosticado menor número de publicações nesta área de ensino focando pré-escola e primeiro período do Ensino Fundamental (1ª a 4ª série). Em contrapartida, o foco maior das pesquisas foi o Ensino Superior perfazendo 30%, seguido pelo Ensino Médio, 25%. Observaram nas últimas décadas um significativo crescimento nos trabalhos relacionados à formação de professores e citam como temáticas constantes ao longo de todo período de estudo as metodologias do ensino, formação de professores e currículo. Por sua vez, os estudos que investigam concepções alternativas dos alunos, elementos da história e filosofia da ciência ou Ciência, Tecnologia e

Sociedade (CTS) comparecem com expressão nos anos 90 (SLONGO & DELIZOICOV, 2006).

O I Encontro Nacional de Ensino de Biologia (I ENEBIO) foi realizado no Rio de Janeiro/RJ em agosto de 2005. Borges e Lima (2007) analisaram os trabalhos apresentados neste evento, em termos de ocorrência, destacaram como temas mais abundantes nas pesquisas, questões ambientais e ecológicas, sendo que estes envolviam, principalmente, atividades extra-escolares e atividades práticas.

Quanto à análise das metodologias apresentadas nas pesquisas que foram utilizadas no Ensino de Biologia, os autores encontraram propostas diversificadas, indicando que a maioria integrava conteúdos e envolvia intensa participação de alunos e professores, como atividades extraclasse e aulas práticas. O Ensino de Ecologia e Botânica perfizeram 11% e 10% do total dos temas, respectivamente, sendo classificadas em terceiro e quarto lugar das matérias escolhidas pelos pesquisadores, sendo EA e Biologia Geral as mais trabalhadas em contraposição a Botânica que não tem destaque nas pesquisas (BORGE & LIMA, 2007).

Segundo as categorias de análise dos autores (BORGE & LIMA, 2007), os trabalhos de Botânica e Ecologia não foram incluídos na categoria de EA.

Borge & Lima (2007) também apresentam uma análise crítica das pesquisas que envolviam material virtual, não pelo tema, mas por não ser possível identificar nestes textos uma discussão crítica referente à metodologia elaborada.

Os resultados encontrados em Borge & Lima (2007) demarcam aspectos relevantes que enaltecem a escolha do tema desta pesquisas por relatar poucos estudos metodológicos para Botânica, e a inexistência de interpretação e classificação de metodologias no Ensino de Biologia como sendo propostas de práticas de EA.

Inúmeros pesquisadores preocupam-se com o Ensino de Biologia e descrevem metodologias, principais temas e abordagens em todas as diferentes subdivisões desta matéria como Sistemática Vegetal, Anatomia Vegetal, Morfologia Vegetal. Entre estes trabalhos mais recentes temos Melo & Carmo (2009) que analisaram trabalhos relacionados ao Ensino de Genética e Biologia Molecular, entre 1999 e 2008 e, apesar de julgar incipiente as pesquisas em ensino nesta área, destacam a crescente análise dos conhecimentos e da compreensão da Genética por parte dos jovens em contextos variados.

Alves & Caldeira (2005) também desenvolveram uma pesquisa em Ensino de Genética com alunos do Ensino Médio, abordando aspectos sociais, políticas e éticas desta área durante as aulas de Biologia. Destacaram também a importância de um trabalho reflexivo

em aula para possibilitar a formação de alunos críticos e atuantes, capazes de atitudes bem pensadas em sua vida pessoal e profissional.

Estudos realizados com alunos que finalizam o Ensino Básico (PEDRANCINI *et al.*, 2004; PEDRANCINI *et al.*, 2007) identificaram que muitos deles apresentam idéias sincréticas em relação aos seres vivos, células, composição química, localização e função do material genético e organismos transgênicos (PEDRANCINI *et al.*, 2007, 2008). Além disso, diagnosticam na fala dos alunos limitações ao reproduzir a uma linguagem veiculada pela mídia, sem demonstrar a compreensão real dos conceitos.

Ferreira & Soares (2008) analisam livros de Ciências aprovados pelo PNLD e verificam que, mesmo após uma avaliação criteriosa por uma equipe de especialistas do MEC, estas obras ainda apresentam erros e insuficiências, exigindo dos professores uma análise mais crítica e detalhada das obras que serão escolhidas para suas aulas de Ciências.

Mas, e para a matéria de Botânica, como andam as pesquisas?

### **2.3. ENSINO DE BOTÂNICA**

O ensino de Botânica apresenta dificuldades, desde a escassa publicação científica (MARQUES, 2000) à ausência de relatos nacionais e de exemplos de plantas nativas regionais nas práticas pedagógicas no Ensino superior dos futuros docentes da área (SILVA *et al.*, 2005). A maioria dos processos de ensino e aprendizagem de Botânica ocorre através de um único enfoque metodológico, no caso, a aula expositiva e o uso do livro didático, gerando dificuldade de aprendizagem por parte dos alunos (SILVA & CAVASSAN, 2006).

Algumas práticas docentes desta matéria são realizadas por estratégias que conduzem à aprendizagem mecânica de conceitos isolados e sem significado, gerando desinteresse entre estudantes do Ensino Médio. Um exemplo desta distância entre a sala de aula e o real dos alunos é a presença de “estrangeirismos” relacionados à fauna, flora e ambientes apresentados aos alunos nos livros didáticos (PEGORARO, 1998 e SILVA & CAVASSAN, 2006).

Como exemplos destes casos “estrangeiros” estão figuras referentes a biomas não existentes no Brasil como taiga, tundra, floresta temperada. A apresentação destes biomas em uma aula referente à este tema é válido, porém para estudo das peculiaridades da matéria de Botânica, não é um meio muito eficiente uma vez que descreve uma vegetação exótica composta por pinheiros, sequóias, ciprestes. Todo esse contexto ambiental torna o assunto estudado distante da realidade dos aprendizes, podendo gerar desmotivação ou mesmo um

aprendizado mecânico sem significado diante da estrutura cognitiva dos alunos, rico em aprendizados de peculiaridades que dificilmente podem ser aplicadas no seu cotidiano.

Metodologias como aulas práticas e de campo são defendidas como facilitadoras da aprendizagem de Botânica, por possibilitar aos alunos reconhecimento da variedade de cores, formas, texturas, tamanhos e da diversidade de espécies vegetais. Sendo assim, o ensino de Botânica que ocorre exclusivamente pela utilização de livros didáticos e aulas teóricas apresenta obstáculos como favorecer uma percepção não real dos vegetais gerando dúvidas relacionadas às suas peculiaridades morfológicas, quanto aos seus tamanhos reais, dificuldade para diagnosticar fases de desenvolvimento dos vegetais e uma visão estereotipada dos mesmos. (SILVA & CAVASSAN, 2002; SILVA, 2004; SILVA & CAVASSAN, 2006).

Entretanto, são escassas pesquisas que relacionam ensino de Botânica através de recursos de multimídia, principalmente quando destacamos o caráter de Ensino de Botânica com abordagem de acordo com os princípios da EA.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1. PSICOLOGIA EDUCACIONAL E APRENDIZAGEM**

Existem três tipos distintos de aprendizagem: cognitiva, afetiva e psicomotora.

A cognitiva tem como resultado a estrutura cognitiva do aluno, local onde o conhecimento aprendido é organizado. A aprendizagem afetiva pode vir associada à aprendizagem cognitiva e ocorre através de experiências internas como prazer ou dor, satisfação ou descontentamento, alegria ou tristeza. E a aprendizagem psicomotora envolve respostas musculares adquiridas mediante treinamento e prática (NOVAK, 1976). Sobre determinadas condições a aprendizagem cognitiva pode ocorrer concomitantemente à aprendizagem afetiva e a psicomotora.

A cognição é o processo que dá origem ao mundo de significado, iniciando-se desde as primeiras relações estabelecidas entre o ser e o mundo. Os significados são entidades dinâmicas, relativas a determinadas realidades e conceitos de pré-requisito a outros significados. A estrutura cognitiva do indivíduo é originada por seus primeiros significados, os quais se compõem de elementos diversos como “pontos básicos de ancoragem” dos quais derivam novos significados. A aprendizagem significativa, discutida no próximo item tem nos significados os seus produtos (MOREIRA & MASINI, 2006).

O processo de aprendizagem, de acordo com as teorias cognitivista, é um processo de armazenamento de informações organizadas em classes mais genéricas de conhecimento e incorporadas a estrutura cognitiva do aluno, com potencialidade de ser manipulada e favorecer novo aprendizado no futuro.

Ressalva-se que o ensino não é sinônimo de aprendizagem, e sim uma ação que objetiva a aprendizagem, podendo como prática educacional influenciar sua ocorrência.

A aprendizagem em sala de aula é assunto de interesse da Psicologia Educacional, que aborda a aprendizagem, deliberada em um contexto social, em situações de sala de aula, e tenta descobrir fatores que impedem ou dificultam a aprendizagem (AUSUBEL *et al.*, 1980).

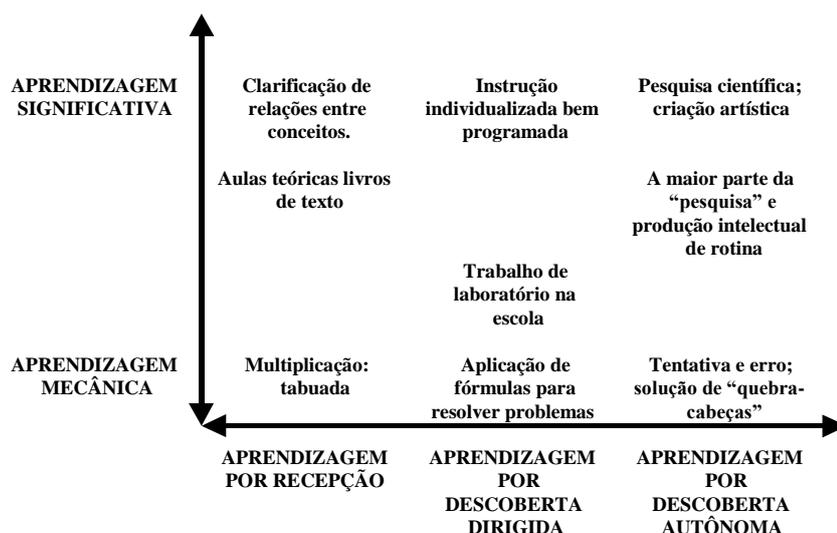
A Psicologia Educacional busca identificar, como ciência, os padrões gerais existentes ao longo do processo de compreensão, transformação, armazenamento e utilização da informação, que ocorrem ao longo da cognição (MOREIRA & MASINI, 2006) e abordam problemas de aprendizagem, discutindo meios eficazes que possam ser aplicados às propriedades da aprendizagem com valor social, tendo fins práticos.

A aprendizagem pode ser automática (por descoberta ou receptiva), significativa (por descoberta ou receptiva), formação de conceitos, solução de problemas verbais e não verbais.

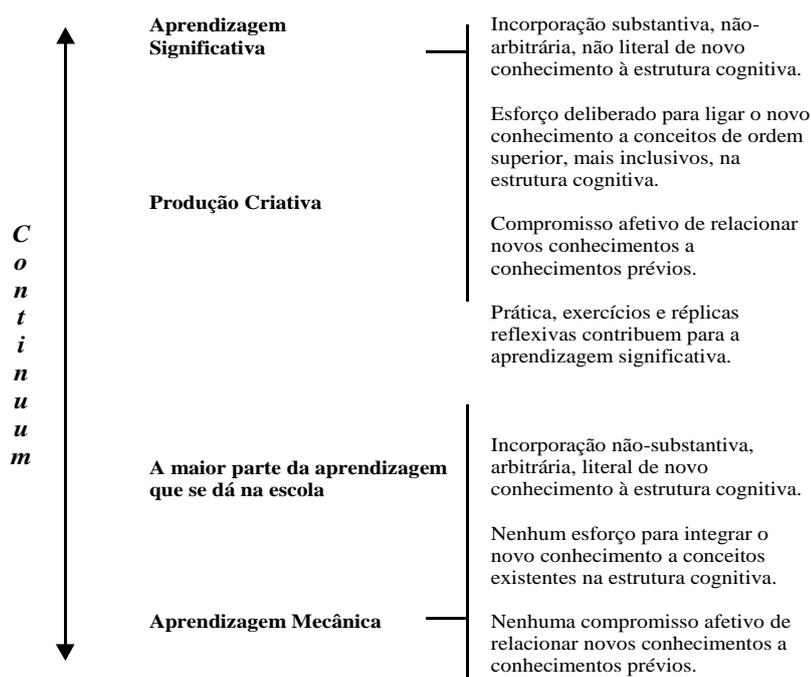
O eixo central das discussões são as grandes divergências e concomitantemente a contínua variação existente entre a aprendizagem significativa e a aprendizagem automática. Observe que as aprendizagens por descoberta ou receptiva podem ocorrer em ambas.

A aprendizagem significativa ocorre quando a tarefa de aprendizagem implica relacionar, de forma arbitrária e substantiva (não literal), uma nova informação a outras com as quais o aluno já esteja familiarizado...A aprendizagem automática, por sua vez, ocorre se a tarefa consistir em associação puramente arbitrárias, como associação de pares, quebra-cabeça...e quando fala ao aluno o conhecimento prévio relevante para tornar a tarefa potencialmente significativa...adotando uma estratégia para internalizar de forma arbitrária e literal (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 23).

Ausubel (1980) e Novak (1998) não estabelecem a distinção entre aprendizagem significativa e automática como sendo uma dicotomia, mas sim como um *continuum*. Assim, estas aprendizagens não são totalmente dicotômicas e existem aprendizagens intermediárias entre elas (Figura 1 e Figura 2).



**Figura 1** – Aprendizagem por recepção e por descoberta estão num *continuum* distinto entre aprendizagem mecânica e significativa. Ausubel *et al.*, 1980.



**Figura 2** – O *continuum* aprendizagem mecânica- aprendizagem significativa. Novak, 1998.

A aprendizagem significativa pode ocorrer por dois princípios: por recepção ou por descoberta. Apesar de diferentes, ambas podem ser significativas ao aluno desde que elas ocorram por processos em que o aluno relacione às novas informações significamente a estrutura cognitiva e se a tarefa de aprendizagem, consistir em um material plausível de se relacionar de forma não arbitrária a estrutura cognitiva do aluno.

A aprendizagem por descoberta, ocorre desde a formação de conceitos até situações de solução automática de problemas. Ela baseia-se no princípio de não oferecer ao aprendiz o conteúdo principal do que será aprendido. Dessa forma o aprendiz deve reagrupar as informações e integrá-las à sua estrutura cognitiva. Em seguida deve-se reorganizar e transformar a combinação integrada favorecendo surgimento de um produto final ou o descobrimento de relações entre meios e fins. Pode-se afirmar que na aprendizagem por descoberta o conteúdo é descoberto antes que possa ser significativamente internalizado (AUSUBEL *et al.*, 1980).

Na aprendizagem receptiva o conteúdo é apresentado ao aluno na forma final. O aprendiz tem papel passivo no processo de aprendizagem tendo apenas que internalizar o material que é oferecido. Esta é a aprendizagem mais comum em sala de aula e por isso é o mecanismo por excelência de aquisição e armazenamento de idéias.

A aprendizagem receptiva pode ser automática ou significativa. Se for significativa é porque o material potencialmente significativo foi compreendido e internalizado significativamente à estrutura cognitiva do aprendiz. Se for receptiva automática a tarefa não foi potencialmente significativa e nem se tornou significativa no processo de internalização.

Moreira (2000) discute os autores Postman e Weingartner (1969) e descreve uma aprendizagem significativa subversiva, ou crítica justificando esta variedade pelo fato de aprendizes que possuem conhecimento prévio e predisposição poderem aprender significativamente coisas fora de foco. O autor enfatiza o papel desta aprendizagem significativa crítica e fatores que possibilitem sua ocorrência.

A aprendizagem significativa crítica permitirá ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela, manejar a informação, criticamente, sem sentir-se impotente frente a ela; Para isso é preciso:

1. Aprender/ensinar perguntas ao invés de respostas. (Princípio da interação social e do questionamento).
2. Aprender a partir de distintos materiais educativos. (Princípio da não centralidade do livro de texto).
3. Aprender que somos perceptores e representantes do mundo. (Princípio do aprendiz como perceptor/representador).
4. Aprender que a linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade. (Princípio do conhecimento como linguagem).
5. Aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras. (Princípio da consciência semântica).
6. Aprender que o homem aprende corrigindo seus erros. (Princípio da aprendizagem pelo erro).
7. Aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência. (Princípio da desaprendizagem).

8. Aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para pensar. (Princípio da incerteza do conhecimento).
9. Aprender a partir de distintas estratégias de ensino. (Princípio da não utilização do quadro-de-giz) (MOREIRA, 2000, p.15-16).

A proposta de uma aprendizagem significativa crítica é atual e ressalva princípios essenciais para demarcar uma essencial peculiaridade: não é possível uma aprendizagem mecânica crítica.

### **3.2. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

David Ausubel foi um psicólogo que se dedicou à educação no intuito de buscar as melhorias necessárias ao aprendizado e que se propôs estudar a formação de significados ao nível de consciência. Representante do construtivismo e cognitivismo, que defendia a evolução no processo de apreensão do conhecimento atual, construído em etapas prévias já acabadas. Ausubel concebia a aquisição de significados como idiossincrática, supondo uma predisposição do aluno em aprender como condição da ocorrência da aprendizagem significativa.

Seu trabalho é destacado em quatro obras, sendo a inicial *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*, 1963, expandida em 1968 com a obra *Educational psychology: a cognitive view*.

O autor enfatiza a aprendizagem significativa receptiva, não como sinônima de aprendizagem passiva, mas como uma aprendizagem dinâmica por ser significativa e a predominante no aprendizado escolar se constituindo como fonte primária da assimilação atual.

Pelo fato de David Ausubel destacar o papel integrador e operacional da linguagem, enfatizando a importância da linguagem no processo de aprendizagem, como facilitadora da manipulação de conceitos e proposições durante a aprendizagem significativa sua teoria foi inicialmente descrita como aprendizagem verbal significativa (MOREIRA & MASINI, 2006).

Hoje, essa teoria é conhecida por Teoria da Aprendizagem Significativa – TAS, renomeada pelo próprio autor.

A ideia central da teoria de David Ausubel destaca o conhecimento que o aprendiz já tem (“aquilo que ele já sabe”), como sendo o fator isolado mais importante influenciador da

aprendizagem sendo crucial para a ocorrência da aprendizagem significativa que o docente descubra o que o aprendiz sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.

Essas informações previamente adquiridas, não são quaisquer informações, mas conhecimentos relevantes e claros, denominados subsunçores. O termo subsunçor é inglês e é mantido pela inexistência de uma palavra em português para traduzir adequadamente, sendo considerado como sinônimo de palavra âncora.

Para que ocorra a aprendizagem significativa (AUSUBEL *et al.*, 1980) deve ocorrer associação do novo conhecimento aos subsunçores de maneira não arbitrária e substantiva (não literal). Essa relação em que as novas idéias são relacionadas a aspectos relevantes da estrutura cognitiva do aluno, ocorrerá apenas se houver disposição por parte do aprendiz.

Esta teoria parte da premissa de existência da estrutura cognitiva do aluno como uma estrutura hierárquica de conceitos e sede da organização e integração dos processos de aprendizagem.

Segundo o autor, a estrutura cognitiva é a estrutura cognitiva do aprendiz, que armazena hierarquicamente todas as idéias do aluno, resultante de processo de aquisição e utilização do conhecimento. A estrutura cognitivista possibilita o armazenamento de informações novas no âmbito mental do indivíduo, possibilitando que o novo assimilado se integre aos conteúdos apreendidos significativamente anteriormente.

Ausubel *et al.* (1980) propõe uma teoria para explicar os processos que ocorrem na estrutura cognitiva diante de materiais ou de tarefas que sejam potencialmente significativos. Descreve dois princípios que devem ocorrer para que se realize a aprendizagem significativa: o novo deve ser potencialmente significativo, ou seja, poder ser relacionado de forma integrada, não arbitrária e substantiva à estrutura cognitiva do aprendiz, e que o aprendiz manifeste uma disposição em relacionar o novo de forma não-literal e não-arbitrária a estrutura cognitiva.

Os subsunçores são os pontos de ancoragem significativos da estrutura cognitiva, os quais são relevantes para a aprendizagem da nova idéia, como uma imagem, um símbolo, um conceito, uma proposição.

Esse processo articulado de interação entre os conceitos acarreta em modificações significativas na estrutura cognitiva, nos próprios conceitos de ancoragem e permite a incorporação do novo significativamente.

Quando um novo conceito é aprendido de forma significativa, ocorre a internalização deste à estrutura cognitiva do aluno, acarretando em modificações do novo e dos subsunçores

pré-existentes. Isso é possível pelo fato do conceito novo possuir ligações, compartilhamento de significados, com determinados subsunçores da estrutura cognitiva, podendo ligar-se à estrutura cognitiva através da associação a estes subsunçores.

Esta associação ocorre pela reorganização dos conceitos na estrutura cognitiva de maneira hierárquica. Os dois princípios que ocorrem na instrução do ensino são os da reconciliação integrativa e diferenciação progressiva (MOREIRA & MASINI, 2006).

Assim, os significados propriamente ditos, são produtos da aprendizagem significativa, a qual sempre originará significados adicionais aos símbolos e permitirá surgir relações entre os conceitos adquiridos anteriores. Se a aprendizagem é automática, mesmo ocorrendo integração à estrutura cognitiva do aprendiz, essas informações terão relações arbitrárias e literais, permanecendo na estrutura por um curto período de tempo e sofrendo interferência direta de qualquer outra informação.

A aprendizagem significativa apresenta quatro grandes vantagens sobre a aprendizagem por memorização ou mecânica ou automática (AUSUBEL *et al.*, 1980):

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.

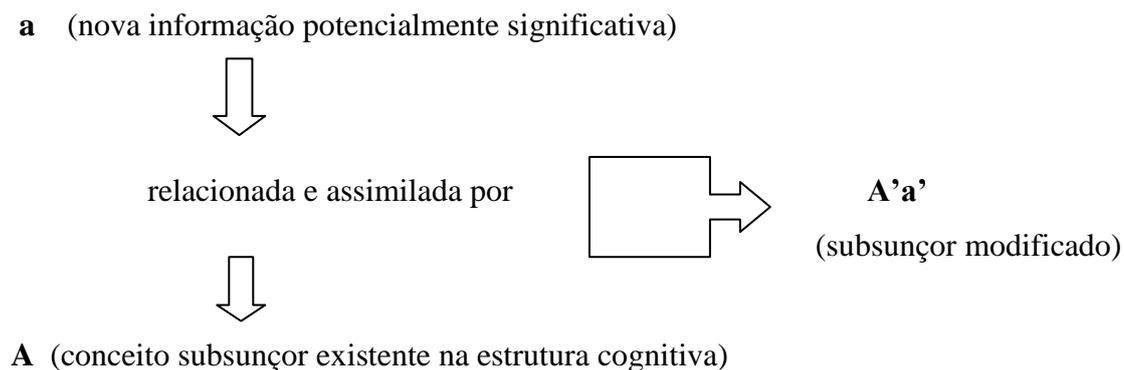
Dessa forma, esta pesquisa, enquadra-se a uma ciência aplicada e se interessa no estudo de estratégias que componham condições favoráveis a aprendizagem significativa, por descoberta ou recepção. É imprescindível à esta pesquisa considerar o contexto social do aluno, respeitando seus significados, e propiciando a eles condições de participar ativamente no processo de aprendizagem.

### 3.3. TEORIA DA ASSIMILAÇÃO E SUBSUNÇÃO

Ausubel *et al.* (1980) introduz a Teoria da Assimilação para explicar de forma clara como ocorrem aquisição e organização dos novos conhecimentos na estrutura cognitiva do aluno ao longo da aprendizagem.

A assimilação é o processo que acontece quando um novo conceito ou uma proposição potencialmente significativos é assimilados a conceitos e proposições já existentes na estrutura cognitiva que sejam mais inclusivos. Esse evento recebe o nome de aprendizagem subsunciva, ou aprendizagem subordinada ou subsunção subordinada.

Neste processo, a nova informação elaborada ao final da assimilação é composta pelos dois co-participantes, informação antiga mais inclusiva e a nova informação, originando o subsunçor interacional, modificado.



Observe que como resultado da interação o novo conceito (a) adquiriu novo significado (a') e o subsunçor (A) também tornou-se mais elaborado (A') e inclui o novo conceito modificado (A'a').

Assim, o princípio da assimilação, é um facilitador na aquisição e retenção do novo significado e também implica no esquecimento subjacente desse conceito, que são reduzidos a significados mais estáveis dos conceitos estabelecidos.

Por um período variável, as informações recém ancoradas aos subsunçores, podem ser dissociáveis de suas idéias-âncoras e reproduzíveis como entidades individuais. Esse período é o período de retenção do novo conceito.

$$A'a' \rightleftharpoons A' + a'$$

Porém, ao longo do tempo, o período de retenção é alterado, pois as novas idéias tendem a ser assimiladas e reduzidas a significados mais estáveis das idéias estabelecidas e não é mais possível a dissociação entre as idéias  $a'$  e  $A'$ . Esse segundo estágio da subsunção é denominado assimilação obliteradora. A assimilação obliteradora ocorre após a aprendizagem significativa, e é uma adaptação da estrutura cognitiva que tende a armazenar, ao longo do tempo, apenas as idéias mais abrangentes daquilo que é aprendido de maneira significativa.

Neste estágio, a assimilação que propiciou a aquisição e retenção de novos significados, influencia o esquecimento subjacente destes, reduzindo a memória à idéia comum capaz de representar a experiência prévia (MOREIRA & MASINI, 2006).

O esquecimento é uma continuação do processo de assimilação, e a partir deste momento o produto  $A'a'$  é indissociável e reduz-se a  $A'$ , ou seja, não volta a ser o subsunçor original, mas um subsunçor modificado, produto mais estável da interação  $A'a'$ , que favorece a organização cognitiva reducionista e geral das novas idéias assimiladas.

Ausubel (1968) descreve dois tipos de subsunção subordinada dependendo da constituição das novas idéias a serem assimiladas e das consequências da fase obliteradora.

A subsunção derivativa ocorre quando a nova idéia assimilada é um exemplo de conceitos já pertencentes à estrutura cognitiva, ou ilustração que corrobora proposições preexistentes. Esta nova informação adquire rapidamente significado e tende facilmente à assimilação obliteradora. A subsunção correlativa ocorre quando a nova idéia assimilada é uma extensão, elaboração, modificação ou qualificação de conceitos ou proposições preexistentes que não pode ser representada pelos subsunçores. Quanto mais instáveis forem seus subsunçores, maior a tendência a assimilação obliteradora, e neste tipo de subsunção a obliteração pode levar à perda genuína de conhecimento.

Assim, para facilitar a aprendizagem de significados deve-se tentar minimizar a assimilação obliteradora, a qual é inevitável, facilitando a retenção de novas idéias.

### 3.4. AQUISIÇÃO E USO DOS CONCEITOS

A aquisição dos conceitos consiste em processos psicológicos de elaboração, organização e reelaboração dos fatores que percebem e compreendem. Através da aquisição de conceitos o homem pode organizar suas experiências e perceber-se como um ser pensante e atuante em seu contexto (MOREIRA & MASINI, 2006).

Os conceitos são abstrações dos atributos essenciais que são comuns as categorias de objetos, eventos ou fenômenos e a partir do momento que adquiram um nome (representação lingüística) são mais facilmente compreendidos, manipulados e transferidos. Eles constituem um aspecto importante na teoria da assimilação visto que, se presentes na estrutura cognitiva permite a compreensão e solução criativa de problemas, e representam de forma simplificada e categórica a realidade (AUSUBEL *et al.*, 1980).

Cada indivíduo tem conceitos próprios em suas particulares estruturas cognitivas, e por conjuntura interpretam a experiência perceptual em termos de seus conceitos próprios, concomitantemente esses conceitos que possuem funcionam como fundamento essencial à aprendizagem receptiva significativa e para capacidades de generalização das proposições significativas para solução de problemas.

A linguagem (escrita ou falada, com significados mais ou menos uniformes) está relacionada a aquisição de conceitos e é capaz de expressar de forma simples, abstrata e generalizada a realidade que se refere ao mundo físico do indivíduo e a experiência que essa realidade evoca em si, além de possibilitar a aquisição de novos conceitos e as combinações proposicionais dos mesmos.

Uma miríade de fatores (maturidade, idade, sexo, experiência, capacidade intelectual) influenciam a aquisição e assimilação dos conceitos e de seus significados. Concomitantemente ao avanço cognitivo do indivíduo, eles vão sendo adquiridos primordialmente pela assimilação do que pela formação de conceitos, vão se tornando mais abstratos, progressivamente menos globais e são acompanhados pela conscientização das operações que os envolvem.

A diferença primordial entre aquisição e assimilação dos conceitos reside no pressuposto de que a aquisição ocorre em nível de abstração dos significados conceituais e para isso podem ocorrer mudanças em três estágios cognitivos (MOREIRA & MASINI, 2006):

- Estágio pré-operacional: Ocorre quando a criança está limitada à aquisição de conceitos primários; conceitos primários são aqueles que relacionam seus atributos primeiramente aos exemplos de onde são retirados, antes de relacionar estes mesmos à estrutura cognitiva. Gera um baixo nível de abstração. Para ocorrer necessita de muitos exemplos de conceitos para aquisição dos mesmos (processo empírico-concreto) ou de percepções que representem ou se relacionem a exemplos concretos.
- Estágio operante concreto: Origina significados mais abstratos dos conceitos, permitindo operar com conceitos secundários. Conceitos secundários são aqueles cujo significado é adquirido sem a necessidade de experiências empírico-concreta, e se relaciona a estrutura cognitiva sem ter a obrigação de ser relacionado a exemplos particulares deles. Ocorre por assimilação na aprendizagem receptiva em que utiliza exemplos de atributos como apoio e gera um significado subverbal e semi-abstrato do conceito.
- Estágio de operações lógico-abstratas: é o mais alto nível de abstração na aquisição dos conceitos; ocorre quando atributos criteriais de conceitos secundários complexos e de alta ordem podem ser relacionados à estrutura cognitiva do aprendiz sem auxílio de experiências empírico-concreta. Seus produtos são definidos por uma linguagem refinada que expressa explicitamente idéias precisas, abstratas e genéricas.

Na assimilação, segundo Ausubel *et al.*(1980), os indivíduos aprendem novos significados conceituais em contato com atributos essenciais dos conceitos, e relacionam estes atributos a ideias relevantes estabelecidas na estrutura cognitiva. O aspecto mais importante deste processo é a correspondência de idéias relevantes estabelecidas na estrutura cognitiva do aluno com o conteúdo genérico potencialmente significativo. A aquisição dos significados é uma consequência desta interação.

Assim, os princípios da assimilação de conceito que são relevantes para aprendizagem escolar são essencialmente os mesmos da aprendizagem receptiva verbal significativa e o aprendizado de conceitos depende das propriedades da estrutura cognitiva do aluno, do seu estado de desenvolvimento e sua capacidade intelectual e da forma como os conceitos são apresentados (AUSUBEL *et al.*, 1980).

O detalhamento quando a formação e utilização dos conceitos apresentados neste item foram determinantes para a discussão das metodologias propostas por essa pesquisa.

### 3.5. TIPOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Aprendizagem significativa pode ser classificada em Ausubel *et al.*,(1980)-p 48-49, como:

3.5.1. **Aprendizagem significativa representacional:** é a aprendizagem em que se estabelece a equivalência de significado entre os símbolos e seus correspondentes de forma não arbitrária, os quais passam a remeter ao mesmo significado. As proposições de equivalência são relacionadas à generalização presente na estrutura cognitiva. Essa aprendizagem pode ser automática se a correspondência ocorrer entre símbolos arbitrários.

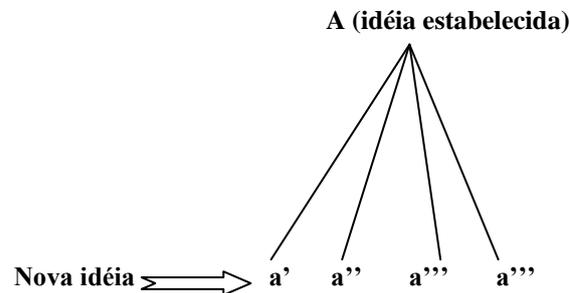
3.5.2. **A aprendizagem significativa de conceitos:** é a aprendizagem também de símbolos, porém eles são genéricos, ou categóricos, a respeito de qualidades e/ou propriedades essenciais dos objetos ou eventos.

3.5.3. **Aprendizagem significativa proposicional:** é a aprendizagem significativa semelhante à representacional em relação ao surgimento de novos significados, entretanto envolve aprender idéias expressas na forma de sentenças, ou seja, aprender as inter-relações entre conceitos. Essa aprendizagem pode ser subordinada, superordenada ou uma combinação das duas anteriores.

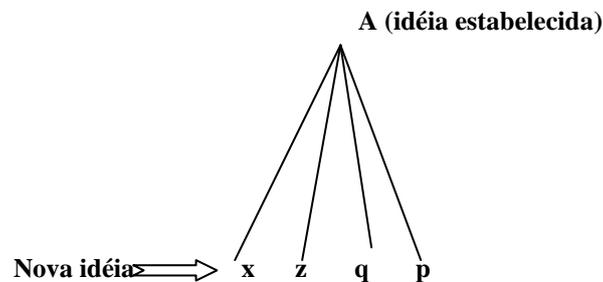
**a. Aprendizagem significativa proposicional subordinativa:** ocorre quando uma proposição significativa ou um conceito, relaciona-se significativamente a aspectos relevantes, preexistentes, na estrutura cognitiva do aprendiz. Essa ancoragem tem relação subordinativa, pelo fato da estrutura cognitiva ser organizada hierarquicamente (nível de abstração, generalização, abrangência de idéias) e as novas idéias significativas serem integradas de maneira subordinada as idéias mais gerais, favorecendo a organização hierárquica da estrutura do conhecimento. Pode ser de dois tipos:

**a.1. Aprendizagem significativa proposicional derivativa:** ocorre se o material novo de aprendizagem apenas oferece um exemplo a conceitos já estabelecidos ou um reforço a proposições já existente na estrutura cognitiva. Este material potencialmente significativo é derivado diretamente, ou por auto-evidência ou está implícito no conhecimento preexistente que é mais inclusivo ao novo. Nessa

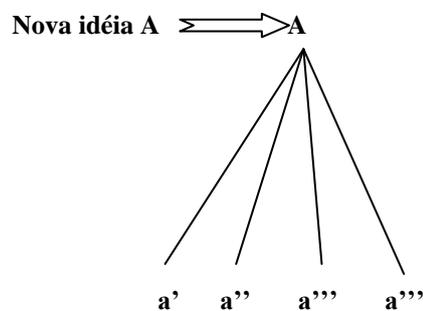
aprendizagem derivativa o produto final pode ser facilmente emergido e retomado em circunstâncias ideais.



**a.2. Aprendizagem significativa proposicional correlativa:** ocorre se o material de aprendizagem for uma modificação, qualificação ou extensão da proposição adquirida anteriormente.

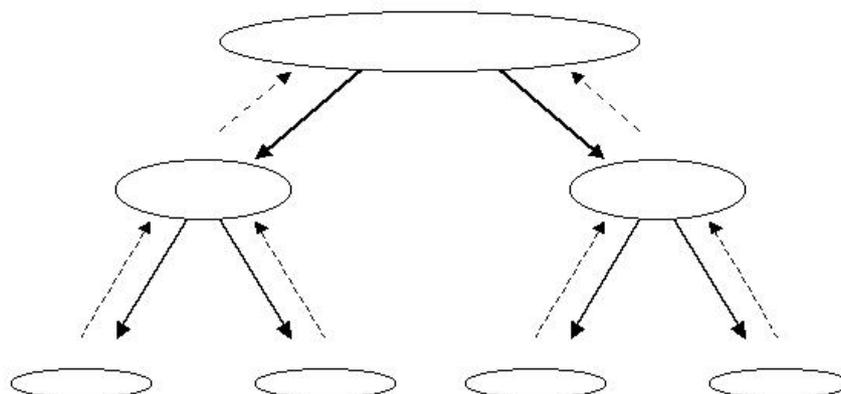


**b. Aprendizagem significativa proposicional superordenada ou sobreordenada:** ocorre quando a nova proposição assimilada é inclusiva e permite o surgimento de amplo conjunto de novas idéias relevantes na estrutura cognitiva. Essa aprendizagem ocorre ao longo de um raciocínio ou diante de materiais indutivos ou que envolve a síntese de idéias compostas. Essa aprendizagem é mais presente na aprendizagem conceitual do que em aprendizagens proposicionais.



**c. Aprendizagem significativa proposicional combinatória:** ocorre quando a proposição ou conceito potencialmente significativo é relacionável não arbitrariamente ao conjunto de conteúdos relevantes a





**Figura 3:** Representação esquemática do modelo de Ausubel indicando diferenciação progressiva e reconciliação integrativa (adaptado de MOREIRA & MASINI, 1982, p.24).

### **3.6. CONCEITOS CENTRAIS DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Quando uma teoria é requisitada como referencial de uma pesquisa é indispensável que sejam descritos os conceitos centrais destas para que não haja controvérsias e questionamentos no intuito das discussões que os pesquisadores farão das questões abordadas.

Assim, esta abordagem do referencial de David Ausubel, apresenta no final do texto presente, (Anexo 2), um glossário extraído da obra *“Psicologia Educacional. Tradução para o português do original Educational psychology: a cognitive view”* do próprio autor (AUSUBEL *et al.*, 1980), a fim de subsidiar uma melhor compreensão dos termos adotados por esta pesquisa.

### **3.7. PRINCÍPIOS DA AVALIAÇÃO**

A teoria da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1980) enfatiza permanentemente a importância da medida e da avaliação ao longo do processo de aprendizagem em sala de aula, como estratégia que verificam até que ponto os objetivos da aprendizagem estão sendo alcançados.

Entre as diversas relevâncias dos processos avaliativos destaca-se:

1. Possibilita verificar o que o aprendiz já conhece antes de tentar ensinar-lhe algo novo;
2. Propicia um acompanhamento atento do processo de aprendizagem favorecendo possíveis correções, esclarecendo a consolidação da mesma;

3. Permite vigiar a eficácia das diferentes maneiras de seqüenciar e organizar os assuntos curriculares e dos diferentes métodos de ensino.

Logo, a avaliação, é parte integrante da aprendizagem em sala de aula e objetiva verificar a aprendizagem dos alunos acompanhando de forma objetiva todas as etapas do processo e dos rendimentos finais e possibilitando a implantação de medidas de intervenção quando necessário.

Esta avaliação, apresentada por Ausubel (1980), fiscaliza e simultaneamente ensina. O processo avaliativo facilita a aprendizagem significativa através da interferência na prática do professor e diretamente na estrutura cognitiva do aluno. A avaliação encoraja o professor a formular e esclarecer seus objetivos, comunicando suas expectativas aos aprendizes e concomitantemente, torna o processo avaliativo uma experiência significativa de aprendizagem. Diante o processo institucional da avaliação o aluno tem a possibilidade de revisar, consolidar, esclarecer e integrar o assunto antes do teste e, durante o mesmo se auto-avaliarem, buscando estratégias de maior rendimento.

As estratégias de avaliação propostas por esta teoria será discutida mais detalhadamente nos próximos capítulos.

### **3.8. OBJETO DE ESTUDO NA VISÃO DA TEORIA**

Vários foram os critérios que incitaram a escolha de David Ausubel e sua teoria da aprendizagem significativa como referencial orientador desta pesquisa. Abaixo seguem as justificativas e afinidades desta pesquisa para escolha do seu referencial.

1. Dentre os pesquisadores cognitivistas, David Ausubel foi o principal autor a propor uma teoria voltada aprendizagem em loco, em sala de aula, e nossa pesquisa tem como um dos objetivos a investigação dos fatores que dificultam ou estimulam a aprendizagem escolar, tendo como público alvo, alunos do Ensino Médio. Dessa forma, sua teoria servirá como um direcionamento às etapas desenvolvidas neste trabalho: investigações de aprendizagem, propostas de ensino e avaliação.

2. A teoria da aprendizagem significativa descreve incisivamente as condições que influenciam, umas mais outras menos, na ancoragem do novo de forma não arbitrária e substantiva à estrutura cognitiva do aprendiz. Sua discussão referente à - hierarquia da estrutura cognitiva, aprendizagem mecânica, subsunçores,

predisposição em aprender, formação e utilização de conceitos, entre outras, constituem um arsenal de elementos que podem suprir as dúvidas e as dificuldades encontradas no Ensino de Botânica, foco da pesquisa.

3. Essa teoria propõe estratégias de ensino como a utilização de organizadores prévios, elaboração de materiais de acordo com o processo de diferenciação progressiva, organização curricular e dos conteúdos disciplinares e supera as expectativas ao discutir formas de avaliação e formação conceitual de uma possível aprendizagem significativa. Todas essas orientações são fundamentais na elaboração, aplicação e avaliação do material instrucional proposto nesta pesquisa.

Os organizadores prévios são materiais que entraram na primeira fase, antecedendo o material instrucional, e por ser aplicado no início das tarefas de ensino tem suas propriedades integrativas otimizadas permitindo a manipulação da estrutura cognitiva do aprendiz. (AUSUBEL *et al.*, 1980).

O papel de organizador prévio do texto é inserir conceitos essenciais para que os alunos, portadores de diferentes níveis de informação e conhecimento sobre o assunto, adquiram ancoradouros relevantes para a nova informação. Essa propriedade permite fornecer a muitos alunos conceitos prévios inexistentes e que são subsunçores aos conceitos novos aqui propostos. Aos alunos que já possuem estes conceitos subsunçores permite a organização das informações e uma visão mais contextualizada e integrada dos mesmos.

Os organizadores iniciais fornecem um ancoradouro, num nível global, antes de o aprendiz ser confrontado com um subsunçor para qualquer nova classe de conhecimentos antes de os subsunçores mais limitados serem fornecidos para cada subclasse particular (AUSUBEL, 1968, p.154).

É por meio do organizador prévio que o aprendiz supera a diferença entre aquilo que já sabe e aquilo que precisa saber e assim promove uma moldura ideacional para incorporação e retenção do material proposta para aprendizagem, de maneira mais detalhada e diferenciada (MOREIRA & MASINI, 2006).

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA E SEUS OBJETIVOS**

A pesquisa foi realizada com alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola estadual localizada no município de Campo Grande, MS. Esta escola está localizada no bairro Ipiranga na periferia de Campo Grande.

Os alunos estavam matriculados no período matutino, tinham idade escolar de 16 a 20 anos e compunham duas salas: uma com trinta e um alunos (turma A) e outra com trinta e seis alunos (turma B). Todos os estudantes cursaram sua vida escolar no ensino público. Dos sessenta e sete alunos, apenas sete alunos (10,4%) já tinham estudado em outro colégio e assim, já tiveram outra professora no Ensino Médio que não a atual, sendo que os demais alunos (60 alunos) permaneceram ao longo do Ensino Médio no mesmo colégio que tinha uma professora exclusiva de Biologia.

Os sete alunos que estudaram em outro colégio, pertenceram a outras escolas estaduais de Campo Grande, sendo que cada um deles era de origem de escolas diferentes.

As duas salas de aula que participaram dessa pesquisa eram organizadas de acordo com a ordem que aconteceram as matrículas, sem que tenham sido utilizados qualquer critérios cognitivos ou comportamentais na sua composição. Ambas utilizavam o mesmo livro didático - Sonia Lopes, volume único, Editora Saraiva – 2008 e tinham a mesma professora, que lecionava no terceiro ano.

Todos os alunos ao serem convidados a participar da pesquisa receberam um termo de consentimento livre e esclarecido, através do qual, foram informados dos objetivos da pesquisa, instituição realizadora, assim todos os direitos e defesas que possuíam ao participar da pesquisa.

Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre esclarecido e se dispuseram a participar da pesquisa, sendo que poderiam ter o livre arbítrio de desistir em qualquer fase do desenvolvimento.

A escolha da faixa escolar dos alunos participantes – terceiro ano do Ensino Médio - teve como objetivo identificar e avaliar que potencialidades propostas pela educação, os alunos que terminam o Ensino Médio possuem, reconhecendo as condições cognitivas e críticas.

Fatores propostos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e também discutidos na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) direcionaram a elaboração do material de coleta de dados, assim como o material instrucional aqui proposto.

A LDB indica as capacidades e aprendizados que um estudante que finaliza o Ensino Médio deve possuir e incluem aprendizado de fundamentos científicos-tecnológicos que relacionam a teoria curricular da matéria à prática do dia-dia, a formação ética permeada por pensamentos críticos e uma prática reflexiva e autônoma:

O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

**I** - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

**II** - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

**III** - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

**IV** - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, Seção IV referente ao Ensino Médio, Art. 35º, 1999, p. 13-14).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Médio indicam quatro potencialidades que um estudante, ao final do Ensino Médio, tenha capacidade de realizar. São elas:

### **1. Aprender a conhecer**

Considera-se a importância de uma educação geral, suficientemente ampla, com possibilidade de aprofundamento em determinada área de conhecimento. Prioriza-se o domínio dos próprios instrumentos do conhecimento, considerado como meio e como fim. Meio, enquanto forma de compreender a complexidade do mundo, condição necessária para viver dignamente, para desenvolver possibilidades pessoais e profissionais, para se comunicar. Fim, porque seu fundamento é o prazer de compreender, de conhecer, de descobrir. O aumento dos saberes que permitem compreender o mundo favorece o desenvolvimento da curiosidade intelectual, estimula o senso crítico e permite compreender o real, mediante a aquisição da autonomia na capacidade de discernir. Aprender a conhecer garante o aprender a aprender e constitui o passaporte para a educação permanente, na medida em que fornece as bases para continuar aprendendo ao longo da vida.

### **2. Aprender a fazer**

O desenvolvimento de habilidades e o estímulo ao surgimento de novas aptidões tornam-se processos essenciais, na medida em que criam as condições necessárias para o enfrentamento das novas situações que se colocam. Privilegiar a aplicação da teoria na prática e enriquecer a vivência da ciência na tecnologia e destas no social passa a ter uma significação especial no desenvolvimento da sociedade contemporânea.

### **3. Aprender a viver**

Trata-se de aprender a viver juntos, desenvolvendo o conhecimento do outro e a percepção das interdependências, de modo a permitir a realização de projetos comuns ou a gestão inteligente dos conflitos inevitáveis.

#### **4. Aprender a ser**

A educação deve estar comprometida com o desenvolvimento total da pessoa. Aprender a ser supõe a preparação do indivíduo para elaborar pensamentos autônomos e críticos e para formular os seus próprios juízos de valor, de modo a poder decidir por si mesmo, frente às diferentes circunstâncias da vida. Supõe ainda exercitar a liberdade de pensamento, discernimento, sentimento e imaginação, para desenvolver os seus talentos e permanecer, tanto quanto possível, dono do seu próprio destino. Aprender a viver e aprender a ser decorrem, assim, das duas aprendizagens anteriores – aprender a conhecer e aprender a fazer – e devem constituir ações permanentes que visem à formação do educando como pessoa e como cidadão (BRASIL, 2000, p 15 e 16).

Este mesmo contexto discutido pelos PCN é marcado pelas novidades da era da informática, rica em conceitos, técnicas e recursos que permeiam a sociedade atual e apresentam ao ensino uma coexistência de três formas diferentes de conhecimento presentes na sociedade-oral, escrita e digital.

Esse desafio para o ensino atual acarreta na necessidade de alterações nas estruturas e lógicas dos conhecimentos, requerendo novas concepções para as abordagens disciplinares e novas tecnologias e novas perspectivas para ação docente (KENSKI, 2008), buscando a formação do aluno completo, que saiba conhecer, fazer, viver e ser.

Torna-se imprescindível que a escola se adeque a essa nova realidade e direcione as abordagens dos valores propostos acima nos PCN, através do desenvolvimento de novas metodologias que enfatizem as percepções diferentes dos aprendizes e a sua aprendizagem científica, destacando nesta o caráter curricular, ambiental e ecológico do ensino e respeitando as racionalidades múltiplas e comportamento de aprendizagem diferenciado.

## **4.2. COLETA E ANÁLISE DOS DADOS**

### **4.2.1. ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO**

Após a revisão bibliográfica e delimitação do tema iniciou-se a parte de prática da pesquisa. A primeira etapa dessa fase foi elaboração, aplicação e avaliação de um questionário.

Os questionários são, dentre os instrumentos pedagógicos de ensino, uma das estratégias mais usadas em pesquisa de sala de aula. Podem ter finalidades avaliativas de conteúdo, atitudes e opiniões e são classificados de acordo com sua estruturação em questionário restrito ou de forma fechada, por pedirem respostas curtas, diretas e sem

expressões linguísticas do aprendiz, e questionários de forma aberta, quando os respondentes têm maior expressão pessoal através da fala oral ou escrita (ROSA, 2008).

O questionário desta pesquisa mesclou características dos dois tipos descritos acima, contendo questões mistas de formação dissertativas, questões de múltipla escolha e questões intermediárias entre estas tendo múltipla escolha seguida de justificção da escolha. A escolha de ambos os tipos de avaliação (objetiva e dissertativa), foram baseadas em Ausubel *et al.* (1980).

As questões objetivas, apesar de serem vigorosamente criticadas, apresentam como vantagens pela brevidade e rapidez a ser respondido, não tornando maçante ao aluno o processo avaliativo, e permitindo uma abordagem mais compreensiva e sistemática do conhecimento, além de retirar a subjetividade e variabilidade de critérios avaliativos (AUSUBEL *et al.*, 1980).

Em contrapartida, as questões dissertativas são apresentadas pelo autor como mais adequadas do que as de resposta curta para medir a compreensão de um aluno em relação à estrutura da matéria.

As vantagens na elaboração das questões dissertativas é o favorecimento de uma maior expressão da estrutura cognitiva dos alunos para com seus conhecimentos botânicos assimilados ao longo de sua vida escolar, sem a influência externa para embutir conceitos inexistentes, além da capacidade de avaliação das percepções dos mesmos quanto à dinâmica dos sistemas ambientais. Já as questões de múltipla escolha foram utilizadas quando se queria ter certeza da existência ou a inexistência de conceitos específicos como os termos científicos.

Para a elaboração das questões do questionário nos preocupamos com o fator pedagógico educacional, para que fosse um instrumento eficaz na coleta dos dados necessários a atingir os seus objetivos, e preocupação estrutural, para que as questões fossem estruturalmente corretas, constituídas por perguntas acessíveis no nível de Ensino Médio, de linguagem clara e explicativa em si só.

Rosa (2008) apresenta uma lista de características que devem ser apresentadas em um questionário para que ele possa ser considerado bom.

O mesmo autor destaca padrões estruturais que estão presentes em um bom questionário sendo eles: não ser um questionário muito longo, conter tópicos significativos, ser redigida de forma clara com aparência estética agradável e limpa, além de redação apropriada ao nível de Ensino Médio.

Após delimitar a escolha da coleta de dados foram determinados quais seriam os objetivos do questionário:

- Estabelecer o nível de aprendizado dos alunos, referente a assuntos variados de Botânica, com maior ênfase nos Grupos Vegetais;
- Identificar e avaliar que potencialidades propostas pela educação possuem os alunos que terminam o Ensino Médio, reconhecendo as condições cognitivas e críticas;
- Conhecer as práticas educativas utilizadas pelos docentes no ensino de Botânica;
- Identificar os fatores motivacionais que podem interferir no processo de aprendizagem de Botânica para os aprendizes;
- Investigar se os alunos possuem os conhecimentos subsunçores necessários à ancoragem do conhecimento proposto pelo material instrucional;
- Sondar o conhecimento dos alunos quanto ao que é EA, suas práticas e objetivos;

Observa-se que todos estes objetivos acima têm em comum a tendência em verificar como foi o progresso da aprendizagem destes alunos e seus rendimentos finais (motivacionais, cognitivos e atitudinais).

Pode-se então, segundo David Ausubel *et al.* (1980), definir este questionário como uma estratégia de avaliação inicial dos alunos.

A delimitação dos objetivos delega ao questionário a função de coletor de dados distribuídos em três categorias: sondar dados referentes à aprendizagem escolar dos participantes, dados referentes à suas percepções ambientais e dados referente à motivação, interesse e predisposição dos alunos para o estudo de determinados assuntos.

Os dados investigados referentes à aprendizagem escolar dos alunos objetivou apontar a presença ou ausência dos subsunçores necessários para ancoragem das novas ideias propostas pelo material a ser elaborado, refletindo a estrutura cognitiva de cada um dos participantes.

...a aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se, de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo até que surjam novos significados (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 121).

Diante da premissa que os subsunçores são estruturas relevantes, conhecimentos específicos que podem ser mais ou menos abrangentes de acordo com a frequência com que ocorre aprendizagem significativa em conjunto com um dado subsunçor, torna-se indispensável responder dois questionamentos:

1) Que conceitos e proposições pretende-se que sejam aprendidos significativamente com esse trabalho?

2) Quais subsunçores os alunos devem ter em sua estrutura cognitiva para ancoragem não arbitrária e substantiva das novas idéias?

#### **4.2.2. DETERMINAÇÃO DOS CONCEITOS PROPOSTOS A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E DOS CONCEITOS SUBSUNÇORES NECESSÁRIOS A ESTA**

É primordial a definição de que conceitos seriam abordados objetivando a aprendizagem significativa de determinada matéria, e quais os subsunçores relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz para propiciar sua ancoragem.

Para a escolha dos conceitos a ser ensinados dentro do tema Grupos Vegetais foi feita uma revisão textual intensa em livros de Ensino Médio e em livros de Ensino Superior, para reforçar a presença comum dos conceitos em todos os materiais.

Vários critérios nortearam a seleção dos conceitos que foram determinados, entre eles:

1. A potencialidade de serem conceitos mais gerais o que facilitaria uma abordagem a conceitos mais específicos. Exemplo é o conceito Grupos Vegetais que é mais geral em relação aos exemplos Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas, determinados como conceitos mais específicos.

Esse critério é determinante para possibilitar a ancoragem de conceitos e proposições novas, em uma estrutura cognitiva que possui suas idéias organizadas em níveis hierárquicos, estando os mais inclusivos no topo e a partir deles uma integração de conceitos progressivamente mais diferenciados (AUSUBEL *et al.*, 1980).

2. Ser premissas para entender, conhecer e reconhecer os vegetais, ou seja, permitir a visão sistêmica do funcionamento dos ecossistemas

Devem ser conceitos que juntamente com suas proposições permitam uma abordagem das partes para o todo, implicando na mudança do pensamento analítico para o

pensamento contextual (CAPRA *in* STONES & BARLOW (orgs.), 2006). Assim, esses conceitos têm propriedades que só podem ser entendidas dentro do contexto do todo, e são ainda mais relevantes por permitirem essa visão sistêmica recorrendo o que a teoria da aprendizagem significativa denomina reconciliação integrativa.

3. A obrigatoriedade de seu saber para desempenhar as capacidades descritas nos PCN (BRASIL, 2000);

4. Suas potencialidades de se tornarem novos subsunçores a outros estudos subseqüentes, referentes à morfologia, reprodução e adaptação vegetal.

Assim, os conceitos selecionados foram: **Grupos Vegetais, criptógamas, fanerógamas-espermatófitas, Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas, fruto.**

Observa-se que todos os termos acima são envolvidos com a classificação e determinação padrão dos Grupos Vegetais, porém, alguns são termos da área de Sistemática Vegetal, outros se referem à Morfologia Vegetal e outros ainda à Fisiologia e Anatomia Vegetal.

O critério de escolha dos conceitos, os quais pertencem a subáreas diferentes da Botânica, é a tendência de estimular a visão sistêmica do aprendiz, ou seja, a visão da matéria Botânica como uma área única, como um sistema único e interligado pelos elos de seus diversos termos científicos.

De acordo com a visão sistêmica, as propriedades essenciais de um sistema vivo - organismo ou comunidade - são propriedades do todo, não encontráveis em nenhuma das suas partes. Elas são o resultado das interações e relacionamentos entre essas mesmas partes. Essas propriedades são destruídas quando o sistema é desmembrado, biologicamente ou teoricamente, em elementos separados, através da fragmentação dos conteúdos curriculares. Ainda que seja possível identificar partes individuais em qualquer sistema, elas não estão isoladas e a natureza do todo é sempre diferente da mera soma das partes (CAPRA, 1996).

Como os alunos participantes já tiveram os conteúdos de Botânica no ano anterior, é possível que muitos reconheçam alguns destes, podendo tê-los retido de maneira mecânica ou até mesmo significativa.

Caso tenha ocorrido uma aprendizagem não significativa, os significados dos conceitos que propomos não se estabelecem e a retenção torna-se uma frágil fixação arbitrária e literal das novas idéias, por um período curto de tempo e sem que o aprendiz perceba a importância do novo (Ausubel *et al.*, 1980).

Um questionamento subsequente é gerado: Quais conceitos são os subsunçores necessários para ancoragem dos termos propostos acima e que possibilitarão a aprendizagem significativa dos mesmos? Ou seja, o que devemos buscar através do questionário, na estrutura cognitiva do aprendiz, que nos permitam a integração do conteúdo proposto?

De acordo com Ausubel *et al.* (1980), a estrutura cognitiva dos aprendizes é a sede da aprendizagem significativa, local onde ocorrem as relações, assimilações e ancoragem do novo, e ela possui uma organização hierárquica dos conceitos. Logo devemos partir do critério de serem necessários conceitos mais inclusivos e menos diferenciados, porém relevante.

Por este motivo, delimitamos os conceitos mais gerais e inclusivos, vitais para a ancoragem dos novos conceitos propostos, ou seja, os subsunçores necessários. Eles foram: **Botânica, raiz, caule, folhas.**

Determinado todos os critérios que regiam os objetivos das questões, o questionário foi elaborado de forma coerente com o intuito da sondagem visando subsidiar a elaboração do material instrucional de acordo com princípios da teoria ausubeliana.

#### **4.2.3. ELABORAÇÃO, APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PARA CONHECIMENTO DOS SUBSUNÇORES E DAS PREDISPOSIÇÕES DOS ALUNOS.**

Abaixo seguem as questões elaboradas para o questionário. Relembrando que três categorias direcionaram a construção delas:

#### **CATEGORIAS PARA ELABORAÇÃO E ANÁLISE DAS QUESTÕES DO QUESTIONÁRIO**

**Tabela 1:** Categorias de questões apresentadas no questionário: seus objetivos e determinações

CATEGORIA	OBJETIVO DE SONDAÇÃO	METODOLOGIA INFLUENCIADA
1. Motivacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Obter informações que expressam as aptidões dos alunos, seus interesses, motivações e suas facilidades em determinadas matérias;</li> <li>➤ Elencar e comparar quais são s</li> </ul>	Subsidiar a escolha de metodologias e fatores motivacionais que aumentem a predisposição e o interesse dos aprendizes para com a disciplina de Botânica.

	disciplinas curriculares para que os alunos demonstrem maior aptidão em estudar e por quais motivos.	
2. Cognitiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Investigar a presença ou ausência de conhecimentos abordados no Ensino de Botânica;</li> <li>➤ Identificar o nível de reconhecimento dos aprendizes quanto a assuntos já aprendidos anteriormente no seu cotidiano;</li> <li>➤ Sondar subsunções existentes na estrutura cognitiva dos alunos, nível de formação de conceitos, refletir a organização dos conceitos botânicos apresentada pelos aprendizes;</li> <li>➤ Determinar as principais metodologias utilizadas no Ensino de Botânica.</li> </ul>	Subsidiar a escolha e elaboração de um organizador prévio, a seleção de conceitos que devem ser apresentados aos aprendizes e quais as relações devem ser estabelecidas entre os conceitos.
3. Atitudinal (avalia o cognitivo relacionado às questões sistêmicas ambientais)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sondam a visão sistêmica que os alunos possuem referentes aos ecossistemas e suas relações com os Grupos Vegetais e o homem;</li> <li>➤ Descobrir que ações humanas os alunos consideram como antrópicas em sua região, pois assim podemos abordar problemas ambientais do contexto dos alunos.</li> </ul>	Elaborar metodologias que estimulem a visão interligada dos conceitos botânicos a sua aplicação cotidiana.  Subsidiar a escolha de recursos áudio-visuais para compor o material instrucional.

A elaboração de categorias para as questões do questionário seguiram as idéias das variáveis de aprendizagem que são classificadas (AUSUBEL *et al.*, 1980.p. 25) em fatores intrínsecos (internos ao aluno) e situacionais (fatores na situação de aprendizagem - extrínsecos). Nesta pesquisa ambos devem ser considerados ao longo da metodologia.

Os fatores intrapessoais são: variáveis da estrutura cognitiva, desenvolvimento de prontidão, aptidão intelectual, fatores motivacionais e atitudinais, fatores de personalidade. Os

fatores situacionais são prática, classificação das disciplinas acadêmicas, fatores sociais e grupais e características do professor.

Através das categorias de elaboração das questões buscamos descobrir as relações existentes entre estas variáveis externas e internas de forma a propiciar condições de mudança na estrutura cognitiva dos alunos.

Para facilitar a compreensão da elaboração, justificativa e análise das questões, todos estes processos serão discutidos abaixo de cada uma delas, assim como serão apresentadas fora da ordem que o aluno recebeu, a fim de agrupá-las em suas categorias de elaboração.

Algumas questões foram analisadas separadamente (sala A e sala B) quando houve necessidade de mostrar as especificidades dos dois grupos, que citem diferentes matérias e metodologias de ensino para a matéria da Biologia. Porém todas as questões, mesmo as que foram inicialmente separadas para análise, possuem uma avaliação das duas salas como um grupo único, ou seja, trabalhamos com uma única amostra de dados, de coleta de dados e avaliação.

#### **A. Categoria de questões relacionadas a fatores motivacionais:**

O papel da motivação na aprendizagem é controverso, porém Ausubel *et al.* (1980) insere os fatores motivacionais como critério que afeta qualitativamente a aprendizagem e a retenção de significados.

Segundo o autor, a motivação é composta por diferentes proposições (impulso cognitivo, impulso afiliativo e motivação de engrandecimento do ego) e atua de modo catalítico e inespecífico na retenção dos conceitos. A motivação pode atuar na aprendizagem aumentando o esforço, prontidão imediata e atenção do aprendiz, resultando na emergência de significados. Para Ausubel *et al.* (1980), sem motivação por parte do aprendiz, a aprendizagem significativa não ocorre.

Assim, através dos dados obtidos foi possível determinar que áreas propiciam estes fatores motivacionais, inclusive quanto à Botânica, para direcionar as estratégias pedagógicas de Ensino.

*Dentre as matérias da matéria de Biologia, oferecidas no Ensino Médio, qual(ais) você teve mais motivação em aprender? Por quais motivos? No máximo, três matérias podem ser citadas com seus respectivos motivos.*

Objetivos da questão:

- Esta questão tinha por objetivo descobrir as aptidões dos alunos, seus interesses, suas dificuldades em aprender. Esses dados orientaram a elaboração do material instrucional a fim de estimular os aprendizes.
- Investigar se a Botânica, foi referenciada de alguma forma, e se citada, em que proporção. Esses dados diagnosticariam a presença ou ausência de um problema da motivação dos alunos em estudar Botânica, apresentado em referências bibliográficas.

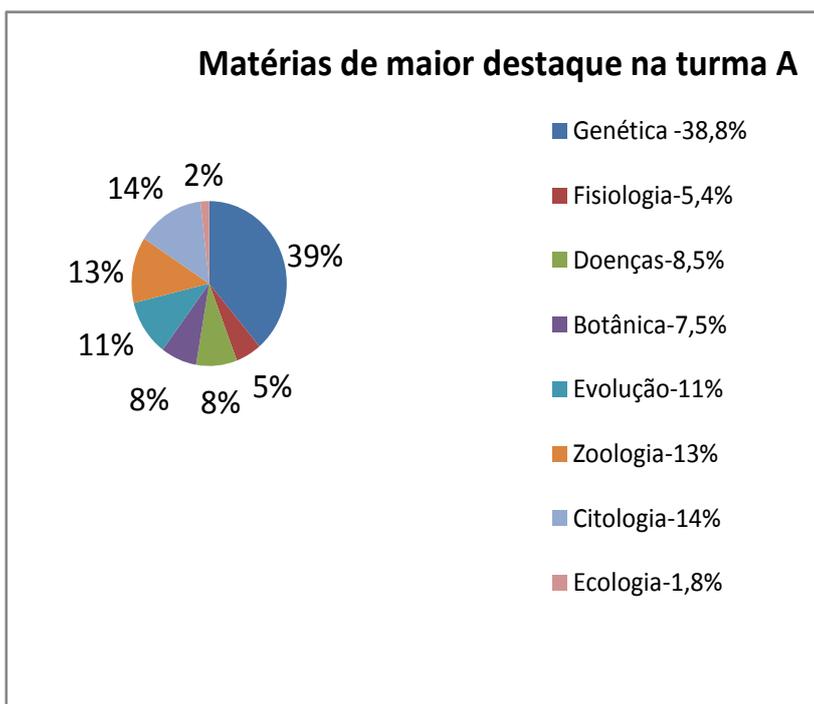
Resultados:

Esta questão possibilitou mais de uma resposta, sendo possível citar até três conteúdos de interesse do aluno. O intuito disso foi trabalhar com a possibilidade de existirem mais de uma área de aptidão do aluno e se ele pudesse citar apenas uma destas, esse fato poderia mascarar o real valor das disciplinas para a vivência do aluno. Assim, os resultados apresentados a seguir foram obtidos pelo percentual de indicações dos assuntos e não pelo número de alunos participantes.

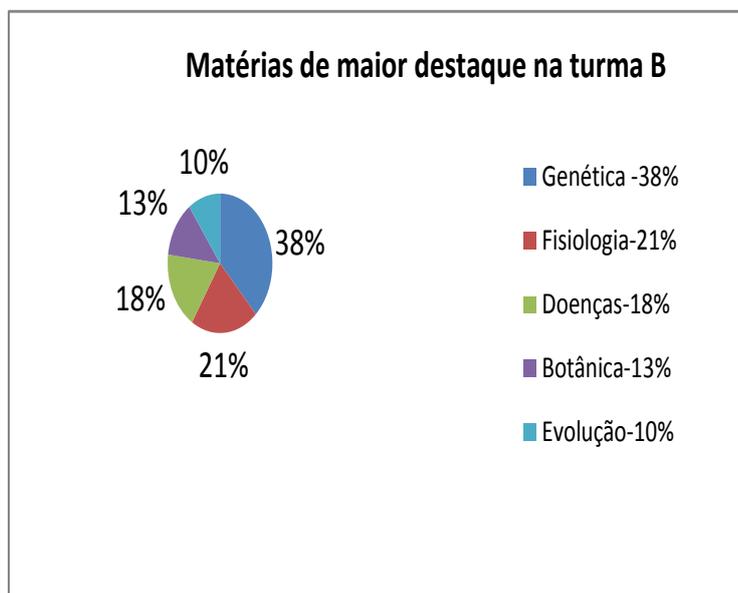
As matérias citadas pelos alunos foram indicadas de acordo com uma especificação dentro de cada área sendo então agrupadas nas divisões curriculares da Biologia nas áreas de maior generalização. Um dos exemplos desta organização de citações específicas em áreas da Biologia é que as citações referentes a divisão celular, mitose, meiose, membrana celular foram incluídos para a análise na área de Citologia. Outro exemplo são os sistemas respiratório, digestório, reprodutor, excretor, que foram incluídos em Fisiologia Humana. Essas áreas já não foram apresentadas prontas ao aluno no questionário uma vez que poderiam induzir a resposta por já conter no enunciado dados que poderiam estimulá-lo a indicar uma matéria.

As duas turmas apesar de serem bem diferentes quanto a gama de opções nas matérias citadas, apresentam a indicação da matéria de Genética como a de maior facilidade com cerca de 38% de indicações. Os resultados analisados separadamente indicam na sala A: Genética (38,8%), Citologia (14%), Zoologia (13%), Evolução (11%), Doenças (8,5%), Botânica (7,5%), Fisiologia humana (5,4%) e Ecologia (1,8%). Já a sala B Genética (38%), Fisiologia Humana (21%), Doenças (18%), Botânica (13%) e Evolução (10%) (Figura 4 e 5).

A Genética era a matéria que os alunos estavam aprendendo no momento da aplicação do questionário, a qual perfazia uma carga hora aula de 4 aulas de 45 minutos semanais ao longo de sete meses.



**Figura 4:** Assuntos de maior interesse pelos alunos da turma A



**Figura 5:** Assuntos de maior interesse pelos alunos da turma B

As principais matérias citadas em comum aos dois grupos (Genética, Evolução, Fisiologia Humana, Botânica e Doenças) apresentam justificativas com argumentos comuns aos alunos de ambas as turmas e foram por isso analisada em conjunto e incluem o caráter de serem disciplinas do cotidiano, de fácil aprendizado, fácil de lembrar, interessante, gostosa de aprender, facilita um raciocínio lógico.

**Tabela 2:** Matérias mais citadas pelos alunos pela facilidade em aprendizagem.

Matérias citadas	Turma A	Turma B	Matérias mais citadas	
Genética	38.8%	38%	<b>1º</b>	42% do total
Citologia	14%	—		
Zoologia	13%	—		
Evolução	11%	10%	<b>5º</b>	11% do total
Doenças	8,5%	18%	<b>2º</b>	15% do total
Botânica	7,5%	13%	<b>4º</b>	13 % do total
Fisiologia Humana	5,5%	21%	<b>3º</b>	14% do total
Ecologia	1,8%	—		

Observa-se que as justificativas citadas pela afinidade para com as matérias são dadas com características encontradas no processo de aprendizagem (raciocínio, lembrança, aprender) - Tabela 3. Isso porque na maioria das situações de sala de aula, o impulso cognitivo (desejo de conhecimento com um fim em si próprio) é mais importante na aprendizagem significativa do que na memorização (AUSUBEL *et al.*, 1980).

**Tabela 3:** Algumas justificativas respondidas pelos alunos para as matérias de maior interesse

**Justificativas pela citação das matérias**

Genética	“genética é fácil, é só cruzar e pronto.” “é bom aprender os tipos sanguíneos, e bem legal fazer o da nossa família.” “genética é a mais fácil, mais lógico por que depois que aprende a fazer o jogo da velha é tudo igual.” “é bom quando eu acerto o resultado, quero fazer outro mais difícil”
Botânica	“pra mim botânica é mais fácil por causa que tenho umas plantas em casa e é só pega pra ver que fica melhor” “achei fácil aprender as plantas medicinais, aprendi a fazer muitas coisas como elas, é bem útil.”

Quando analisamos a Botânica, particularmente, percebe-se que apesar de citada algumas vezes não é a matéria que mais desperta interesse aos alunos. Essa situação pode ser por fatores situacionais do tipo classificação das matérias acadêmicas, pois a matéria pode apresentar dificuldades em algumas de suas etapas de Ensino, referentes a fatores como fundamento lógico, sequência, ritmo e utilização de recursos didáticos. Na comparação apresentada (Tabela 3) são muito claros os fatores que devem ser priorizados com a elaboração do material institucional desta pesquisa, o que minimizaria as dificuldades reais da matéria.

Assim, aqui propomos um material instrucional contendo estratégias que superam os entraves da matéria de Botânica e que podem propiciar a aprendizagem significativa, permitindo que o aluno vivencie a ocorrência desta.

O resultado de uma aprendizagem satisfatória estimula a motivação intrínseca do aprendiz, visto que na aprendizagem significativa, o aprendizado por si só é sua própria recompensa sendo assim, esta metodologia tenta superar os entraves que permeiam o Ensino da Botânica.

***Você considera o estudo de Botânica importante para sua vida? Justifique.***

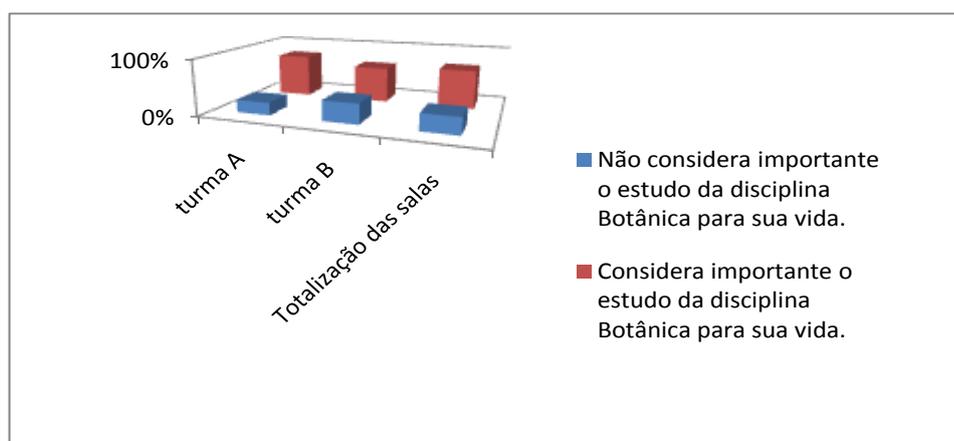
Objetivo da questão:

- Descobrir se os alunos conseguem reconhecer o conhecimento escolar em seu cotidiano

Resultados:

A turma A é composta por 31 alunos e destes, vinte e quatro (77,4%) acham importante para sua vida o estudo da Botânica e, 22,6% não valorizam o estudo desta matéria. Quando analisada a turma B, com 36 alunos, 63,8% deles, ou seja, 23 alunos acham importante o estudo da Botânica em suas vidas e 36,2% não.

Na totalização geral considerando as duas salas como um grupo único, 70% dos alunos valorizam o estudo da Botânica na escola e 30% que não julgam ser importante este estudo para sua vida nas diferentes aplicações (Figura 6).



**Figura 6:** Percepções dos alunos referente à importância do estudo da matéria Botânica para suas vidas.

A fim de investigar a hipótese de que os alunos valorizam o que conhecem, analisamos outra pergunta que questiona os alunos sobre o objeto de estudo da ciência Botânica. Entretanto os resultados não indicam correlação desta hipótese para todos os alunos, visto que 70% dos alunos valorizam a importância da Botânica, porém, apenas 61% deles conhecem os objetivos da matéria, isto é identificam os Grupos Vegetais como foco central de seu estudo.

Como explicar que 10% dos alunos que terminam o Ensino Médio opinam como importante a matéria de Botânica se não sabem o que ela estuda e seus objetivos?

Esses dados indicam alunos que expressam uma postura passiva e receptiva, os quais não podem ter como motivação o saber em si mesmo e a aplicação do mesmo em seu cotidiano. Provavelmente são movidos em busca de notas e certificados, e o mais agravante que obtiveram estes, uma vez que finalizam o Ensino Médio.

Mas que prática reflexiva pode ter estes cidadãos? O que esperar destes futuros profissionais? E onde está a educação para aprender conhecer, fazer, viver e ser.

Essas reflexões foram um impulso a este trabalho que se fortalece em suas pretensões de uma abordagem diferenciada do Ensino dos Grupos Vegetais, buscando diferenciar a importância e aplicação do saber e visando uma prática reflexiva de respeito e valorização do conhecimento curricular e da sua presença nos seres vivos.

***Sobre as suas aulas de Botânica, quais dos recursos citados abaixo, foram utilizados pelo professor, pelo menos uma vez, para o Ensino de Botânica? Mais de uma alternativa pode ser marcada.***

- ( ) *aulas práticas,*
- ( ) *livros didáticos,*
- ( ) *materiais diferenciados como jogos ou poesias,*
- ( ) *Algum material informatizado como CR-ROM, pesquisa na Internet,*
- ( ) *outros instrumentos de Ensino. EX: \_\_\_\_\_*

Objetivos da questão:

- Esta questão visa investigar as metodologias mais utilizadas pelos professores e avaliar se estas despertam o interesse dos aprendizes, além retirar destes dados sugestões de recursos de motivação para os alunos, com uma potencialidade facilitadora da Aprendizagem Significativa de Botânica.

Resultados:

O livro didático foi marcado por cinquenta e dois alunos (77,61%) como recurso único para o Ensino de Botânica, sendo que os 22,4% restantes também indicaram a utilização do livro didático, porém juntamente com a abordagem de outros tipos de materiais. Dos quinze alunos que indicaram outra metodologia, três indicam aulas práticas (4,5%), e doze a utilização de material informatizado (18%).

Assim, temos um reflexo do principal recurso que faz parte da metodologia do Ensino de Botânica, que foi indicada pelos alunos como sendo o livro texto.

o livro didático precisa ter seu papel redimensionado, diminuindo-se sua importância relativamente a outros instrumentos didáticos, como o caderno, seu par complementar, e outros materiais, de um amplo espectro que inclui textos paradidáticos, não-didáticos, jornais, revistas, redes informacionais, etc. A articulação de todos esses recursos, tendo em vista as metas projetadas para as circunstâncias concretas vivenciadas por seus alunos, é uma tarefa da qual o professor jamais poderá abdicar e sem a qual seu ofício perde muito de seu fascínio (MACHADO, 1996, p.31).

Apesar dos alunos indicarem essa variação das metodologias, com maior abundância para a utilização do livro, fica claro um resultado incoerente com o fato de apenas sete alunos terem tido professores diferentes pois foram os únicos a estudar em colégios diferentes. Ou seja, sessenta alunos sempre tiveram a mesma professora, porém indicam diferenças nas respostas para as metodologias utilizadas para o ensino de Botânica. Esse resultado pode ser o indicativo da dificuldade na interpretação dos alunos ao lerem a questão, ou ao fato das percepções diferentes de cada aluno para a forma de utilização dos recursos para o Ensino de Botânica.

***Com qual destes recursos você considera que sua motivação para a aprendizagem de Botânica seria melhor? Justifique:***

Objetivos da questão:

- Subsequentemente ao aluno indicar com quais estratégias está aprendendo, queríamos avaliar as suas aptidões quanto aos instrumentos pedagógicos. Como eles gostariam de aprender? Que recursos despertam maior motivação?

Resultados:

O livro didático, o material usado por 100% dos alunos participantes, foi citado por apenas quatro alunos (6%), e as aulas práticas despontaram com 83,5% das indicações (56 alunos), seguido da metodologia materiais informatizados (Figura 7). Todos eles justificam como critério a visualização, expressada por eles como:

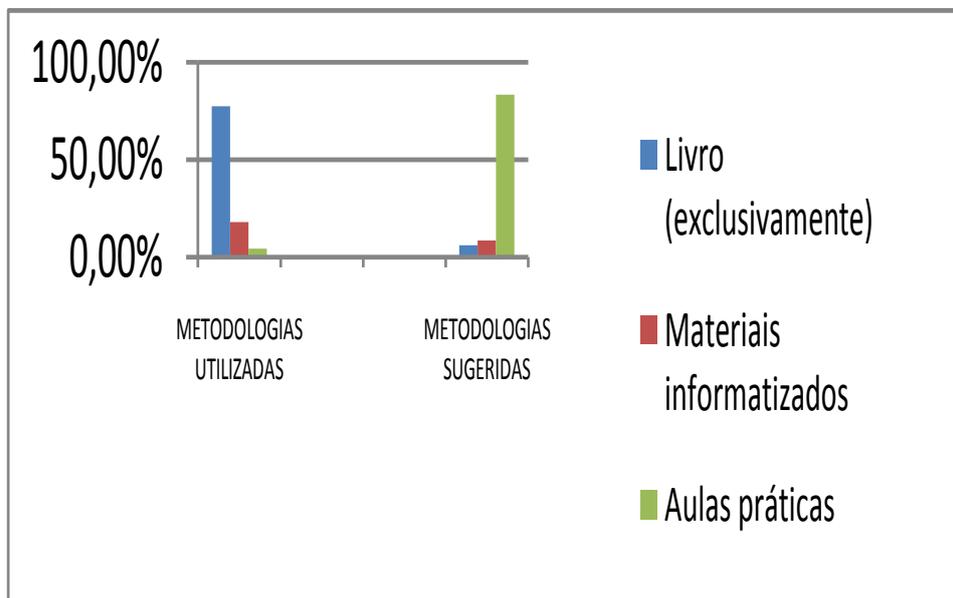
“...é melhor pra ver as coisas...”  
“...fica mais interessante quando a gente vê...”  
“...é mais diferente do que ficar lendo...”  
“...pelo menos a gente vê alguma coisa...”  
“...só na teoria ninguém aprende nada...”

Segundo Vasconcelos *et al.* (2002), a aula prática permite ao aluno desenvolver habilidades processuais ligadas ao processo científico, tais como capacidade de observação (todos os sentidos atuando visando à coleta de informações), inferência (a partir da posse das informações sobre o objeto ou evento, passa-se ao campo das suposições), medição (descrição através da manipulação física ou mental do objeto de estudo), comunicação (uso de palavras ou símbolos gráficos para descrever uma ação, um objeto, um fato, um fenômeno ou um evento), classificação (agrupar ou ordenar fatos ou eventos em categorias com base em propriedades ou critérios), predição (previsão do resultado de um evento diante de um padrão de evidências).

Trabalhos de Silva & Cavassan (2002), Silva (2004) e Silva & Cavassan (2006) também destacam a importância das aulas práticas como facilitadoras e promovedoras da aprendizagem de Botânica e destacam a ineficiência deste estudo em as aulas expositivas que utilizam apenas o livro texto.

O recurso de material informatizado foi indicado por treze alunos (8,7%) sendo que metade deles não expressou suas justificativas. Dos alunos que justificaram, o critério interessante e maior autonomia estava presente em todos:

“É legal ficar no computador pesquisando as novidades e olhando as imagens junto com os textos.”  
“...consigo entender melhor na sala de informática porque posso pesquisar as coisas que eu acho mais importantes.”  
“o professor deixa a gente a vontade para ler os textos e escrever as respostas.”  
“...eu posso ver as coisas com mais calma e voltar na reportagem quando não consigo responder as questões.”  
“...da pra ver e depois voltar se não entender direito...”



**Figura 7:** Metodologias mais utilizadas no Ensino de Botânica e as sugeridas pelos alunos.

Aqui propomos todas as propriedades de uma aula prática, porém, por intermédio de uma sequência de etapas que propiciem uma Aprendizagem Significativa a fim de despertar os alunos para as conexões que existem entre o que aprendem na escola e o que gera a dinâmica de todos os ecossistemas. A partir deste, queremos que o aluno desenvolva habilidades integradas assimilando conceitos e formulação de hipóteses, sempre priorizando o desenvolvimento de suas percepções como agente ativo do ambiente.

Assim, apresentamos nesta pesquisa um material didático presente na sociedade digital atual, que traz a visualização dos objetos de estudo, dinamização das aulas e motivação do aprendiz, além de uma integrada linguagem da era da informática, inserindo estratégias de assimilação hierárquica de conceitos progressivamente diferenciados, a visualização da ação humana na dinâmica dos ecossistemas e a formulação de hipóteses que expressem uma mudança comportamental do aprendiz. Além de ensiná-los queremos sensibilizá-los.

**B. Categoria de questões relacionadas a fatores cognitivos:**

A estrutura cognitiva dos alunos é definida por Ausubel *et al.* (1980) como o local sede onde ocorre a Aprendizagem Significativa. A eficácia da aprendizagem em sala de aula depende: do conhecimento prévio do aluno; do material que se pretende ensinar ser

potencialmente significativo para o aprendiz e; do indivíduo manifestar uma intenção de relacionar os novos conceitos com aquilo que ele conhece.

É na estrutura cognitiva que estão organizados os conhecimentos preexistentes dos alunos no qual o novo saber pode se ancorar. Assim, conhecer a estrutura cognitiva do aluno é indispensável para elaborarmos estratégias que propiciem uma Aprendizagem Significativa .

...se quiséssemos reduzir a psicologia educacional em um único princípio este seria: -- O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que sabe e baseie nisso seus ensinamentos...(AUSUBEL *et al.* 1980, p.137).

As duas primeiras questões de cunho cognitivo foram analisadas concomitantemente para facilitar a análise dos resultados e propiciar melhores propostas de solução para a problemática encontrada. São elas:

***A Biologia é dividida em subáreas. Cada subárea (Citologia, Ecologia, Zoologia, Botânica, etc) tem diferentes objetos de estudo. Qual é o objeto de estudo da Botânica?***

***Que conceitos ou termos você lembra de pertencerem ao vocabulário da matéria Botânica? Explique o significado de pelo menos um termo.***

Objetivos das questões:

- Descobrir se os alunos possuem o significado dos conceitos subsunçores (Botânica, Grupo Vegetais, raiz, caule e folhas) mais geral em sua estrutura cognitiva. Se não o possuem, elaborar organizador prévio e discutir uma possível falta de interesse nos conteúdos envolvendo Botânica pelo desconhecimento diante a matéria.

Resultados:

O termo Botânico é relevante e inclusivo aos demais conceitos botânicos, pois expressa a magnitude da matéria, e deve-se encontrar no topo da estrutura cognitiva deste aluno para que assim, possa funcionar como subsunçor aos demais conceitos. Caso esse conceito subsunçor não seja encontrado, assim como outros, é necessário elaborar um organizador prévio para propiciar estas idéias.

Na sala A, 74,2% dos participantes (23 alunos) sabem o que é Botânica. No grupo B o índice é discrepante, pois 50% (23 alunos) dos alunos dizem não conhecer o objetivo do estudo da matéria Botânica.

Assim, se considerarmos as suas salas como um único grupo (67 alunos) teremos apenas 68,7% dos alunos que finalizando seu Ensino Médio identificam o objeto de estudo desta matéria, e 31,3% dos alunos desta escola que indicam desconhecer os objetivos do estudo da Botânica.

Dentre os que desconhecem os objetivos da Botânica (31,3%), todos deixam de responder a segunda pergunta referente a terminações, palavras chaves que são abordados na matéria.

Assim, percebe-se que não saber o que a Botânica, como matéria científica, estuda é não reconhecer seu contexto lingüístico, suas representações orais e escritas como folha, caule, raiz, vegetais, fotossíntese, dentre outros.

Além disso, três alunos chamaram a atenção pelo equívoco em suas definições. Suas expressões seguem abaixo:

“Botânica estuda o butantan”--- turma B  
“É uma matéria da ecologia”--- turma A  
“estuda as borboletas”--- turma B

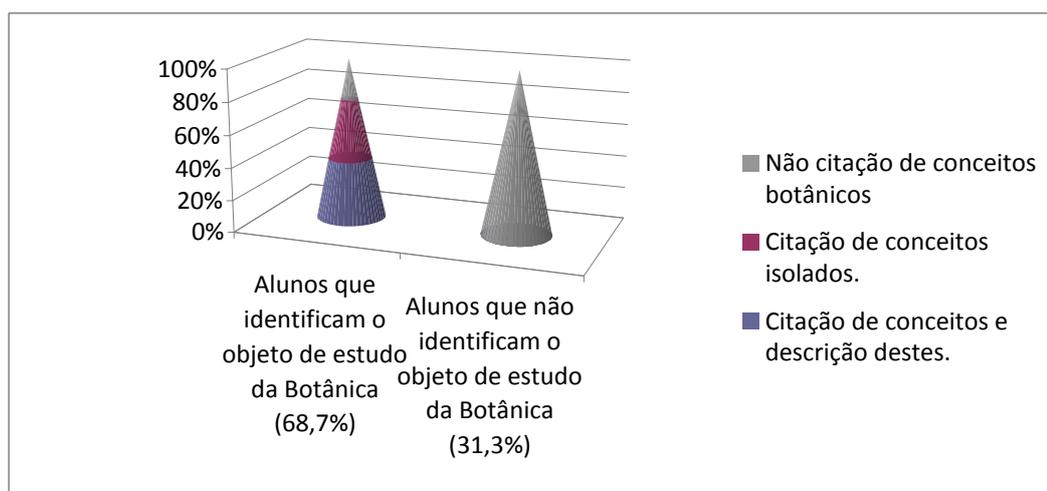
Essas respostas infundadas podem refletir um equívoco conceitual ou a postura displicente e/ou a ausência de compromisso dos alunos para com o questionário. De qualquer forma, é também um indício da inexistência de conceitos gerais da matéria.

O conceito, “Botânica”, parece ser insignificante não trazendo prejuízos ao processo de aprendizagem destes alunos, porém ele expressa dentro de si outros conceitos que se relacionam aos vegetais.

Dos quarenta e seis alunos que descreveram o estudo da matéria Botânica (68,7% do total), quatorze alunos (20,9%) não citam nenhum conceito ou terminologia utilizada pela matéria, sendo que o restante dos alunos (32 alunos - 79,1%) citam como terminologia conhecida os conceitos de caule, raiz, folhas, floresta, flor, fotossíntese, fruto e semente.

Alguns alunos citaram apenas um dos conceitos, outros alunos descrevem diferentes conceitos sendo por isso a presença de 59 exemplificações de conceitos botânicos para 32 alunos que respondem a questão de maneira completa.

Entretanto, dos 32 alunos que citaram os conceitos em suas questões, apenas metade - 16 alunos - conceituam algum deles, e os demais alunos apenas citaram como sendo um vocábulo por eles já reconhecido, contudo, sem definições do termo científico (Figura 8).



**Figura 8:** Distribuição dos alunos que identificam, citam e descrevem os objetivos de estudo da matéria Botânica e seus conceitos.

Os demais alunos (16 alunos dos 32 que citam conceitos) descreveram suas percepções sobre estes. Fica claro uma visão simplista dos termos, basicamente descritos como conceitos de senso comum e referente à aplicação direta destes termos no cotidiano dos aprendizes –Tabela 4-.

A percepção romantizada e superficial dos conceitos que os alunos descrevem, além do fato de que poucos participantes sejam capazes de descrever estes conceitos, determinou a necessidade de incluir neste material um texto - poesia- para que estes termos considerados para esta pesquisa subsunçores, sejam trabalhados de maneira mais científica em seus aspectos variados.

**Tabela 4:** Citações e descrições de conceitos botânicos.

Conceitos	Citações como conceito botânico	Conceitos descritos:	Descrições:
<b>Caule-tronco</b>	17 (28,8%)	X	“é o tronco da árvore”, “parte marrom e grossa da árvore” “estrutura onde ficam os galhos e folhas”
<b>folha</b>	14 (23,7%)	X	“local verde que produz alimento” “estrutura que realiza a fotossíntese”
<b>raiz</b>	12 (20,3%)	X	“fixa a planta no chão”

<b>flor</b>	5 (8,5%)	X	“parte colorida e cheirosa da planta”,
<b>fotossíntese</b>	4 (6,8%)	X	“produção do alimento” “processo que absorve a luz”
<b>floresta</b>	3 (5,1%)		
<b>fruto</b>	2 (3,4%)	X	“serve de alimento”,
<b>semente</b>	2 (3,4 %)		
<b>Total de Citações:</b>	59 -100%		

Aqui uma reflexão é vital: nem sempre que o aluno reconhece um conceito científico ele o aprendeu de maneira significativa, sendo que pode não ter reconhecimento do seu significado conceitual.

Segundo a teoria de David Ausubel, a ausência da ocorrência da Aprendizagem Significativa (A.S.) pode estar relacionada à inexistência de subsunçores na estrutura cognitiva do aprendiz e também da elaboração e aplicação de um material que sirva como organizador prévio. Outros motivos a serem investigados são a falta de predisposição do aluno para com o conteúdo a ser aprendido, ou uma consequência diante de estratégias pedagógicas que podem ter utilizado recursos que não estavam de acordo com o grau de maturidade do aluno e de sua e estrutura cognitiva, favorecendo a associação puramente mecânica e decorativa dos conceitos.

Essas análises refletiram um grupo de participantes heterogêneo, singular e particular quanto às estruturas cognitivas e níveis de conceitualização de cada aluno, não podendo deixar como certo a existência dos subsunçores necessários ao novo conhecimento proposto por esta pesquisa.

Podemos descrever o resultado, como consequência de uma visão fragmentada dos alunos que não conseguiram relacionar muitos dos conceitos já vivenciados ao longo da sua vida escolar com a matéria científica de origem. Assim, isso é um reflexo da estrutura cognitiva deles, colocando a aprendizagem destes conceitos já mencionados ao longo de sua vida escolar como produto de aprendizagem mecânica.

Com efeito, a hiperespecialização impede de ver o global (que ela fragmenta em parcelas) assim como o essencial (que ela dissolve). (...) [e] Ao mesmo tempo o recorte das disciplinas torna impossível compreender “o que é tecido junto”, ou seja, segundo o sentido original do termo, o complexo (MORIN, 2000 p. 42.).

Segundo Ausubel *et al.* (1980), a ausência de subsunçores e conseqüentemente de uma aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma relação a conceitos relevantes é denominada aprendizagem mecânica ou rote learning. A conseqüência é uma aprendizagem por curto tempo de conceitos que foram integrados a estrutura cognitiva de forma arbitrária e não substantiva.

Sem conceito o conceito geral e inclusivo de Botânica, assim como outras idéias subentendida neste, a assimilação das novas idéias propostas por essa pesquisa, também ocorreriam em uma área da estrutura cognitiva de forma não relacionada aos subsunçores, já que estes inexistem. Nesse caso, será mecânica. A aprendizagem mecânica é relevante para propiciar o surgimento de subsunçores, mas não é o foco desta pesquisa. Assim, o material a ser elaborado apresentará um organizador prévio para fornecer os subsunçores a eles e favorecer a integração do novo de forma não arbitrária e substantiva. Essa etapa propicia a formação de subsunçores cada vez mais elaborados e inclusivos.

De qualquer forma, esses dados indicam ser imprescindíveis a elaboração de um organizador prévio. Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios, como materiais introdutórios ao material a ser aprendido que atuam como subsunçores para ancorar a nova idéia e propiciar a formação de subsunçores para a aprendizagem subsequente.

Segundo Moreira (2000), os organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si mesmo, em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade, para servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que deveria saber para que esse material fosse potencialmente significativo ou, mais importante, para mostrar a relacionabilidade do novo conhecimento com o conhecimento prévio.

*Os Grupos Vegetais podem ser classificados em Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas através de uma série de critérios, entre eles suas semelhanças e diferenças anatômicas, reprodutivas, etc. Sobre estudo dos Grupos Vegetais responda:*

( ) *não lembro de ter estudado este assunto: Grupos Vegetais (Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas)*

( ) *Já estudei os Grupos Vegetais (Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas), mas não lembro das diferenças e semelhanças existentes entre eles.*

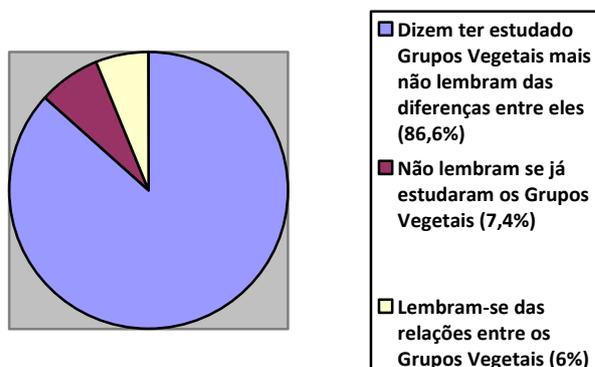
( ) *Já estudei os grupos vegetais (Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas) e me lembro de alguns critérios para a sua classificação.*

Objetivos da questão:

- Esta questão focou o tema central para o qual é proposta uma abordagem diferenciada de Ensino - Grupos Vegetais -. Ao avaliar se os alunos contêm informações relacionadas a este assunto podemos delinear a pesquisa, o nível de aprofundamento do assunto e o tipo de abordagem metodológica. Caso estes conceitos inexistam na estrutura cognitiva do aluno será necessário oferecê-lo de forma potencialmente significativa, propiciando condições para uma integração as idéias-âncoras relevantes e mais gerais. Em contrapartida se estiverem presentes, mas sem detalhamento em seu significado, é necessária uma abordagem visando atingir a reconciliação integrativa, propiciando a aprendizagem nas relações e ascendente e descendente existente entre os conceitos de uma organização bidirecional.

Resultados:

Do total de sessenta e sete alunos, cinquenta e oito (86,6%) disseram ter estudado o assunto Grupos Vegetais, mas não se lembrar das diferenças e relações existentes entre eles, quatro alunos (6%) disseram não lembrar se já tinham estudado o assunto e cinco alunos (7,4%) acreditam ter estudado e lembrar-se de relações e diferenças existentes entre os Grupos Vegetais (Figura 9)



**Figura 9:** Indicação dos aprendizes quanto ao seu reconhecimento referente aos Grupos Vegetais em seu cotidiano.

Esses alunos que estudaram os conceitos, mas não se lembram das relações e diferenças existentes entre eles representam os alunos que tiveram uma aprendizagem mecânica deste conteúdo, caracterizada pela diminuição da estabilidade inerente à idéia original, acarretando no esquecimento.

A aprendizagem mecânica é bastante estimulada no Ensino escolar (MOREIRA, 2000), e consiste na memorização de novas informações de maneira arbitrária, literal, não significativa, sendo útil nos resultados de aprovações nas avaliações, mas com pouca ou nenhuma retenção já que não requer compreensão e é suficiente diante as situações novas.

Para articular e organizar os conhecimentos e desse modo poder reconhecer e conhecer os problemas do mundo é necessário uma reforma de pensamento. Ora, esta reforma é paradigmática e não programática: é a questão fundamental para a educação visto dizer respeito à nossa aptidão para organizar o conhecimento (MORIN, 2000, p. 35).

Estes resultados nos direcionam para uma abordagem dos conceitos mais específicos dentro dos Grupos Vegetais através da progressão diferenciada e reconciliação integrativa e que propiciem uma Aprendizagem Significativa e uma maior retenção dos conceitos.

Ausubel defende a diferenciação progressiva como um recurso que otimiza a Aprendizagem Significativa e sustenta seu pensamento sugerindo que os conteúdos curriculares estão organizados hierarquicamente na mente do aluno, cujas idéias inclusiva e menos diferenciadas encontram no topo seguida de conceitos e proposições cada vez mais diferenciados e específicos.

Dessa forma, de acordo com Moreira & Masini, 2006, é muito mais fácil ao aluno captar aspectos diferenciados dos conteúdos mais inclusivos e previamente aprendidos e a partir daí tecer relações cada vez mais específicas do que chegar ao todo dos conceitos a partir de suas partes diferenciadas. Esse pensamento orientará a elaboração do material para o Ensino dos mesmos conceitos pelos quais foi revelado desconhecimento por parte dos alunos.

***Você identifica exemplos de vegetais, dentro de cada grupo (Briófita, Pteridófita, Gimnosperma e Angiosperma) que podem ser observados no seu cotidiano? Exemplifique:***

***( ) não identifico nenhum dos grupos citados em meu dia-dia***

***( ) reconheço apenas alguns grupos.***

***Se você reconhece dê exemplos: \_\_\_\_\_***

***( ) sim, reconheço os exemplos de cada grupo que estão presentes no meu cotidiano. Se você reconhece dê exemplos: \_\_\_\_\_***

***OBS: somente responda esta questão os alunos que já tiveram no 2º ano o conteúdo Grupos Vegetais.***

Objetivos da questão:

- O intuito desta questão foi saber se o aluno identifica exemplos dos grupos vegetais, e reconhece a importância destes em suas vidas, além de avaliar se a aprendizagem quanto aos grupos foi significativa através da sondagem da presença dos conceitos Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas na estrutura cognitiva destes alunos e a partir daí elaborar estratégia de Ensino em um determinado nível de aprofundamento.

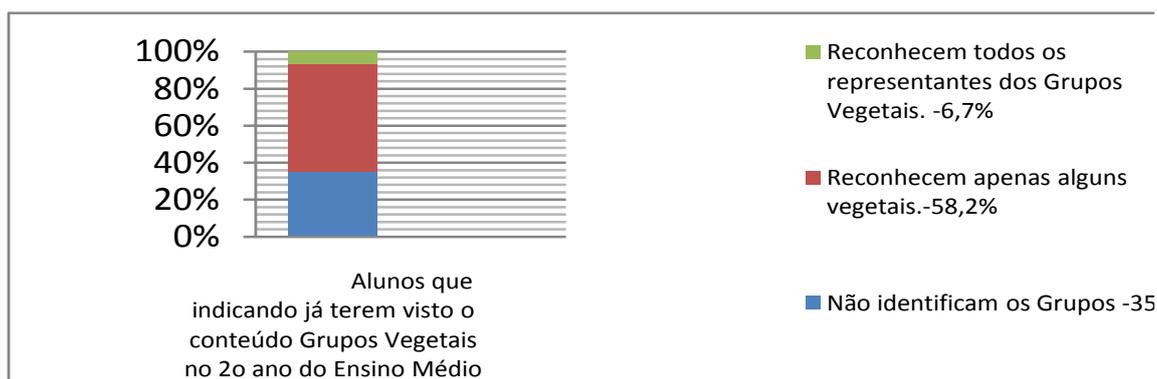
**Resultado:**

Dos participantes, todos responderam a questão, indicando já terem visto o conteúdo Grupos Vegetais no 2º ano do Ensino Médio.

Entretanto apenas 6,7% descrevem reconhecimento dos Grupos Vegetais estudados na escola, porém nenhum deles cita exemplos em suas justificativas, resultando dúvidas quanto aos diagnósticos vegetais, pois deixa de ser possível a análise de quão certo são suas identificações.

A grande maioria dos participantes (58,2%) descreve reconhecer alguns exemplos, porém também não indicam seus exemplos de forma correlacionada aos grupos apresentados no enunciado. Assim, suas respostas também não apresentam nítida relação cotidiana com os vegetais, sendo que algumas respostas são deixadas em branco quanto à relação dos grupos de origem, e os demais participantes apenas citam vegetais de maneira não relacionada à sua classificação como exemplo: maçã, cenoura, tomate.

Observamos que apesar de ambos os grupos acima terem indicado grupos de repostas diferentes, ambos se julgam reconhecedores de Grupos Vegetais, não indicam esta descrição correlata, podendo surgir um único agrupamento dos que não reconhecem os Grupos Vegetais, perfazendo 64,9% dos alunos - Figura 10-.



**Figura 10:** Indicação dos aprendizes quanto ao seu reconhecimento referente aos Grupos Vegetais em seu cotidiano.

A discussão destes resultados teve como critério o fato de que estes alunos já estudaram este assunto, e apesar de na maioria das vezes perceberem os vegetais que vivenciam, não são capazes de um pensamento substantivo e não arbitrário do seu conhecimento.

Assim, os aprendizes não abordam um nível de compreensão esclarecedora e indicativa de seus significados referentes aos exemplos práticos. Esses resultados indicam a ocorrência de uma aprendizagem mecânica ou repetitiva da Botânica.

Segundo Ausubel *et al.*(1980) na aprendizagem mecânica ou repetitiva as associações que constituem o processo de aprendizagem são arbitrárias, sem relação substancial não acarretando em significado lógico do novo. Isso ocorre por meio de estratégias de ensino repetitivas como listas, pares associados, leituras não interpretativa, as quais são apresentadas sem relação com experiências, fatos ou objetos presentes na estrutura de conhecimento do aprendiz e por isso não se integram a mesma.

Assim, estas questões são indícios da falta de conhecimento por parte dos alunos, da desmotivação de outros e perda da capacidade de reflexão de outros que se tornam cidadãos não reflexivos. Fatores que devem se trabalhados no material a ser elaborado.

Se o aluno não identifica o produto do seu ensino se sente desmotivado a insistir em busca deste saber e se aprofundar nas proposições existentes entre estas idéias. Sem a percepção do conteúdo aprendido, não há questionamento sobre ele, indagações sobre suas relações e os conceitos tornam-se de isolados como náufragos em uma imensidão de informação oferecida nesta era digital e apesar de poderem ser assimilado a curto prazo desaparecem ao longo do *continuum* do Ensino.

A motivação, embora não indispensável ao aprendizado de curto prazo, é absolutamente necessária para o tipo de aprendizagem continuada envolvida na

tarefa de dominar o tema de uma determinada disciplina (AUSUBEL *et al*, 1980, p. 331).

C. Categoria de questões relacionadas a **fatores atitudinais:**

Ecossistema é a unidade biológica no qual fatores bióticos e abióticos interagem permitindo um fluxo de energia e uma reciclagem da matéria. Os fatores bióticos presentes são conhecidos como biocenose e incluem todos os seres vivos que constituem as relações de manutenção e integração da teia biológica aí vivente.

O ser humano é também um elemento constituinte do ecossistema e como participante de suas organizações e integrações podem atuar como interferência externa de modo natural ou danosa a dinâmica da teia biológica que lá existe.

As questões apresentadas abaixo perfazem um aspecto do questionário que sondava as percepções dos alunos participantes quanto a sua influência na dinâmica dos ecossistemas, desde conhecimento sobre os impactos ambientais de seu contexto a sugestões de soluções.

***Em sua opinião, quais seriam os objetivos da Educação Ambiental?***

Objetivos da questão:

- Essa questão buscou analisar se os alunos conhecem os princípios da EA.

A prática da EA envolve a participação de diretores, professores, pais de alunos e outras instituições, visando educar crianças e jovens propiciando a eles um desenvolvimento humano, cultural, científico e tecnológico (CARVALHO, 2008).

Resultados:

Dos 67 alunos participantes, 17 não responderam (25,3%), sendo 8 da sala A e 9 da sala B, indicando um grau de desconhecimento proporcionalmente igual em ambas as salas.

Dos 50 alunos que responderam (74,4%), obtivemos respostas de cunho ambiental voltado à natureza, porém distante da realidade dos participantes e descritas formalmente como discursos premoldados e com pouca ou nenhuma expressão pessoal. Muitos dos princípios por eles citados são importantes, mas podem não representar seu real conhecimento uma vez que são termos banalizados na mídia atual, representando uma visão estereotipada da EA, como:

“Objetivo é preservação.”

“Preservar a natureza.”

“Não destruir o meio ambiente.”

“Aumentar a consciência das pessoas.”

“Valorizar os seres vivos.”

Dos 50 alunos que responderam a questão, encontramos respostas variadas quanto à escrita, sendo que algumas continham exemplos de situações, outras apenas palavras isoladas sem explicações e algumas que mesclavam diferentes valores ou conceitos voltados para a preservação e conscientização. Assim, organizamos os dados encontrados segundo temas definidos de acordo com a leitura das questões. (Tabela 5).

Quando a resposta dos alunos continha mais de uma categoria de análise elas foram consideradas como valendo mais de uma resposta e acrescentada às porcentagens de ambas as categorias. Assim, foram obtidas 55 respostas distribuídas em quatro categorias.

**Tabela 5:** Resultado da questão referente aos objetivos da Educação Ambiental e as justificativa dos alunos.

<b>Objetivos da EA</b>	<b>Porcentagem</b>	<b>Exemplos de citações</b>
1. Preservação/conservação	24 (43,6%)	“Preservar as florestas”, “preservar os animais em extinção” “melhorar a preservação dos animais silvestres” “...não desmatar as matas” “pra não ter mais queimadas na seca” “evitar que as pessoas coloquem fogo nas matas” “fazer leis de proteção para o meio ambiente”
2. Conscientização da população para alguma mudança atitudinal	17(31%)	“conscientizar as pessoas que tem que preservar a natureza” “melhorar a consciência da população para importância do ambiente” “conscientizar os alunos que a água do mundo está acabando” “mostrar para todos que não se deve jogar lixo nas ruas”
3. Punição	5 (9%)	“criar leis mais severas pra prender as pessoas que caçam e pescam fora da época”
4. Informação-estudo	5 (9,1%)	“permitir que a população conheça o meio ambiente”

		“objetivo de estudar os seres vivos” “fazer os alunos conhecerem a natureza” “estuda os vegetais e os animais” “estudar a diversidade das espécies”
5. Economia	4 (7,3%)	“trabalhar com reciclagem de papel na escola” “ensinar a economizar água e energia”
TOTAL	55-100%	

Um fato que chama a atenção na escrita dos alunos é a forma como o meio ambiente é colocado como algo distante dos próprios aprendizes e que os objetivos da EA estariam desvinculado a necessidade de reflexões e mudanças nas práticas diária de todos os participantes da sociedade, independente de caráter naturalista, ecológico e ambiental.

Essas respostas refletem uma visão propagada dentro da sociedade que pode ser definida como naturalista-conservacionista (CARVALHO, 2008) e que reduz o meio ambiente a apenas uma de suas dimensões, a natureza in lócus, e despreza a riqueza da permanente interação entre a natureza e a cultura humana.

Essa visão disseminada pela mídia atual não é maléfica, mas incompleta e fragmentada. Assim, diante desse reflexo ambientalista dos alunos, o material proposto foca uma abordagem diferenciada do ecossistema que propicie a aprendizagem da problemática ambiental do cotidiano dos aprendizes, através de uma visão complexa do ambiente, com a participação benéfica ou não do homem. Uma abordagem que em que a natureza esteja presente na rede de relações não apenas ambientais, mas sociais e culturais que envolvem a presença do homem nesta teia da vida aproximando os aprendizes destes objetivos por eles descritos para EA.

Propomos a elaboração de vídeos que descrevam em forma de cascata de eventos as ações e conseqüências diretas e indiretas das ações antrópicas no equilíbrio dos ecossistemas permitindo reconhecer que toda ação acarreta em uma reação tanto no contexto ambiental como no social, sendo impossível se esquivar das conseqüências destas. Assim, é possível refletir sobre o grau de impacto que algumas ações podem causar e buscar formas de sobrevivência que tendem a ser sustentáveis com as riquezas dos ecossistemas.

*Indique alguma atividade que pode ser realizada em sua escola para trabalhar Educação Ambiental (EA):*

Objetivos da questão:

- Conhecer as percepções dos alunos quanto a que metodologias envolvem a prática de EA. Assim, pudemos diagnosticar o nível de compreensão dos alunos sobre EA, além de refletir a predisposição deles para diante de algumas metodologias.

Resultados:

As metodologias foram propostas por 47 alunos (70,1%) e 20 alunos (29,9%) não responderam a questão. Destes 20 alunos que não responderam, 17 também tinham deixado em branco as questões referentes aos objetivos da EA. Essa correlação de dados demonstra total desconhecimento na área de EA por parte de 25,8% dos participantes, ou seja, dos 17 alunos.

As diferentes metodologias descritas pelos alunos perfazem 70 citações, sendo que alguns alunos destacam mais de uma metodologia e que estas se repedem entre os diferentes aprendizes, e foram classificadas em sete categorias (Tabela 6).

Uma miríade muito rica de práticas ambientais voltadas a atitudes que são discutidas permanentemente na sociedade. O que não se pode determinar é se estes alunos que indicam práticas eficazes as colocam em prática, uma vez que apenas a consciência da necessidade das ações não é suficiente para mudança de postura, mas é necessário que os alunos se reconheçam sujeitos ativos e potencializadores das mudanças e se sensibilizem das conseqüências de seus atos em todos os ambientes que coexistem. É neste foco de sensibilização e percepções do próprio poder modificação do ambiente que a seqüência proposta pelo material é delineada.

Outra observação relevante é que os alunos não citam como metodologias viáveis para ocorrência da EA aulas teóricas presenciais em sala de aula e nem estratégias de materiais instrucionais relacionados à multimídia. Assim, percebe-se a relação EA a uma prática diferente e não à forma diferenciada de abordagem dos assuntos respeitando as relações homem-ambiente.

**Tabela 6:** Metodologias sugeridas pelos alunos.

Metodologias sugeridas	Número de citações	de Número de alunos (%)
1. Coleta seletiva de lixo	18	25,7%
2. Não sabem ou não responderam	17	24,3%
3. Reciclagem de material	10	14,3%
4. Plantio: mudas, horta, reflorestamento	9	12,8 %
5. Aulas práticas	7	10%
6. Palestras e cursos	6	8,6%
7. Trabalhos, feiras de ciências, apresentações	3	4,3%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

O conhecimento que cada aluno possui sobre um determinado assunto depende profundamente de seu ambiente social e cultural de vivência, dos grupos com os quais nos relacionamos e de como cada aluno expressa sua emoção (MORAN *et al.*, 2007). Assim, sabe-se que as metodologias indicadas acima (Tabela 6), contêm interpretações dos aprendizes impregnadas de valores subjetivos resultantes de suas vivências e experiências cotidianas, e de situações vivenciadas em seus grupos sociais (escola, família e contato com a mídia).

Essa premissa justifica a necessidade da utilização dos resultados do questionário com subsunçores para a elaboração do material instrucional exposto na próxima fase desta pesquisa.

***Você conhece problemas ambientais da sua região que foram causados por ações humanas contra a flora do seu estado? Cite uma destas ações e proponha soluções para a mesma.***

Objetivo da questão:

- Reconhecer as percepções dos alunos referentes aos impactos ambientais e sondagem para escolha dos principais impactos da região que eles vivenciam para a abordagem das causas, conseqüências e soluções dos mesmos.

Resultados:

Dos alunos participantes, 36% (24 alunos) dizem não conhecer nenhuma ação antrópica que se relacione aos Grupos Vegetais, sendo que 64% (43 alunos) dizem conhecer. Ao total tivemos 55 citações de práticas antrópicas prejudiciais aos Vegetais, uma vez que alguns alunos indicaram mais de uma resposta (Tabela 7).

**Tabela 7:** Práticas e soluções para degradação vegetal.

<b>Práticas</b>	<b>Porcentagem</b>
<b>Desmatamento</b>	43,6% (24 citações)
<b>Queimadas</b>	40% (22 citações)
<b>Lixo</b>	16,4% (9 citações)

Deste percentual apresentado acima apenas 50% destacam soluções para os mesmos sendo que estas são colocadas de maneira punitiva aos realizadores da ação e nenhuma medida preventiva é citada. Estas soluções são repetidas pelos diferentes alunos nas diferentes formas de degradação e são: aumentar as leis, melhorar a punição, projetos de reflorestamento, não jogar lixo em locais público.

A análise desta questão possibilitou a escolha de dois vídeos que simulam as situações mais vivenciadas pelos alunos, segundo suas respostas: queimadas e desmatamentos.

Este material é apresentado em uma das fases propostas no CD-ROM para a aprendizagem de Botânica e tem caráter sensibilizador para as relações bióticas e abióticas que nutrem o ecossistema.

Espera-se que a estratégia multimídia possibilite a compreensão dos alunos do papel da espécie humana como elemento influenciador da dinâmica ambiental e que também sofre com a imprudência de ação e práticas não reflexivas que acarretam em desequilíbrio global, independente da proximidade ou distância com o local afetado.

E por que motivo a escolha do mesmo tema indicado pelos alunos? O conhecimento que cada aluno possui sobre um determinado assunto depende profundamente se seu ambiente social e cultural de vivência, dos grupos com os quais nos relacionamos e de como cada aluno expressa sua emoção (MORAN *et al.*, 2007). Sendo assim, obtivemos por meio do questionário as interpretações de Botânica dos alunos, sendo estas impregnadas por aspectos de suas vivências e experiências cotidianas, veiculados, principalmente, pela escola, pela

família e pela mídia que devem ser exploradas para permitir a ocorrência de uma Aprendizagem Significativa .

### **4.3. ELABORAÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL**

#### **4.3.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Sociedade e escola não podem ser dissociadas e ambas vêm sofrendo a influência do desenvolvimento científico e tecnológico atual. Logo o uso de tecnologias de informação e comunicação no Ensino de Ciências e Biologia exige a elaboração de ambientes que auxiliem o aluno a lidar com a gama de informações que recebe, selecionando-as, hierarquizando-as e manifestando-se criticamente perante ela.

O material instrucional proposto foi um CD-ROM composto de uma série de momentos educativos.

As etapas foram definidas segundo o princípio da organização sequencial (Ausubel *et al.*, 1980), que organiza os tópicos, ou unidades de estudo, de maneira coerente com os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Essa proposta de material necessita de orientação docente para o sucesso da utilização do CD-ROM, seja pelo fato de existir uma lacuna na formação de muitos docentes quanto a conceitos científicos relacionados à flora e fauna brasileira, seja pelo fato de muitos professores apresentarem deficiência nas suas percepções sobre meio ambiente, natureza, EA (BEZERRA & GONÇALVES, 2007; OLIVEIRA, 2003).

A prática docente consciente, reflexiva e auxiliada pela utilização de materiais de Ensino, atualizados e qualificados, podem contribuir para a formação de cidadãos críticos, aptos a construir conhecimento por meio de mudança de valores e de uma postura ética diante das questões ambientais.

O CD-ROM conta com recursos de hipertextos, constituído por links que possibilitam diferentes momentos de aprendizagem e variadas formas de exploração pelo aprendiz. O aluno desempenha papel ativo na aprendizagem e constrói seu conhecimento através da interação com os diversos recursos que compõe o material que incluem poesia, imagens, vídeos, jogos tornando-se autor de seus caminhos na aprendizagem, tendo possibilidade de retroceder e adiantar-se em cada um dos momentos propostos pelo CD-ROM de acordo com a necessidade individual.

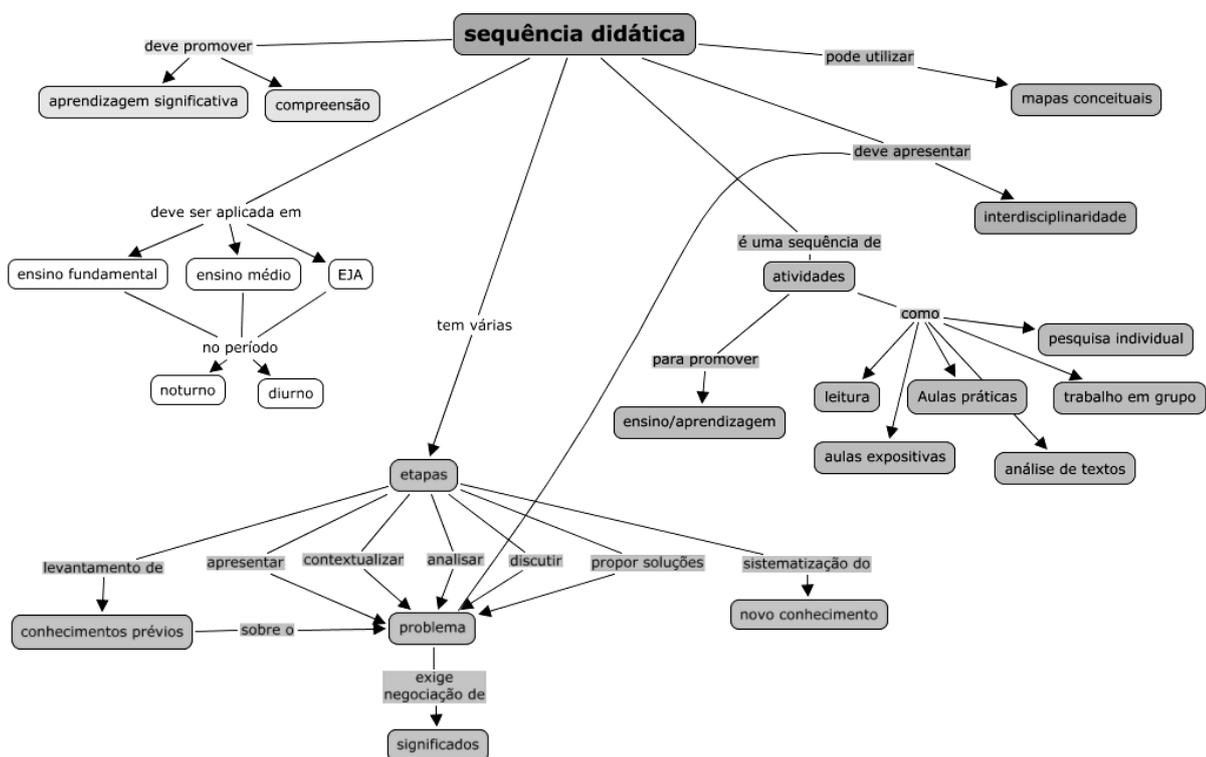
Criar e desenvolver atividades educacionais interativas representa criar mensagens para um novo paradigma de aprendizagem, no qual o aluno ao invés de ouvir e assimilar interage ativamente com a tecnologia (termo aqui usado para hardware e software). O design instrucional pode propiciar um "framework" para visualização de idéias, imagens e outros recursos que podem ser colocados numa interface útil e amigável para o usuário, para realizar sua aprendizagem da forma que melhor lhe aprouver (ROMSZOWSKI, 2010, p.5).

Apenas a utilização do CD-ROM pelo aluno, sem a orientação docente, não é a forma mais eficaz de aproveitamento do material, uma vez que o conjunto objetivado (aprendizagem cognitiva, e sensibilização dos alunos quanto às questões da alfabetização ecológica) depende do potencial educativo deste CD-ROM garantido pela orientação do professor.

Dessa forma, a proposta de ensino aqui discutida não se define apenas na elaboração de um CD-ROM, mas a utilização correta de suas etapas de aprendizagem: poesia, mapa conceitual, cladograma evolutivo, relacionando os exemplos vegetais, vídeos de simulação de impactos antrópicos.

A seqüência didática é um conjunto de aulas planejadas para ensinar um determinado conteúdo sem ter um produto final. Sua duração varia de dias a semanas e você pode elaborar várias seqüências ao longo do ano, de acordo com o planejado ou com a necessidade dos alunos detectada pelo caminho. É possível, inclusive, aplicar essa modalidade ao mesmo tempo em disciplinas diferentes. O princípio da seqüência didática é dar ao aluno desafios cada vez maiores para que ele se desenvolva (SCARPA R. Nova e, edição 188 - dez/2005).

Abaixo segue um mapa conceitual que tenta expressar as propriedades de elaboração e aplicação de uma seqüência didática:



Acesso no site [www.toledo.pr.gov.br:8080/./posts/list/83.page](http://www.toledo.pr.gov.br:8080/./posts/list/83.page) em 06/10/08.

A escolha do material teve como critério envolver recursos de multimídia que despertem a predisposição do aluno e possibilitem a utilização em conjunto de diferentes estratégias como texto, mapa conceitual, animações virtuais e questões avaliativas.

#### 4.3.2. ELABORAÇÃO DO CD-ROM INTERATIVO: ATIVIDADES PROPOSTAS

A página inicial do material (Figura 11) apresenta recursos de animação atrativos a alunos de todas as faixas etárias e apresenta links das diferentes etapas elaboradas para a aprendizagem dos alunos. Essa apresentação mostra cada fase que o aluno encontrará, assim, quando o aprendiz sobrepõe o cursor sobre os links é apresentado a ele em um quadro de resumo o que encontrará do link respectivo.



**Figura 11:** Página inicial do CD-ROM.

As etapas apresentadas na página inicial são divididas de acordo com seus objetivos e estratégias de ensino.

### **A. ORGANIZADOR PRÉVIO**

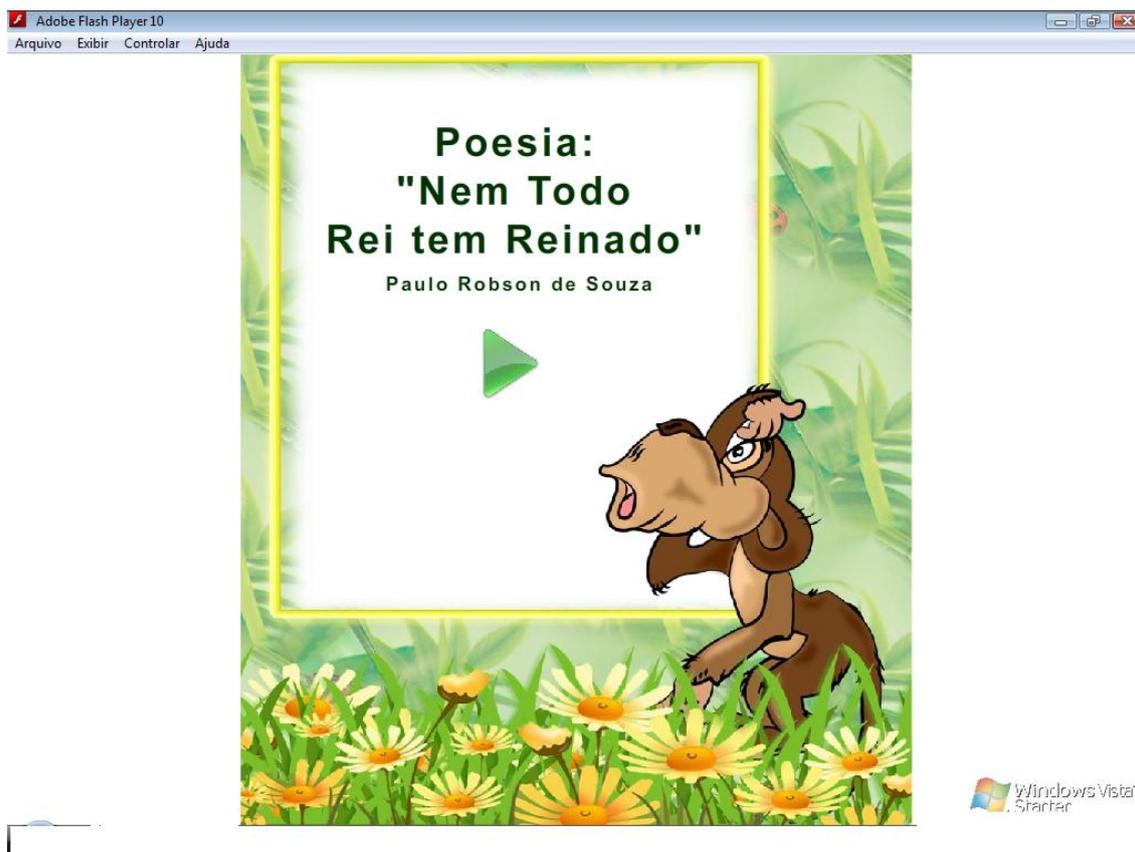
A análise do questionário determinou uma formação heterogênea do grupo, dentre os quais muitos participantes são desprovidos de conceitos e proposições primordiais dentro do Ensino de Botânica. Para isso foi discutida a elaboração e aplicação de um material atuando como organizador prévio que homogeneizasse o grupo inserindo conceitos que muitos desconheciam.

Ausubel (1968) distingue duas espécies de organizadores prévios: expositivo, usado quando o conteúdo é inteiramente desconhecido pelo aluno; comparativo usado quando o conjunto de informações a ser transmitido não é completamente novo. No caso da poesia estamos trabalhando com um organizador prévio comparativo, uma vez que muitos dos participantes mesmo não tendo condições de definir os conceitos botânicos, já expuseram através do questionário, capacidade de reconhecer e citar os mesmos.

Em primeiro lugar, proporcionam um suporte ideativo prévio; em segundo lugar, garantem ao aluno uma visão geral de todas as semelhanças e diferenças entre as idéias antes que o aluno se encontre com os novos conceitos, numa forma mais

detalhada e particularizada. E, finalmente, criam uma disposição no aluno para perceber semelhanças e diferenças, encorajando-o ativamente a fazer suas próprias diferenciações, em termos de suas particulares fontes de confusão (AUSUBEL, 1968, p. 144).

A poesia selecionada é a “Nem todo rei tem reinado” (Figura 12) do livro de poesia “Síntese de Poesia”, pertencente à coleção “Valorizando a Biodiversidade no Ensino de Botânica” do autor Paulo Robson de Souza (2006) e está indicada no Anexo 3.



**Figura 12:** Página de introdução da poesia “Nem todo rei tem reinado”.

A determinação na utilização de um texto informativo poético ocorreu posteriormente à análise das questões do questionário que indicaram a ausência de conceitos gerais relacionados à Botânica na estrutura cognitiva dos alunos, além do desconhecimento de relações existente entre os conteúdos botânicos e o reconhecimento dos Grupos Vegetais por parte de alguns participantes.

Inicialmente cada aluno leu individualmente a poesia e em seguida foi feita uma leitura coletiva, em que cada aluno lia uma estrofe da poesia. Nesse momento houve a intervenção do professor para melhor esclarecimento das dúvidas dos aprendizes.

Esta poesia foi cuidadosamente escolhida por referir-se de um ambiente cuja biodiversidade é muito peculiar ao expressar as condições ambientais do cerrado e, assim, descrever condições e elementos presenciados no cotidiano dos aprendizes sul-mato-grossense.

A poesia é apresentada em uma página com ilustrações que referenciam um ambiente natural nativo, estimulando o aluno a ter interesse em conhecer o texto e propiciando condições visuais que favoreçam ao aprendiz sentir-se pertencente ao ambiente descrito no texto. Ao identificar-se como pertencente da dinâmica de ecossistema, a qual está aprendendo, o aprendiz pode vir a ter um maior interesse, pois perceberá que os assuntos abordados terão importância prática no seu dia-dia.

O texto é rico em conceitos e discursos que ilustram as diferentes relações ecológicas que são apresentadas aos alunos do Ensino Médio na matéria de Biologia. Este texto tende a abordar em profundidades variadas os seis temas sugeridos pelo PCN (2001): interação entre seres vivos, qualidade de vida das populações humanas, identidade dos seres vivos, diversidade da vida, transmissão da vida e manipulação gênica, origem e evolução da vida para serem trabalhados ao longo do Ensino Médio.

A poesia segue os objetivos do PCN (2001) e assim não objetiva reinventar os campos conceituais da Biologia, mas enfatizar aqueles essenciais às necessidades, anseios e expectativas dos alunos que finalizam o Ensino Médio. Ela descreve detalhadamente a morfologia e funcionamento dos vegetais e seu ambiente destacando conceitos primordiais inicialmente colocados nesta pesquisa como subsunçores necessários a nova aprendizagem proposta como raiz, caule, folhas, fotossíntese.

O texto atua como um organizador prévio para a aprendizagem proposta, pois tenta suprir a deficiência conceitual do aluno, oferecendo elementos que serviram para superar o déficit entre o que eles já sabiam sobre os vegetais e suas interações e o que pretendemos ensinar. Além disso, é utilizada como uma metodologia para abordagem de EA descrevendo as relações existentes na teia ambiental relacionada aos vegetais e todos os demais seres vivos que a eles se conectam.

A utilização de um texto com essas características da linguagem científica é coerente como facilitador da aprendizagem descrita por David Ausubel: aprendizagem verbal significativa receptiva. O referencial teórico destaca a importância da linguagem como facilitador da AS, pois a manipulação de conceitos e proposições é otimizada pela

propriedade representacional das palavras, pelos signos linguísticos, tornando claro, preciso e transferíveis os significados destes (AUSUBEL, 1982).

Dessa forma, o texto da poesia desempenha funções múltiplas atuando como organizador prévio, texto informativo para discussão das relações dinâmicas existente nos ecossistemas e como um recurso lúdico alternativo ao livro texto e possível despertador do interesse dos alunos para com o assunto Grupos Vegetais.

Esta etapa necessita de uma orientação docente voltada a exaltar as diversas relações bióticas e peculiaridades dos participantes que propiciem relações interdependentes entre todos estes componentes.

A poesia atua como primeiro contato dos aprendizes com a linguagem botânica que o CD-ROM propõe aos alunos e, favorecendo a superação inicial de alguns impecilhos diagnosticados pelo questionário.

O texto poético traz também um caráter estético referente à vegetação e as relações ecológicas que a constituem. Este caráter estético tende a cativar as preferências dos docentes e discentes influenciando positivamente no processo de Ensino.

Não se pode confundir o Ensino sobre o belo e sobre o sublime, sentimentos relacionados ao objeto estético natural, com assumir posturas piegas ou ingênuas na abordagem dos conceitos ecológicos, porque as reflexões sobre o estético não são menores, periféricas ou excludentes dos conteúdos científicos. De maneira inversa, elas deveriam ser centrais e consideradas com seriedade em qualquer contexto educativo, sobretudo na abordagem dos fenômenos que envolvem a vida. Delas dependerão, como vimos, o cultivo de hábitos de sentimento que irão nutrir o ideal estético a ser perseguido. Por fim, esse ideal irá nortear nossos pensamentos e nossa conduta sobre os ambientes naturais da maneira ética tão alardeada e pouco efetivada, ... ética não é assunto a ser discutido, é, antes, a concretização racional de nossos sentimentos, nos caminhos que trilhamos na busca de nossos ideais... Em termos de ambientes naturais, a formação de valores estéticos relaciona-se ao universal e à liberdade porque a experiência estética que a proporciona implica uma ausência de finalidade, na elevação das faculdades humanas e na suspensão, ainda que momentânea, de todas as perspectivas individuais. Além disso, os valores estéticos podem significar novas perspectivas para a conservação do que restou dos ambientes naturais, por envolverem reflexões sobre nossa conduta e nossas escolhas na vida prática (SENICIATO *et al.*, 2009, p.187-188).

## **B. ANÁLISE DE IMAGENS E MAPA CONCEITUAL**

Este momento do material é determinante para a caracterização de um material instrucional de aprendizagem segundo a teoria ausubeliana. Aqui foram apresentados, por

meio de um mapa conceitual, os conceitos elencados no início da pesquisa como conceitos novos propostos para uma Aprendizagem Significativa de Botânica.

Mapas conceituais são diagramas que indicam relações entre conceitos e procura refletir a estrutura conceitual de certo conhecimento.

Os mapas conceituais foram propostos inicialmente por Novak (NOVAK & GOWIN, 1999) como uma maneira de organizar hierarquicamente os conceitos e proposições que representassem a estrutura cognitiva de estudantes e que poderiam ser apreendidas das entrevistas clínicas com crianças que faziam parte de um projeto educacional que ele dirigia.

Seu uso através do recurso de hipertexto permite que o aprendiz construa ativamente seu conhecimento e não seja um receptor passivo. Ao ir descobrindo o mapa faz uso dos significados que já internalizou de maneira substantiva e não arbitrária ao trabalhar com a poesia, passa a captar os significados presente nas outras fases do material educativo.

O mapa foi estruturado de maneira estratégica a permitir que no processo de exploração do mesmo, o aprendiz construa as relações existentes entre os conceitos expostos, diferenciando-os progressivamente, e reorganizar seu conhecimento. Essa construção também é possível pela tarefa de identificar semelhanças e diferenças entre os Grupos Vegetais através da reconciliação integradora (Figura 13).

Não se trata de um enfoque dedutivo, mas sim de uma abordagem na qual o que é mais relevante deve ser introduzido desde o início e, logo em seguida, trabalhado através de exemplos, situações, exercícios. Essa ordem sugerida para a diferenciação progressiva foi respeitada em níveis diferentes, desde o mais geral, estando presente na organização das fases que se suceda no CD-ROM, como em momentos mais específicos, como na elaboração do mapa conceitual.

Diferenciação progressiva e reconciliação integrativa dentro do material instrucional-sequência do CD-ROM interativo-:

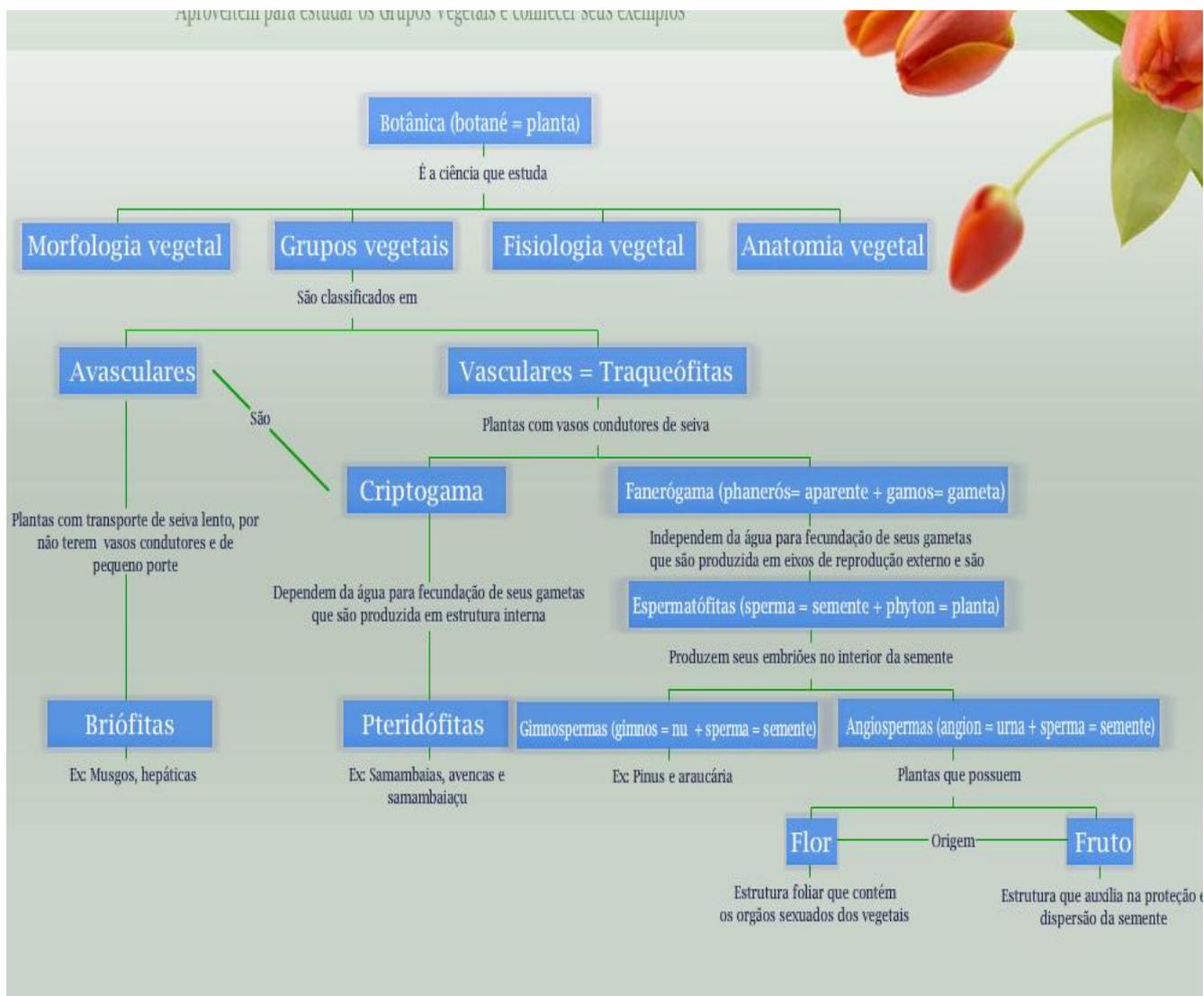
- ✓ Diferenciação progressiva: O CD-ROM apresenta inicialmente a poesia como introdutória as relações gerais dos vegetais, seguida da abordagem conceitual dos conceitos hierarquizados da matéria Botânica, que apresenta como última diferenciação os exemplos dos Grupos Vegetais através das imagens. Em seguida situações práticas (fase do jogo e dos vídeos) e finalizamos com questões problematizadoras que simulam diferentes situações avaliativas.

- ✓ Reconciliação integrativa: A programação do CD-ROM de Ensino explora, explicitamente, relações entre conceitos e proposições, chamando a atenção para diferenças, semelhanças e reconciliações de inconsistências reais e aparentes. É possível permanentemente que o aluno volte às etapas de ensino anteriores a que presencia, e com isso reveja as relações anteriores e reconcilie ao novo. A reconciliação integradora, ou integrativa, como princípio programático de um Ensino fortalece a organização do ensino para o aluno e permite maior clareza na proposta de visão holística do aprendiz, visando à Aprendizagem Significativa .

Diferenciação progressiva e reconciliação integrativa dentro da seqüência na elaboração do mapa conceitual:

- ✓ Diferenciação progressiva: O mapa permite apresentar ao aprendiz os novos conceitos de maneira hierárquicos estando os conceitos mais gerais e inclusivos no ápice do mapa e a partir destes conceitos cada vez menos gerais e mais específicos até serem descritos exemplos de cada um dos Grupos Vegetais. Assim, ao longo das proposições interconceituais, os termos científicos podem ir sendo gradativamente diferenciados estando na base os exemplos específicos de cada vegetal seguido das imagens destes. A escolha das figuras garante um caráter visual presente em comum com aulas práticas, metodologia esta, sugerida pelos aprendizes como forma eficaz de assimilação botânica.
- ✓ Reconciliação integrativa: Os conceitos foram inseridos no mapa através de links que se comunicam aos demais conceitos por proposições relativas a definições científicas dos termos abordados. Essa dinâmica permite que o aprendiz relacione todos os termos de acordo com suas semelhanças e diferença, além de possibilitar voltar ao início e acompanhar a seqüência de relações novamente.

Os links elaborados na construção do mapa conceitual determinam o significado e as relações existentes entre os conceitos garantindo que não haja aprendizagem mecânica dos temas e sim garantida pela teoria da assimilação.



**Figura 13:** Mapa conceitual de Botânica.

A inserção das imagens ao final do mapa como recurso ilustrativo (Figura 14, 15, 16) responde aos resultados encontrados no método de coleta de nossos dados, o questionário, no qual os alunos descrevem sobre as vantagens de imagens no decorrer da aula. Essa mistura eclética de recursos visuais, têxtil e interacional por links é possibilitado pela presença de um material de multimídia, sendo defendido por Tavares (2006) como teoria dual.

A codificação dual possibilita um suporte teórico consistente para a utilização integrada de textos conceituais, mapa conceitual e animação interativa. A teoria codificação dual indica que quando apreendemos uma informação através das codificações verbal (mapa conceitual e texto) e visual (mapa e animação) a possibilidade de compreensão desse conteúdo torna-se maior, principalmente por podermos utilizar as potencialidades específicas de transmissão de cada canal de interação (verbal e visual) (TAVARES, 2006, p.1).

As fotografias referentes ao Grupo Vegetal Briófitas e as flores das Angiospermas são de autoria própria, entretanto as ilustrações dos frutos foram retiradas do site oferecidos na internet referenciado abaixo:

Imagem frutos: acesso em <http://cybertic.net/puzzles.htm>; na data de 11/10/2009.

Acreditamos que através do Ensino destes conceitos, ou seja, da aprendizagem de conceitos botânicos e relações ambientais podemos capacitar os alunos a possivelmente levar a aprendizagem ecológica destes em suas práticas sociais.

Uma metodologia construtivista de Ensino implica em repensar o papel da escola e do professor como orientadores da aprendizagem efetiva e significativa dos alunos e pode contribuir decisivamente com a melhoria da qualidade do Ensino de Botânica e da Biologia, de um modo mais amplo (PEREIRA *et al.*, 2002, p.6).

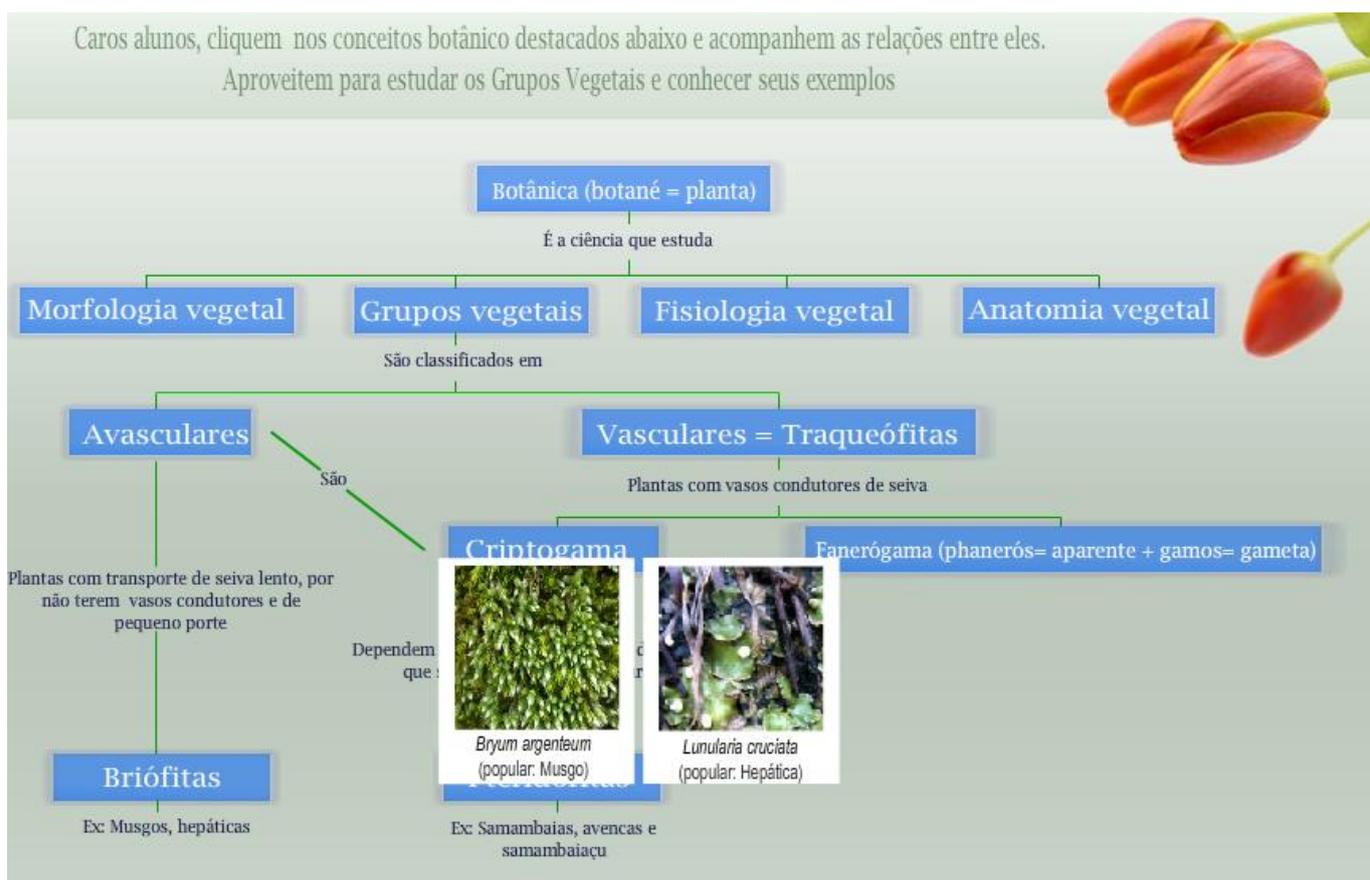
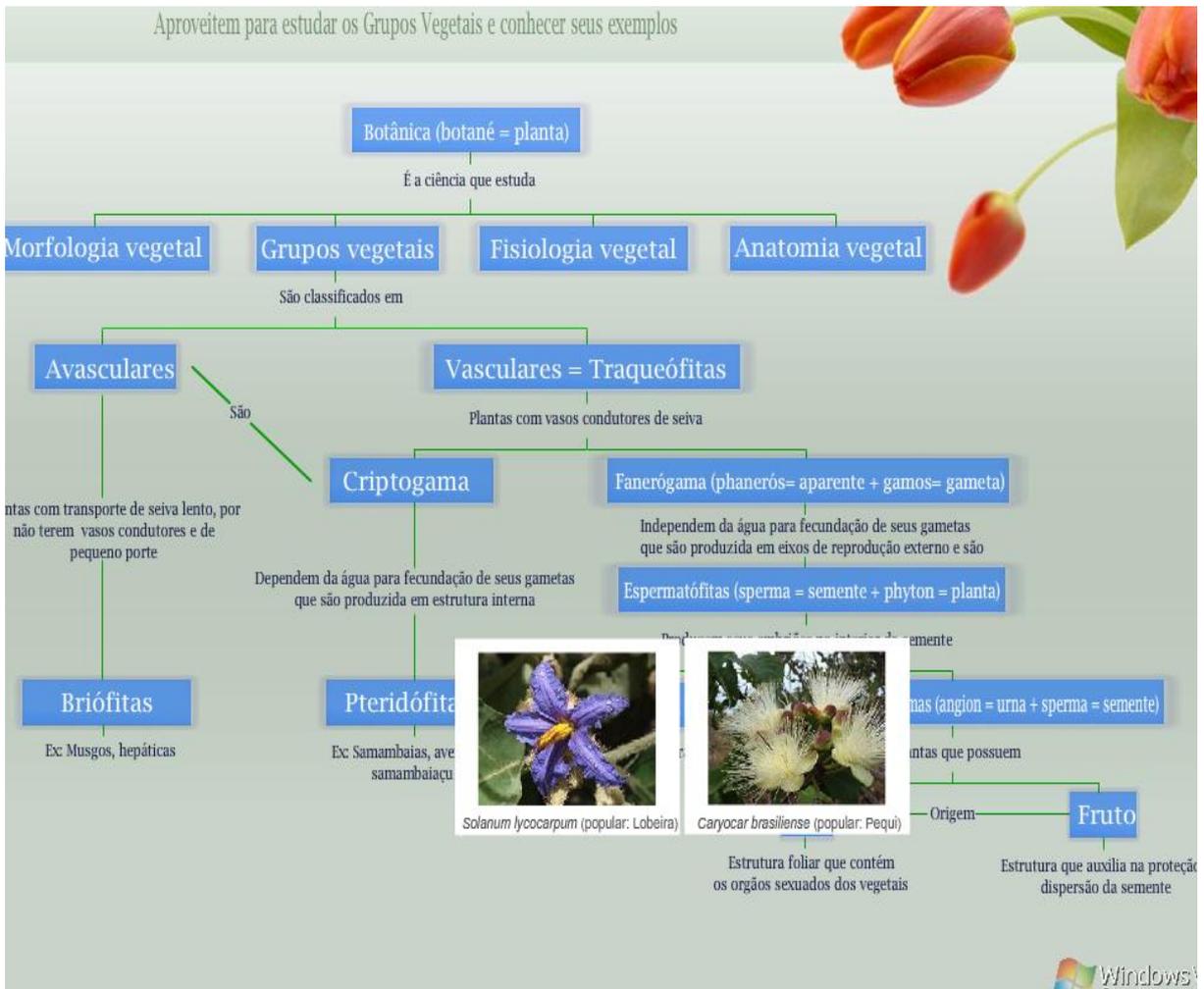


Figura 14: Ilustrações das Briófitas no mapa conceitual de Botânica.



**Figura 15:** Ilustrações das flores no mapa conceitual de Botânica.

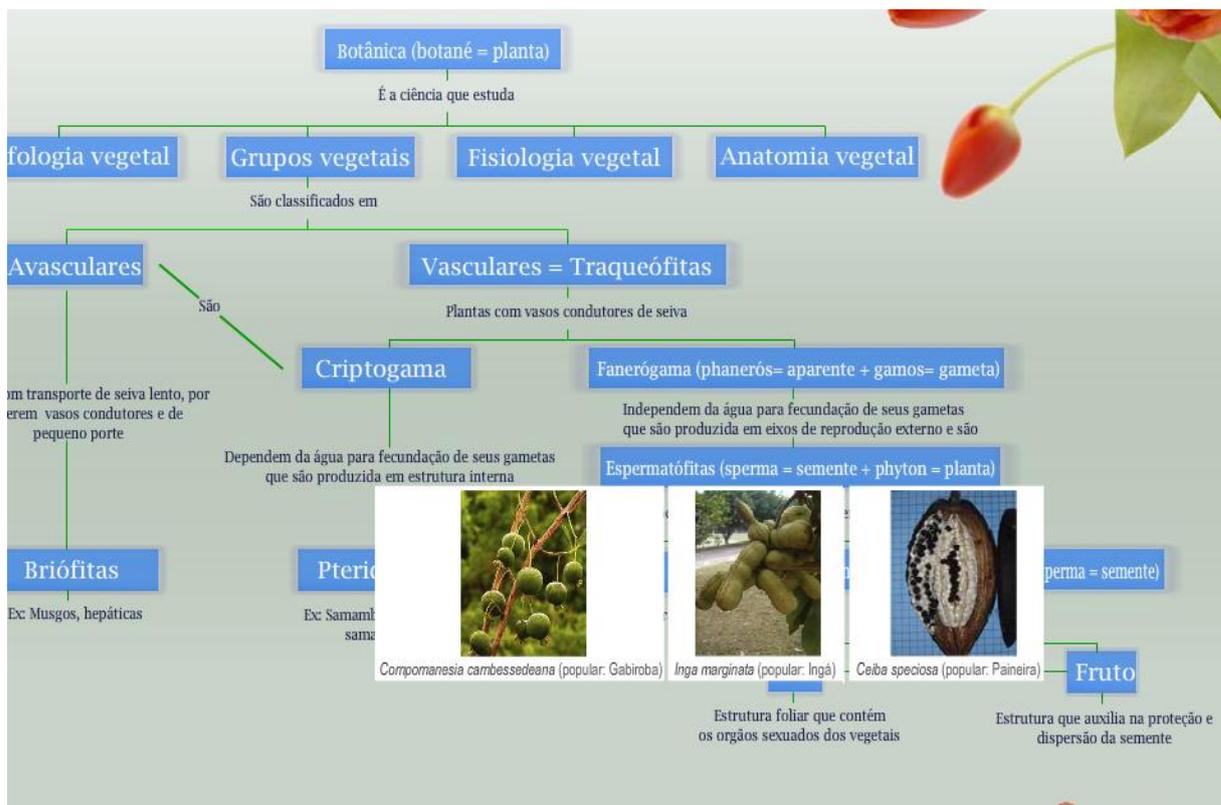


Figura 16: Ilustrações dos frutos no mapa conceitual de Botânica.

### C. ANÁLISE DE CLADOGRAMA

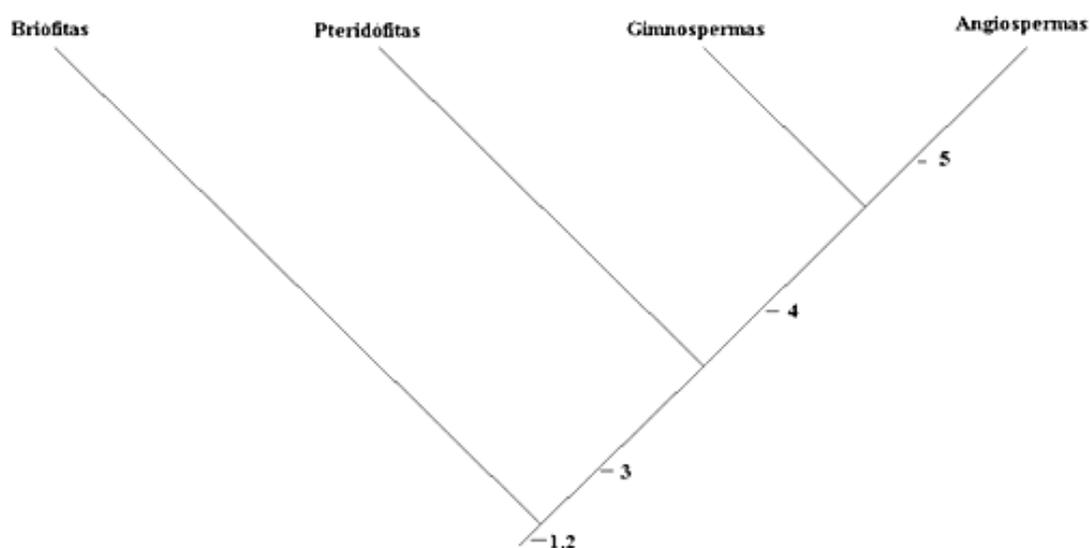
Esta etapa apresenta um cladograma aos alunos do Ensino Médio e propõe uma discussão sobre os conceitos fundamentais da Sistemática Filogenética com o intuito de que o aluno consiga interpretar um cladograma, e identificar a evolução dos Grupos Vegetais e o surgimento de suas características ao longo da evolução.

Cladograma é uma representação gráfica de uma hipótese sobre o padrão de relações filogenéticas, isto é, de parentesco entre os grupos. Através dos cladogramas, busca-se reconstituir os eventos de cladogênese, ou seja, a divisão de uma linhagem em duas que ocorreram durante a evolução. Nos cladogramas os nós, os pontos de bifurcação, representam os ancestrais comuns.

Os cladogramas são construídos de um conjunto de caracteres morfológicos e moleculares. Determinados caracteres quando compartilhados pelos descendentes de um ancestral comum são considerados caracteres derivados o compartilhamento destes são as sinapomorfias (AMORIM, 2002). Assim, em Angiospermas, a dupla fecundação, a formação do endosperma  $3n$  são exemplos de sinapomorfias.

O cladograma abaixo hipotetiza as relações de parentesco entre os vegetais, permitindo-nos estudar melhor sua evolução, além de propor sistemas de classificação naturais muito menos arbitrários e cientificamente testáveis. Essa etapa é muito importante na aprendizagem de Botânica atualmente, pois segundo Amorim (2002) os livros didáticos de Biologia do Ensino Médio apresentam os grupos biológicos em capítulos separados com suas características específicas sem levar em consideração os aspectos evolutivos dos mesmos.

O cladograma proposto neste material é baseado no cladograma que segue abaixo, o qual foi extraído de Ferreira (2008) (Figura 17):



**Figura 17** – Cladograma mostrado uma das hipóteses sobre as relações filogenéticas dos principais filos do Reino Metaphyta (Retirado de LOPES, 2002). Legendas: 1-Gametângios revestidos por células estéreis; 2-Embrião retido no gametângio feminino; 3-Vasos condutores de seiva; 4- Presença de sementes; 5-Flores e frutos.

Ferreira *et al.* (2008) analisa o mesmo cladograma sugerido no CD-ROM e apresenta a seguinte interpretação:

A partir deste cladograma podemos observar a evolução dos filos do Reino Metaphyta. A característica derivada 1 e 2 (gametângios revestidos por células estéreis e embrião retido no gametângio feminino) indica que o Reino Plantae corresponde a um agrupamento monofilético (do ponto de vista filogenético um grupo válido). A presença de um embrião retido no gametângio feminino conferiu

uma maior proteção ao embrião. A característica 3 (vasos condutores de seiva) indicam que Pteridófitas + Gimnospermas + Angiospermas formam um grupo monofilético denominado Traqueófitas. O surgimento dos vasos condutores possibilitou a expansão das plantas para o ambiente terrestre. As Pteridófitas são as primeiras plantas vasculares. Mesmo com a expansão das plantas para o meio terrestre as pteridófitas tem uma dependência do meio aquático para a reprodução. Gimnospermas e Angiospermas não tem esta dependência, pois a característica 4 (presença de sementes) conferiu a este dois grupos a independência da água para a reprodução. A característica 4 indicam que Gimnospermas + Angiospermas correspondem a um grupo monofilético denominado Espermatófitas. A presença de flores e frutos (característica 5) proporcionou as Angiospermas uma maior proteção as sementes e uma melhor contribuição para a sua dispersão. De acordo com este cladograma o grupo conhecido como criptógamas (briófitas+pteridófitas) é um grupo parafilético (não monofiléticos), pois as criptógamas não possuem um ancestral exclusivo. O ancestral que deu origem as criptógamas é o mesmo que originou as fanerógamas (Gimnospermas e Angiospermas) (FERREIRA *et. al*, 2008, p.66)

#### **D. JOGO PARA RECONHECIMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DOS GRUPOS VEGETAIS.**

Após a assimilação de novos conceitos e proposições através do mapa conceitual é vital que o aluno teste seus conhecimentos e reconheçam-se capazes de aplicar o conhecimento científico nas vivências cotidianas.

A característica da Aprendizagem Significativa é aquisição de significados a partir dos significados potenciais apresentados no material de aprendizagem e mudança na disponibilidade ou a reprodução dos significados deduzido do material assimilado (AUSUBEL *et al.*, 1980).

Assim, esta terceira etapa propôs um jogo que depende da exploração ativa do aluno na construção dos resultados. O aluno ao iniciar o jogo visualiza a página inicial deste com uma imagem de um fragmento do cerrado sul-mato-grossense (Figura 18).

Essa imagem foi tirada em uma área de vereda do Rio Verde, afluyente do Rio Paraná, distrito de Água Clara, MS em 12/11/09.

Caro aluno, abaixo segue uma foto do cerrado sul-mato-grossense. Passe o mouse sobre a imagem e observe os vegetais que aparecem em destaque. Após identificar as imagens arraste os vegetais de acordo com as semelhanças estudadas anteriormente e complete os grupos indicados abaixo.



Grupo 1 - Fanerógamas,  
espermatófitas e frutíferas

--	--	--

**CORREÇÃO**

Grupo 2 - Criptógamas e vasculares

--	--	--

**CORREÇÃO**

Grupo 3 - Criptógamas e avascular

--	--	--

**CORREÇÃO**

**Figura 18:** Página inicial do jogo dos Grupos Vegetais.

Quando o aluno percorre com o cursor a tela principal percebe a presença de grupos diversos distribuídos pela figura, os quais vão sendo destacados como fotos menores que se sobrepõem a tela inicial (Figura 19).

Caro aluno, abaixo segue uma foto do cerrado sul-mato-grossense. Passe o mouse sobre a imagem e observe os vegetais que aparecem em destaque. Após identificar as imagens arraste os vegetais de acordo com as semelhanças estudadas anteriormente e complete os grupos indicados abaixo.

Asplenium adiantum

Mauritia flexuosa

Fabronia ciliata

Grupo1 - Phanerógamas, espermatófitas e frutíferas

Grupo 2 -Criptógamas e vasculares

Grupo 3 - Criptógamas e avascular

CORREÇÃO

CORREÇÃO

CORREÇÃO

**Figura 19:** Sobreposição das imagens específicas dos diferentes Grupos Vegetais.

Estas imagens que se destacam pela seleção do aprendiz, trazem destaque às peculiaridades reprodutivas dos vegetais- presença e ausência de flores e frutos-, sua morfologia externa - tamanho e órgãos externos vegetativos - e de habitat local - próxima a locais mais úmidos ou independentes desta condição.

A página em que as imagens são apresentadas também apresentou na parte inferior lacunas para serem ocupadas pelas fotografias, as quais são caracterizadas pelos conceitos científicos botânicos estudados no mapa conceitual. São três grupos de lacunas: as de plantas caracterizadas como criptógamas avasculares, as criptógamas vasculares e as fanerógamas espermatófitas frutíferas.

Nota-se que a classificação da fanerógama espermatófitas não frutífera não está presente, uma vez que estes vegetais, popularmente conhecidos por pinheiros, não fazem parte na composição natural do cerrado oferecida na imagem principal.

Assim, na medida em que as imagens foram apresentadas ao aprendiz ele teve que analisá-las e na própria página inicial, ir arrastando as figuras para grupos de classificação apresentados a ele organizando de acordo com suas similaridades (Figura 20).



**Figura 20:** Finalização do jogo com a formação correta dos Grupos Vegetais.

Dessa forma, o aluno pode identificar os diferentes Grupos Vegetais estudados pertencentes de uma área de cerrado sul-mato-grossense.

Esta fase se fez necessária no material como estímulo a diferentes capacidades do aprendiz: observação detalhada das imagens para encontrar os grupos vegetais, análise e reflexão sobre suas diferenças e semelhanças morfológicas e de habitat, diferenciação entre os conceitos que definem cada grupo a ser organizado.

Além de se caracterizar como uma etapa de desenvolvimento de habilidades diversas é uma forma de avaliação referente à etapa inicial.

Segundo a teoria ausubeliana o processo de avaliação de uma Aprendizagem Significativa é garantida quando a nova idéia aprendida é apresentada em uma dada situação diferente da original, neste caso a situação de aprendizagem inicial foi o mapa conceitual e a situação diferenciada para avaliação o jogo de reorganização segundo as semelhanças e diferenças.

Esse processo de avaliação diferencial possibilitará que o aluno reveja os conceitos e as proposições apresentadas anteriormente e torne maior a ancoragem do novo a sua estrutura cognitiva.

A escolha deste processo também teve como referência as questões analisadas do questionário, em que os alunos destacam a disposição para o Ensino com imagens e a suas dificuldades em reconhecer os Grupos Vegetais no cotidiano.

Outro aspecto relevante deste momento de aprendizagem e avaliação é a utilização de imagens que representam um local nativo do cerrado sul-mato-grossense para destacar o valor estético deste ecossistema e favorecer a experiência estética dos alunos com o ambiente natural.

Segundo Seniciato & Cavassan (2009) a experiência estética entre o sujeito e o objeto estético tem um papel reflexivo que aproxima o ser humano do objeto natural, possibilitando ao aprendiz refletir sobre si mesmo e simultaneamente, sobre o objeto natural contribuindo para a conduta deles frente aos ambientes naturais.

## **E. SIMULAÇÕES SOBRE DESMATAMENTO**

O ser humano muitas vezes toma decisões variadas passivamente devido a diferentes fatores intrínsecos ou extrínsecos que o influenciam, sem tomada de consciência sobre os mesmos.

Somente quando ele amplia e aprofunda sua consciência dos fatos, atribui significado aos objetos, e tem a possibilidade de tornar-se reflexivo em suas decisões.

A essência da consciência é a intencionalidade e é esta que permite determinado significado as experiências vividas. A capacidade de termos intenção nos permite ver e compreender o mundo como sujeitos (MAY, 1973 *in* MOREIRA & MASINI, 2006).

Após a aquisição de conceitos e proposições sobre os Grupos Vegetais é crucial um direcionamento do material para despertar a percepção dos alunos para as relações ecológicas com a participação do ser humano.

Este momento foi apresentado por meio de vídeos ricos em imagens dinâmicas e em recurso áudio-visual que possam simular situações reais e atuais vivenciadas pela sociedade atual que despertem nos alunos a solidariedade para como os participantes dos ecossistemas para assim valorizá-los (Figura 21).



**Figura 21:** Página inicial das simulações-vídeos-

Morin (2005) enfatiza que cooperação e solidariedade garantem “estados de permanência”, do equilíbrio dinâmico resultante das relações estabelecidas e da auto-organização da natureza. O mesmo autor coloca estes princípios como indissociáveis de processos de desordem, conflitos e incertezas que rege a dinâmica relacional e o movimento organizativo de diversificação de espécies e de transformação material-energética. Somente desenvolvendo cooperação e solidariedade entre homem-natureza poderemos compreender a constante reorganização da natureza e respeitá-la.

Esta fase atua como mudança de paradigma e tem a perspectiva de que os alunos adquiram uma visão ecológica, ou seja, visão holística de um mundo como um todo integrado. A percepção ecológica profunda reconhece a interdependência fundamental de todos os fenômenos (CAPRA, 1996): entender o universo não como composto de objetos isolados, mas como uma rede de fenômenos que estão fundamentalmente interconectados e são interdependentes. A ecologia profunda reconhece o valor intrínseco de todos os seres vivos e concebe os seres humanos apenas como um fio particular da teia da vida.

As simulações não consistem em apelo utópico referente à existência de um ambiente natural nativo isolado da presença do ser humano. Pelo contrário, chama a atenção dos docentes orientadores da aplicação do material para uma discussão reflexiva com os alunos que insira o homem como um elemento pertencente naturalmente na dinâmica dos

ecossistemas naturais e destaca os vídeos como exemplo de como sua presença pode, em determinados momentos, ser maléfica para todos estes componentes ambientais.

Os vídeos selecionados destacam problemas ambientais relacionados à interferência do homem na permanência dos Grupos Vegetais locais e destacam o desmatamento, as queimadas e assoreamento dos rios.

Os vídeos ilustram ações humanas ao retirar elementos vegetais levando ao desequilíbrio regional e global, por alterações drásticas de componentes físico-químicos, e biológico. Essa desordem indicada pela simulação visual leva ao surgimento espontâneo de uma nova ordem, característica básica da vida, em que as condições que se estabelecem não são benéficas a dinâmica biológica dos ambientes.

A escolha dos vídeos foi direcionada pelas questões do questionário em que os alunos elencam estes como os principais impactos ambientais conhecidos por eles pela presença constante em sua região.

Realmente o desmatamento e as queimadas estão hoje entre as maiores ações humanas na interferência ambiental e que trazem conseqüências de grande magnitude para a sociedade e para todos os ecossistemas nativos.

A fonte original dos vídeos foi o meio de vinculação mais utilizado atualmente, a internet. Os vídeos foram retirados do site [www.youtube.com](http://www.youtube.com) com a autorização dos produtores.

O primeiro vídeo é denominado “Cadê?” Tem autoria em uma equipe da instituição CEF 03 de Planaltina-DF. Este vídeo está disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=bHL7oFLEzOQ&feature=related> e foi acessado em 12/11/2009. O segundo vídeo é denominado Consciência Ambiental e tem autoria do WWF. Está disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=78-Zj3cuTP8&feature=related>, acessado em 20/10/2009.

Ambos consistem em simulações de situações protagonizada pelas ações humanas e descrevem suas conseqüências em diferentes etapas e em diversos aspectos-ecológicos para fauna, para flora, quanto a fatores abióticos relacionados às condições climáticas e acima de tudo quanto à atuação social.

A utilização deste recurso visual animado deseja sensibilizar os alunos para a necessidade de uma sobrevivência de modo sustentável com a natureza sempre voltada a preservação, através de propostas de ações menos impactantes

## F. QUESTÕES PARA AVALIAÇÃO

O momento final do CD-ROM consistiu em um processo avaliativo (Figura 22). Aqui foram propostas questões discursivas que são classificadas de acordo com seu cunho de sondagem:

- Questões que buscam avaliar conhecimento científico adquirido ao longo do CD-ROM, através da análise da existência e definições dos conceitos científicos, além da capacidade de identificação de exemplos concretos do conteúdo aprendido no cotidiano;
- Outro grupo de questões analisa a capacidade de análise que os alunos têm referente ao conhecimento adquirido, sua importância para a dinâmica dos ecossistemas e assim da necessidade da manutenção das relações diversas nas cadeias alimentares;
- Capacidade de argumentar utilizando o conhecimento científico adquirido sobre o tema central Grupos Vegetais;
- E, finalmente sonda o posicionamento dos alunos diante aos impactos ambientais envolvendo os Grupos Vegetais.

Adobe Flash Player 10

- 1 - Cite um exemplo de Briófitas, de Pteridófitas, de Gimnospermas e de Angiospermas presentes no seu dia-dia.
- 2 - Briófitas e Pteridófitas são plantas criptógamas que colonizam diversos ambientes, sendo mais abundantes em locais úmidos, e excelentes plantas minimizadoras do processo erosivo do solo. Explique qual importância da água para o processo de reprodução destas plantas.
- 3 - Plantas espermatófitas recebem esta denominação por apresentarem uma nova estrutura reprodutiva que caracteriza o nome do grupo. Que estrutura é essa? Cite um exemplo de espermatófitas presente no seu dia-dia.
- 4 - Sabe-se que fruto é uma estrutura presente em Angiospermas que serve para proteger as sementes. Assim, dos alimentos abaixo, quais são frutos? Por quê?  
Alimentos: tomate, pimenta, manga, melancia, berinjela e azeitona.
- 5 - Frutos são órgãos vegetais que se originam a partir das flores, e estão presentes no grupo das Angiospermas. O aparecimento do fruto foi um marco importante da adaptação vegetal em ambiente terrestre. Como os frutos podem auxiliar na maior dispersão dos vegetais?
- 6 - Regiões de desmatação vegetal apresentam várias consequências como erosão do solo, assoreamento dos rios e morte de muitos animais viventes no local:
  - a) Explique como queimadas e desmatamentos de vegetais podem levar ao assoreamento dos rios.
  - b) Qual é a importância da existência dos vegetais em uma determinada área para a manutenção do equilíbrio fauna-flora deste ecossistema?
- 7 - Suponha que você tenha a chance de apresentar uma palestra sobre o desmatamento para madeireiros e pecuaristas de extensão. Elabore resumidamente um texto, utilizando os conhecimentos botânicos abordados nesta aula, para convencê-los da importância da vegetação local e dos prejuízos do desmatamento para todos os elementos bióticos do ecossistema, inclusive para o homem.
- 8 - Que benefícios o estudo dos Grupos Vegetais traz para melhorias em sua vida?



**Figura 22:** Questões avaliativas.

Essa etapa foi elaborada seguindo os princípios Ausubelianos de que a avaliação é a sondagem do conteúdo apresentado em situações diferentes da qual inicialmente exposta.

Os textos escritos pelos alunos, sua linguagem, utilizada, seus critérios de justificativa e acima de tudo sua posição diante aos argumentos que defenderão serão os indicativos dos resultados da aplicação do material para cada aprendiz. Segundo Reigota (2002, p.73):

A análise de conteúdo consiste numa busca do sentido contido nos conteúdos de diversas formas de texto, de maneira a permitir compreender o acesso à informação de certos grupos e a forma como esses grupos a elaboram e transmitem (REIGOTA, 2002, p.73).

Nesta fase final discutimos também quais foram as mudanças nas percepções dos alunos quanto ao meio ambiente e a integração espécie humana a ele. Avaliamos as diferentes formas de representações simbólicas associadas à noção de meio ambiente dos alunos. Segundo Reigota (2002) existem três tipos: *naturalista*: que se caracteriza por evidenciar

somente os aspectos naturais do ambiente; *antropocêntrica*: privilegia a utilidade dos recursos naturais para a sobrevivência da espécie humana; e *globalizante*: evidencia as relações recíprocas entre natureza e sociedade.

Assim, esta pesquisa teve como etapa de continuidade a aplicação do material e sua análise objetivando a Aprendizagem Significativa do tema Grupos Vegetal, com enfoque ambiental.

Num contexto mundial como o que vivemos atualmente, no qual as perspectivas de preservação dos recursos naturais e de manutenção de um equilíbrio ambiental que possa assegurar a continuidade dos processos vitais são - para dizer pouco - obscuras, o Ensino dos ecossistemas, considerando-se todos os níveis de formação, deve abranger não só o conhecimento sobre a dinâmica das intrincadas relações entre seres vivos e ambiente, mas também a formação de valores humanos que irão nortear nossa conduta, nosso pensamento e, portanto, nossas decisões sobre a utilização (ou a conservação) dos recursos naturais (SENICIATO & CAVASSAN, 2009, p.394).

## **5. APLICAÇÃO DO CD-ROM E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

A avaliação do material instrucional ocorreu na forma da aplicação e análise de oito questões dissertativas que foram apresentadas como última fase do CD-ROM.

Segundo Ausubel *et. al* (1980), uma vez determinados os pontos mais relevantes da matéria que foram trabalhados com os alunos, a avaliação assume o caráter de verificar se sua internalização se deu a contento.

Assim, propusemos uma avaliação segundo a teoria ausubeliana, cujas potencialidades são:

1. Avaliar os principais objetivos buscados para esta aprendizagem. Para tal, os mesmos foram formulados de maneira clara e apresentados previamente para os alunos, de modo que isso, por si só, já facilitaria a Aprendizagem Significativa pelo aprendiz, que se concentraria no estudo dos pontos principais da matéria.

2. Ser uma experiência útil de aprendizagem para os alunos, uma vez que os obriga a revisar, consolidar, esclarecer e integrar os diversos assuntos tratados.

3. Pode oferecer ao professor informações a respeito da eficácia do material e utilizado, bem como indícios sobre as possíveis causas para eventual mau desempenho de algum(ns) aluno(s) (o que pode estar relacionado com falta de interesse ou esforço dos

mesmos, ou com problemas relativos aos matérias e técnicas instrucionais –como a própria avaliação– utilizados).

As questões foram respondidas por sessenta e três alunos que compunham turmas diferentes as quais foram analisadas como um grupo único, pois receberam o mesmo material instrucional sobre as mesmas condições e orientações educacionais.

Todos os alunos participantes da aplicação do material, ou seja, os sessenta e três alunos que utilizaram o CD-ROM, estavam presentes no grupo de alunos que participou do questionário prévio e tiveram seus subsunçores e predisposições analisadas.

Entretanto, dos sessenta e sete alunos que responderam o questionário, quatro alunos não participaram da aplicação do CD-ROM pois saíram do colégio ao longo do período entre a aplicação do questionário, a elaboração e aplicação do material, que foram três meses.

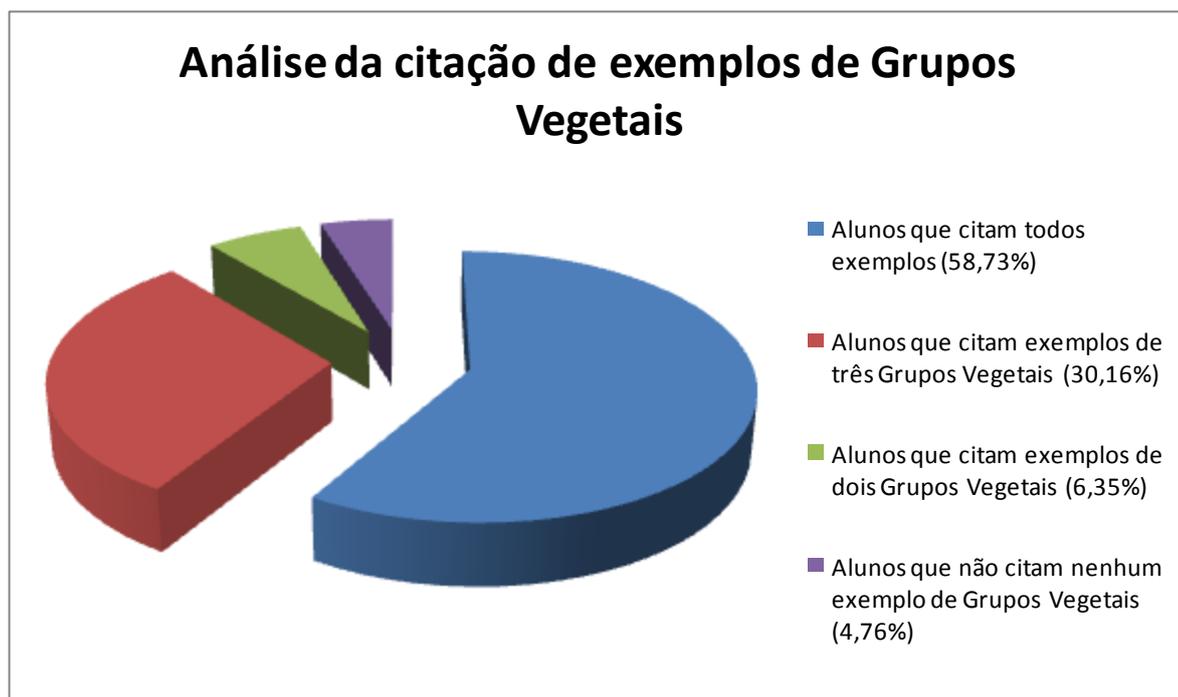
Assim, apenas 94% dos alunos que responderam o questionário participaram da aplicação do CD-ROM. Mesmo assim, comparamos os grupos participantes do questionário como o grupo avaliado após a aplicação do CD-ROM.

Abaixo seguem as avaliações das respostas coletadas:

**1. Cite um exemplo de Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas presentes no seu dia-dia:**

Dos sessenta e três alunos, 58,73% (37 alunos) citaram todos os exemplos corretos, e 41,27% (26 alunos) não apresentavam todos os exemplos de Grupos Vegetais, deixando ao menos um exemplo sem responder.

Dos vinte e seis alunos que não responderam todos os exemplos, 4,76% (3 alunos) não responderam a questão, quatro alunos (6,35%) preencheram apenas dois dos quatro exemplos citados e os 30,16% restante (19 alunos) deixaram apenas um exemplo sem responder (Figura 23).



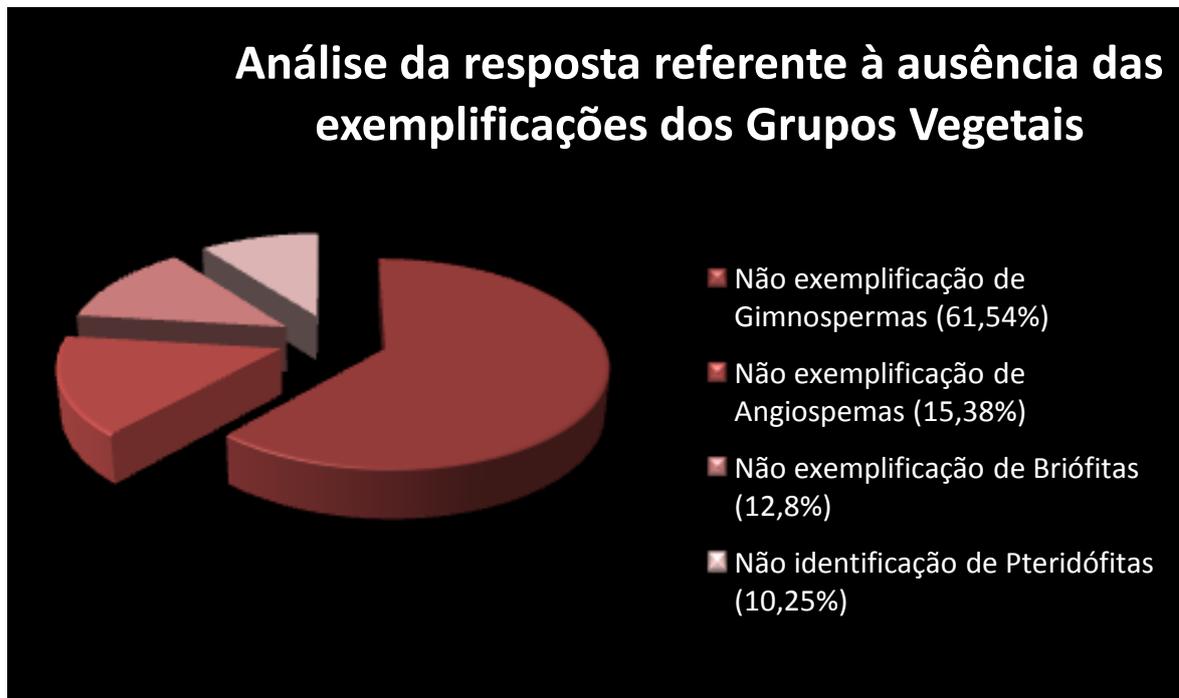
**Figura 23:** Respostas referente aos exemplos de Grupos Vegetais

Destaca-se aqui que dos alunos que deixam dois exemplos sem exemplificação (6,35%) todos não preencheram o exemplo de Gimnospermas.

A ausência da exemplificação do grupo das Gimnospermas também foi presente no grupo de alunos que não citam um dos exemplos (30,16%), pois dos dezenove alunos que perfizeram esse grupo, dezessete alunos não citam Gimnospermas.

Quanto ao critério na ausência de exemplos de cada Grupo Vegetal, representado por vinte e seis alunos, obtivemos trinta e nove ausências de exemplos, pois cada aluno podia se ausentar em grupos diferentes.

Dentre essas ausências de exemplos, o grupo das Gimnospermas foi identificado com vinte e quatro ausências (61,54%), seguido dos grupos Angiospermas com seis ausências (15,38%), Briófitas com cinco ausências de exemplos (12,8 %) e por último as Pteridófitas com quatro abstenções que equivalem a 10,25% dos alunos (Figura 24).

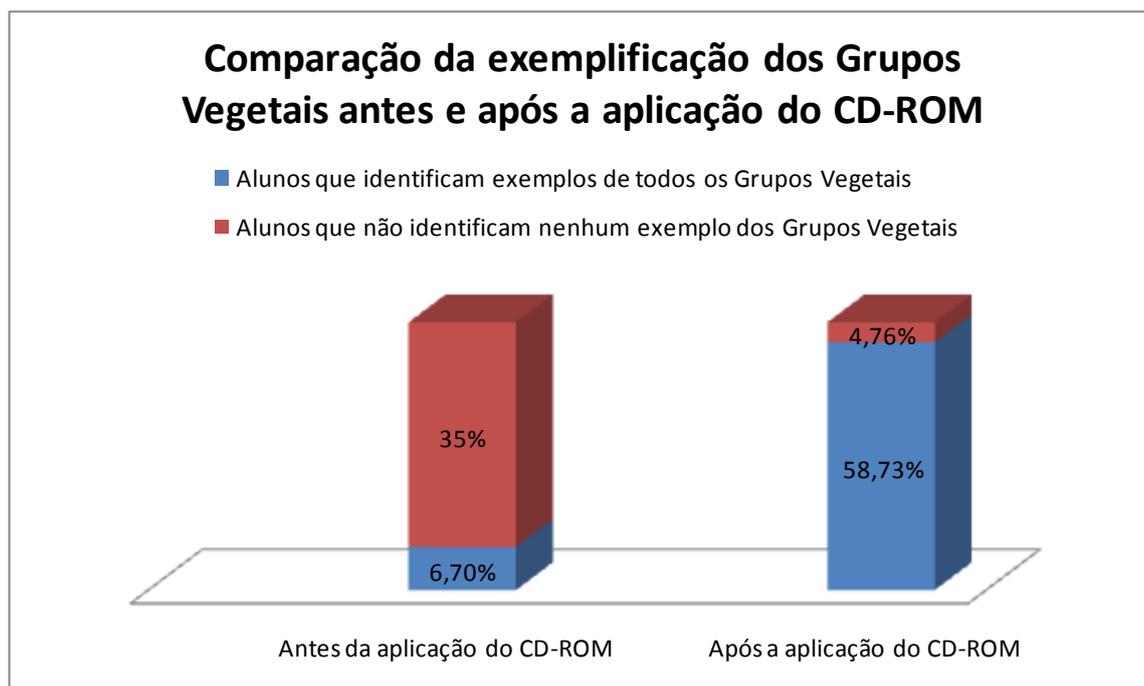


**Figura 24:** Resposta referente à ausência das exemplificações dos Grupos Vegetais

A maioria das ausências referente às Gimnospermas pode ser causada pelo grupo ser característico de outras regiões como sul e ser pouco observada no contexto vivenciado pelos alunos (cerrado). Além disso, pode ser que a ausência do grupo Gimnosperma na fase do jogo com as figuras tenha deixado de auxiliar na Aprendizagem Significativa dos seus exemplos.

Assim, sugere-se que estudos subsequentes testem a mesma questão após a inserção de figuras de Gimnospermas e novas análises sejam realizadas.

Quando comparamos os resultados dessa questão aos resultados do questionário coletor de dados prévios ao CD-ROM, observa-se que apenas 6,7% dos participantes diziam ter estudado os Grupos Vegetais, reconheceram seus exemplos, em oposição a 58,73% dos alunos que após a aplicação do CD-ROM citam exemplos de todos os Grupos. Ou seja, após a aplicação com o material 4,76% dos alunos ignoram todos os exemplos de Grupos Vegetais já anteriormente ao material eram 35% (Figura 25).



**Figura 25:** Exemplificação dos Grupos Vegetais antes e após a aplicação do CD-ROM

Assim, percebe-se que os exemplos dos Grupos Vegetais apresentados no material intrucional, através do mapa conceitual hierárquico e das imagens vegetais, auxiliaram na assimilação e no reconhecimento do objeto de estudo aqui focado.

- 2. Briófitas e Pteridófitas são plantas criptógamas que colonizam diversos ambientes, sendo mais abundantes em locais úmidos, e excelentes plantas minimizadoras do processo erosivo do solo. Explique qual a importância da água para o processo de reprodução destas plantas**

Essa questão teve como objetivo avaliar se os alunos conseguiram entender a definição do conceito criptógama e para essa avaliação seria necessário que a resposta trouxesse idéias que relacionassem a existência de órgãos conspicuos para produção de gametas, não visíveis a olho nu, com a produção de gametas em órgão internos ao corpo das plantas, as quais necessitam de água para o seu encontro. Ou seja, há necessidade de água para o movimento do gameta masculino flagelado e assim o sucesso da fecundação.

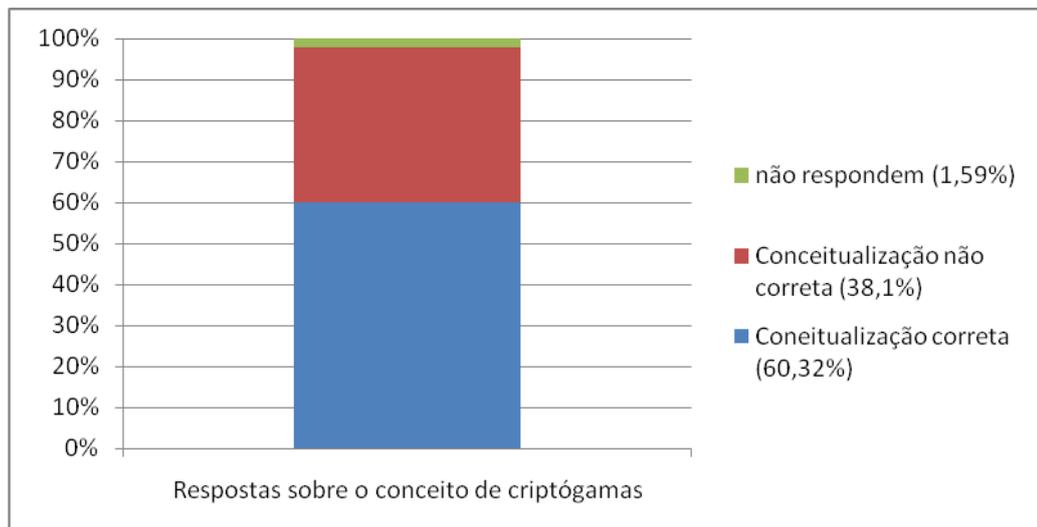
Trinta e oito alunos (60,32%) apresentam em suas respostas as idéias centrais necessárias como:

“Pq sem a água os gametas não se fecundam.”

“É por que elas tem as criptas internas para fazer a reprodução e é a água que leva o gameta macho com flagelo”

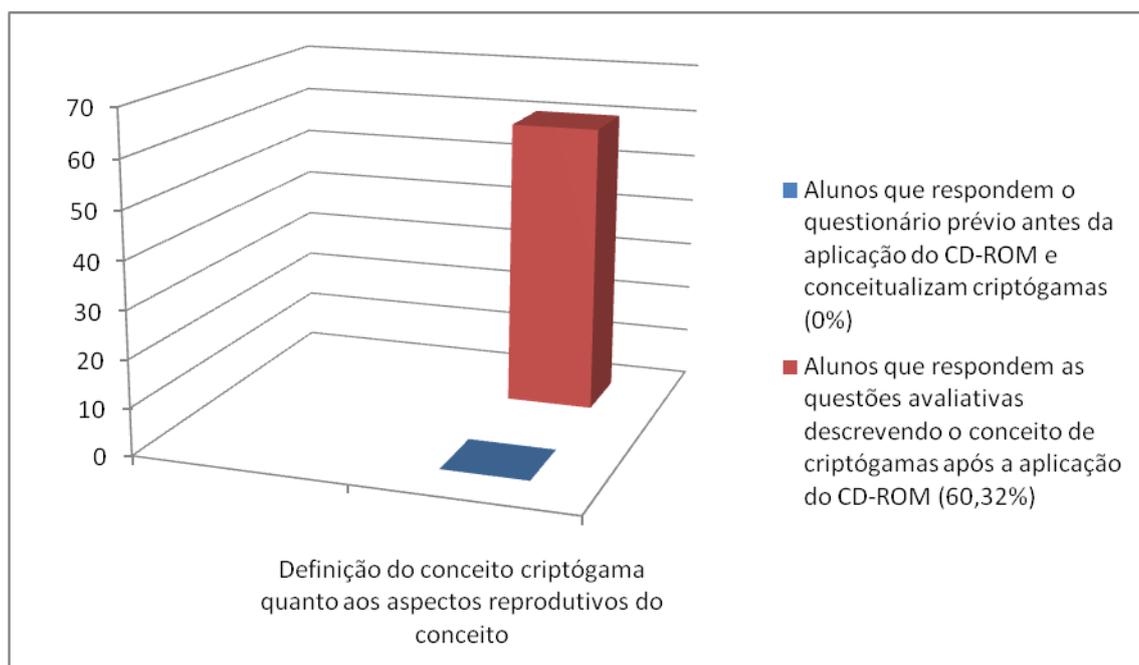
Vinte e quatro alunos (38,1%), não citam as relações reprodutivas da água para as criptógamas, mas descrevem outros processos vegetais em que a água está relacionada como fotossíntese, respiração, sobrevivência e crescimento.

Esses dados podem indicar que a questão proposta pode ter ambigüidade na interpretação e pode ter sua elaboração melhorada, ou que esses alunos não identificaram a relação do meio aquoso para a fecundação das criptógamas. Apenas um aluno deixou de responder a questão (1,59%) (Figura 26).



**Figura 26:** Conceitualização de criptógamas quanto aos aspectos reprodutivos

O resultado de 60,32% para definições e correlações corretas entre criptógamas e sua reprodução foi importante para demonstrar que alunos assimilaram as idéias do conceito que estavam propostas no mapa conceitual, visto que segundo o resultado do questionário que pedia para que os alunos citassem conceitos conhecidos da matéria Botânica nenhum deles cita o termo criptógama, mas apenas conceitos de senso comum como raiz, caule, folha (Figura 27).



**Figura 27:** Conceitualização do conceito criptógama antes e após a aplicação do CD-ROM

**3. Plantas espermatófitas recebem essa denominação por apresentarem uma nova estrutura reprodutiva que caracteriza o nome do grupo. Que estrutura é essa? Cite um exemplo de espermatófita presente no seu dia-dia:**

O resultado de duas questões, presentes no questionário coletor de subsunçores, estimularam a elaboração dessa questão. O primeiro resultado foi referente aos conceitos botânicos, na qual apenas 3,4% dos participantes citaram semente, porém não descrevem sua definição ou importância. Outro resultado motivador dessa questão foi o fato de 86,6% dos participantes que conhecem os Grupos Vegetais não se lembrarem dos critérios de diferenças e semelhanças existentes entre eles.

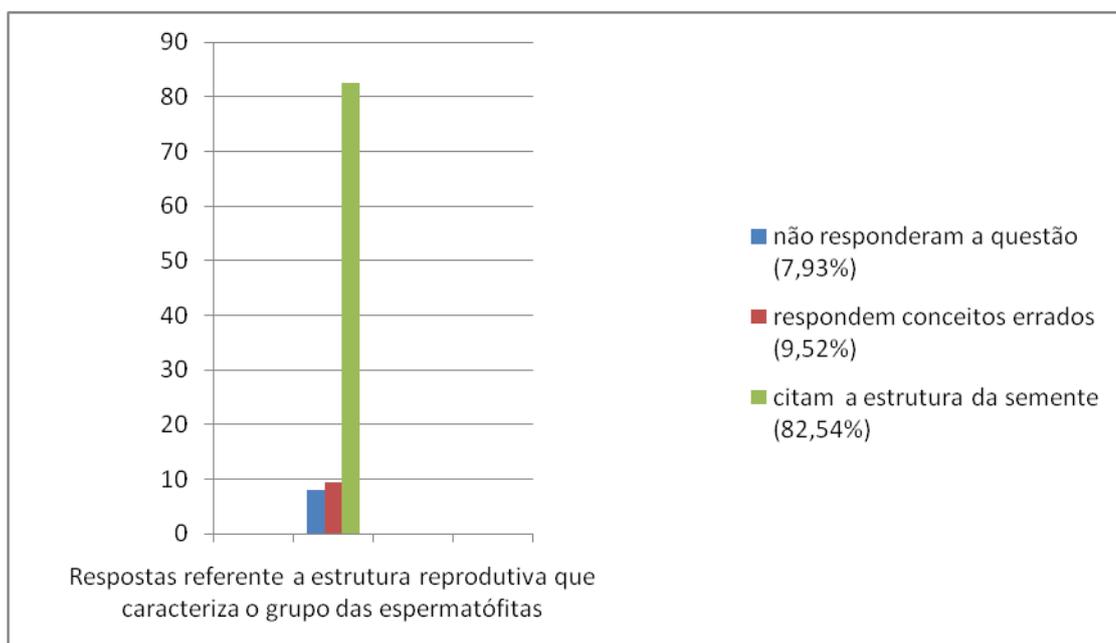
Assim, essa questão visa identificar o conhecimento dos alunos referente à definição de conceitos centrais da Sistemática Vegetal, apresentado no Mapa Conceitual e no Cladograma, que é o de espermatófitas e semente. Além de avaliar se houve a Aprendizagem Significativa do conceito de semente, essa questão avaliou se ocorreu a assimilação da classificação vegetal das espermatófitas que incluem Gimnospermas e Angiospermas por serem portadoras de semente.

A importância da aprendizagem e diferenciação do grupo das espermatófitas é por esse grupo caracterizar novidades evolutivas quanto ao aspecto reprodutivo que são subsunçores para aprendizagens botânicas subsequentes e mais aprofundadas. Essas

novidades do grupo espermatófitas incluem surgimento de eixo externo para reprodução sexuada (fanerógamas), assim como aparecimento do pólen, tubo polínico, óvulo feminino e a semente (RAVEN *et al.*, 2001).

Cinquenta e dois alunos (82,54%) citam a semente como estrutura reprodutiva que caracteriza as espermatófitas. Cinco alunos (7,93%) não responderam a questão e seis alunos (9,52%) apresentaram conceitos errados para a estrutura das espermatófitas, sendo três citações para fruto e três para flor (Figura 28).

O erro relacionado à flor pode estar ligado a falsa impressão de as espermatófitas terem flor pelo fato de possuírem eixo reprodutivo externo, já referente à definição de fruto, pode estar ligado a propriedade deste órgão possuir no seu interior a semente, podendo ter sido considerado pelo aluno como estrutura única. Apesar de serem apenas suposições essas questões podem ser sugeridas aos docentes para serem melhores exploradas ao longo da aplicação do CD-ROM.

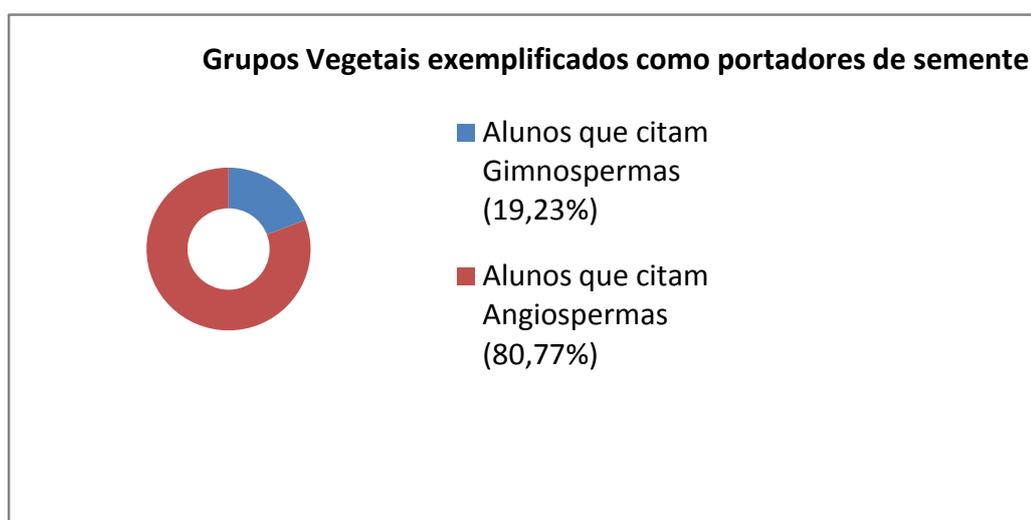


**Figura 28:** Respostas referentes à estrutura reprodutiva que caracteriza o grupo das espermatófitas

Dos cinquenta e dois alunos que exemplificam espermatófitas, quarenta e dois alunos (80,77%) citam plantas do grupo das Angiospermas e os demais dez alunos (19,23%) citam Gimnospermas (Figura 29). Essa desproporcionalidade entre as Angiospermas e Gimnospermas reflete a mesma tendência observada nos resultados da primeira questão que

indica o grupo das Gimnospermas como sendo o de menor reconhecimento dos exemplos por parte dos alunos.

Esse fato pode ser natural uma vez que as Angiospermas são plantas mais abundantes na distribuição do planeta ou pode ser devido à menor associação do cotidiano dos alunos aos vegetais Gimnospermas acarretando um maior desconhecimento ou grau de identidade para com sua realidade (RAVEN *et al.*, 2001). Sugere-se em pesquisas subsequentes a investigação dessa tendência envolvendo exemplos de Gimnospermas.



**Figura 29:** Grupos Vegetais exemplificados como portadores de sementes

As sementes de Angiospermas que são citadas são todas de aplicação do cotidiano dos alunos, entre elas as mais abundantes são os grãos arroz e feijão além de frutas diversas.

Dessa forma, a aplicação do CD-ROM para aprendizagem de espermatófitas e semente foi considerado eficaz para esse aprendizado quando comparado aos dados iniciais coletados no questionário

**4. Sabe-se que fruto é uma estrutura presente em Angiospermas que serve para proteger as sementes. Assim, dos exemplos abaixo qual são frutos?**

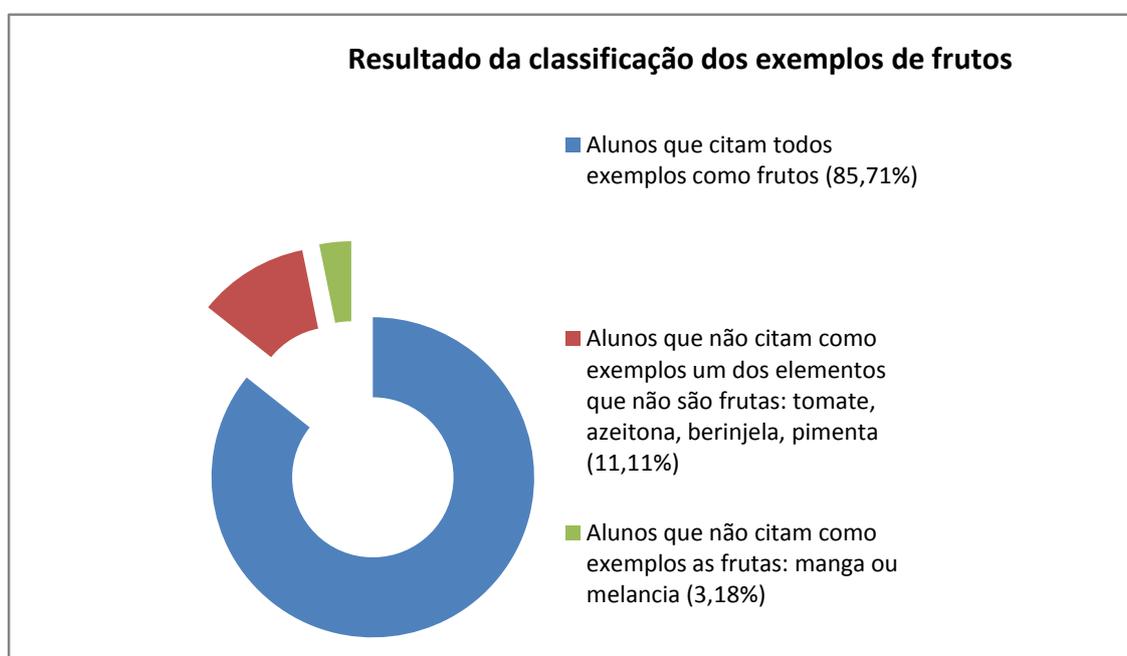
**Alimentos: tomate, pimenta, manga, melancia, berinjela e azeitona.**

Essa questão trabalha com o conceito de fruto. Esse conceito foi especificamente selecionado pelo fato de ter sido citado no questionário pelos alunos, com pouca frequência (3,4%), trazendo em sua descrição uma visão de senso comum relacionada à alimentação com frutas e desprovida da conceitualização de um órgão protetor e importante para dispersão das sementes.

Logo, essa questão visa avaliar se após a aplicação do CD-ROM, no qual é oferecida a definição do conceito de fruto e a relação do órgão com a evolução dos vegetais, os alunos são capazes de identificar o mesmo.

Cinquenta e quatro alunos citam todos os alimentos como sendo frutos (85,71%) e nove alunos (14,28%) não citam todos os alimentos como sendo frutos.

Desse grupo que não caracteriza todos os exemplos como fruto, sete alunos (11,11% do total) deixam de citar os alimentos que não são frutas (doces e presentes no dia-dia). Ou seja, não possuem em suas respostas tomate ou pimenta ou berinjela ou azeitona como frutos (Figura 30).



**Figura 30:** Resultado da classificação dos exemplos de frutos

Assim, vemos que a maioria dos alunos conseguem reconhecer os frutos presentes em seu cotidiano como estrutura protetora da semente, e a minoria ainda apresentaram uma visão de fruto como sinônimo de fruta, exigindo que o termo possa ser melhor exemplificado ao longo da aplicação do material instrucional.

## **5. Frutos são órgãos vegetais que se originam a partir das flores e estão presentes no grupo das Angiospermas. O aparecimento do fruto foi um marco**

**importante da adaptação vegetal em ambiente terrestre. Como os frutos podem auxiliar na maior dispersão dos vegetais?**

Essa questão analisou o aprendizado dos alunos frente ao papel dos frutos como dispersores dos vegetais utilizando para isso estratégias como sendo fonte de alimento ou adaptações morfológicas para adesão a animais ou maior leveza para vôo.

Essas potencialidades do fruto foram abordadas ao longo da poesia (primeira etapa do CD-ROM), e ao longo do mapa conceitual e dos vídeos de simulação, pela intervenção e orientação do docente. Destacamos que o material instrucional por si só não garante a Aprendizagem Significativa, sendo vital a orientação do professor.

Onze alunos afirmam não saber como os frutos podem auxiliar na dispersão dos vegetais, perfazendo 17,46%, já cinquenta e dois alunos (82,54%) apresentam respostas compatíveis com a idéia central de o fruto servir para dispersar por ser fonte de alimento, ou por ser carregado ou mesmo expelido pela planta mãe.

As respostas corretas destacam inúmeras características favoráveis no fruto que favoreçam a dispersão dos vegetais, revelando em seus textos uma percepção ambiental do papel dos frutos diante das relações que existem no ecossistema envolvendo os vegetais.

“Através da alimentação dos frutos, os animais levam as sementes que se espalham pelas suas fezes”

“Os frutos podem grudar sem querer nos animais e serem carregados para outros lugares”

“O vento pode derrubar o fruto e a semente que está dentro dele quando cair no chão pode ser carregada pelas formigas”

O resultado dessa questão com 82,54% de acerto para as funções dos frutos e a questão anterior para 85,71% de acertos para os exemplos de frutos reflete que os alunos conseguiram identificar o fruto como estrutura pertencente às Angiospermas, fato explícito no enunciado de cada questão. Quando comparado aos dados do questionário que antecedeu a aplicação do CD-ROM, em que 86,6% dos participantes disseram ter estudado o assunto Grupos Vegetais, mas não se lembrar das diferenças e relações existentes entre eles, sem citar fruto como exclusividade apomórfica das Angiospermas.

Logo, após a análise das questões 4 e 5 conclui-se que após a abordagem de frutos através da poesia, do mapa conceitual e do cladograma, foi possível além da sua identificação prática e de suas funções, sua correlação com o grupo das Angiospermas.

**6. Regiões de devastação ambiental apresentam várias conseqüências como erosão do solo, assoreamento dos rios e morte de muitos animais vivos no local. a) Explique como queimada e desmatamentos de vegetais podem levar a assoreamento dos rios. b) Qual é a importância da existência de vegetais em uma determinada área para a manutenção do equilíbrio fauna-flora deste ecossistema?**

Essa questão não avaliou o aprendizado de conceitos, definições científicas ou reconhecimento de exemplos práticos de vegetais, e sim a percepção dos alunos para papel dos vegetais como estratégias para evitar impactos ambientais. Essas idéias que relacionam os vegetais aos demais elementos bióticos e abióticos do sistema natural foram trabalhadas ao longo da poesia e dos vídeos de simulação.

Referente ao tema de assoreamento, quarenta e sete alunos (74,6%) refletem em suas respostas a percepção para a relação das plantas com o processo erosivo descrevendo a existência de raízes para fixação da terra do solo, maior estabilidade do mesmo e minimização da força da água das chuvas.

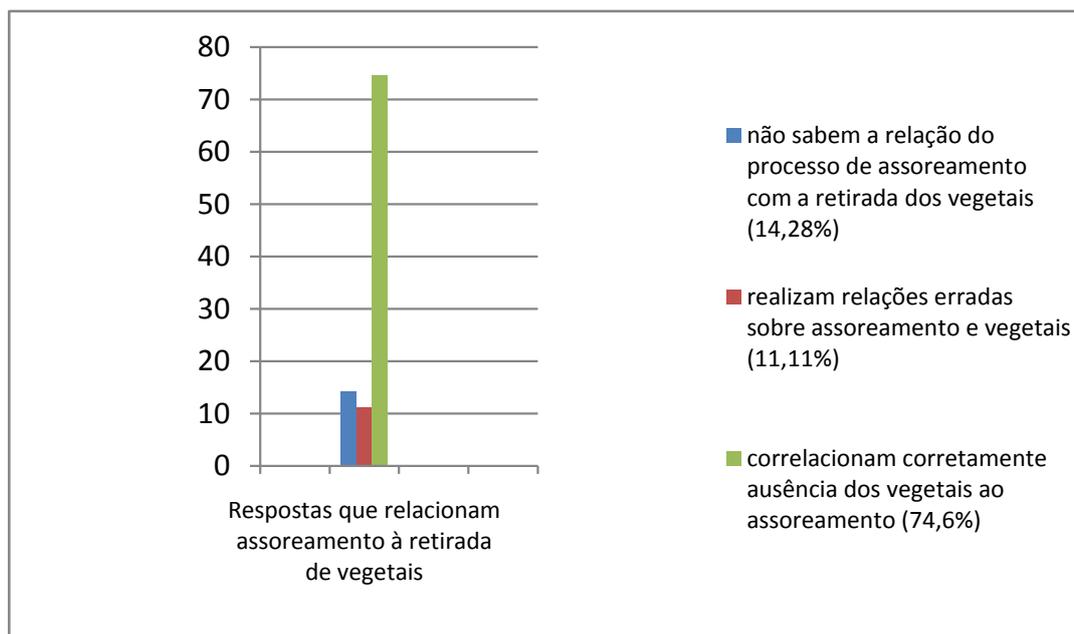
“ Sem as plantas a terra fica solta e entra no rio, que seca.”

“Porque a planta da mata ciliar protege a borda do rio para que a terra não caia e o rio não desapareça”

“As raízes dão mais estabilidade para a terra e também seguram a enxurrada que desce com força.”

“Sem as plantas a terra cai dentro do rio e absorve a água dele que seca”

Dezesseis alunos (25,4%) não relacionam os critérios descritos acima, sendo que nove alunos (14,28%) dizem não saber a relação existente entre a retirada dos vegetais e o assoreamento e sete alunos (11,11%) fazem relações com outros motivos que não se relacionam diretamente ao assoreamento (Figura 31).



**Figura 31:** Respostas que relacionam assoreamento à retirada de vegetais

Referente à importância da existência de vegetais em uma determinada área para a manutenção do equilíbrio fauna-flora do ecossistema, trinta e sete alunos (58,73%) citam as relações existentes entre os vegetais e os demais seres heterotróficos na cadeia alimentar descrevendo os vegetais como fonte de alimento para a sobrevivência de variadas espécies e o aspecto de correlação das adaptações de frutos, sementes e flores. Vinte e dois alunos (34,92%) destacam as relações dos vegetais aos aspectos fisiológicos dos vegetais, descrevendo os processos de fotossíntese e transpiração com ênfase a liberação de oxigênio. Quatro alunos (6,35%) dos alunos deixam as questões em branco.

Dos cinquenta e nove alunos que respondem a questão (93,65%) muitos apresentam mais de uma justificativa para a importância dos vegetais e podendo gerar uma nova classificação para as citações dos vegetais relacionados a impactos ambientais, sendo que quarenta e sete alunos (74,60%) citam as relações dos vegetais com a erosão do solo, o assoreamento dos rios e a perda da diversidade.

“Os vegetais são muito importantes para a alimentação de muitos seres vivos assim como insetos, herbívoros e por isso sua falta pode levar a morte deles”.

“As briófitas absorvem muita água e diminuem a força da água das chuvas”.

**7. Suponha que você tenha chance de apresentar uma palestra sobre desmatamento para madeireiros e pecuaristas de extensão. Elabore resumidamente um texto, utilizando os conceitos botânicos abordados nesta aula, para convencê-los da importância da vegetação local e dos prejuízos do desmatamento para todos os elementos bióticos do ecossistema, inclusive para o homem.**

O tema relacionado nessa questão referente à madeireiros e a pecuaristas foi proposto após a análise do questionário, no qual a maioria dos alunos, 43,6% identificam como desmatamento o impacto ambiental que conhecem envolve a retirada dos Grupos Vegetais.

Segundo Ausubel *et al.* (1980):

Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos (AUSUBEL *et al.*, 1980, p.1).

Assim, após abordarmos o tema desmatamento através das simulações, essa questão foi elaborada visando obter resultados referentes à percepção dos alunos para as interferências antrópicas com os vegetais, que tem como conseqüências alterações nos componentes abióticos e bióticos do ecossistema e que incluam as ações humanas assim como suas conseqüências.

Essa questão envolveu a solução de problemas que segundo Ausubel *et al.* (1980) caracteriza-se por uma Aprendizagem Significativa orientada por hipóteses, exigindo a transformação e reintegração do conhecimento existente para se adaptar a expor idéias que reflitam sua estrutura cognitiva

Dentre os sessenta e três alunos que responderam a questão, todos citam características relacionadas à interferência na cadeia alimentar, percepção que já tinha sido refletida na questão anterior.

O principal destaque dessa análise é que 57,14% das respostas (36 alunos) deixam explícito em suas respostas uma visão menos desapegada aos aspectos puramente ecológicos e se incluem como elementos causadores dos impactos e participantes da teia ambiental como vítima das alterações ambientais.

Segundo Capra (1996) experiências com o mundo natural que aborde os três fenômenos básicos da vida; a teia da vida, o ciclo da natureza e fluxo de energia, permite que os aprendizes tomem consciência de sua participação na teia da vida e que essas experiências

relacionadas a ambientes naturais possam ser transferidos também a lugares que são por eles utilizados.

“está tudo conectado, todos dependem da fotossíntese, que é fonte de energia para sobrevivência dos animais e decompositores do local.”

“...importante pensar que os efeitos do desmatamento voltam para nós mesmos”

“..as conseqüências mais fortes são para a espécie humana que passa por secas, ar poluído, desmoronamento e falta de alimentos.”

“..podem acreditar que os resultados de suas ações vão prejudicar vocês e suas gerações que viveram em um planeta sem plantas e animais.”

“As folhas não poderam mais ser decompostas e os solos ficaram pobres e sem nutrientes para novos vegetais. “

## **8. Que benefícios o estudo dos Grupos Vegetais traz para melhorias em sua vida?**

Antes da aplicação do CD-ROM 30% dos alunos afirmavam não ser importante o estudo da matéria Botânica para sua vida. Após a aplicação do CD-ROM todos os alunos (100%) respondem ser importante o estudo dos Grupos Vegetais e conseguem destacar ao menos duas importâncias diferentes para essa aprendizagem.

Dentre as importâncias destacadas 30% das respostas descrevem importâncias práticas do cotidiano como identificar os vegetais que são fonte de alimento e a utilização de vegetais ornamentais em casa.

“Muito importante para saber que várias coisas que comemos são frutos.”

“Aprendemos a ver em nossas casas o que é cada planta e explicar para a família as diferenças delas.”

Outra variedade das respostas é referente a 15% das respostas que favorecem aspectos fisiológicos como a realização da fotossíntese e liberação do gás oxigênio.

“Muito importante lembrar que são elas que ajudam a liberar o oxigênio para nossa sobrevivência.”

“Para valorizar a fotossíntese que libera o oxigênio para nossa sobrevivência...”

O restante (55%) apresentou respostas voltadas a consciência ambiental. Esse último grupo de citações enfatiza o estudo dos Grupos Vegetais como forma de conhecimento para a importância desses elementos no funcionamento dos ecossistemas.

“Parece que ficamos mais preocupados porque percebemos que sem as plantas as coisas na natureza saem do seu lugar e se desequilibram prejudicando todos que vivem ali e também os que vivem longe.”

“Aprendemos a valorizar o papel que os vegetais possuem no seu ambiente. Não que já não soubesse, mas agora fico com dó de retirar elas pois sei que isso não é pouca coisa e pode ter consequência para todos animais e minerais do ambiente.”

## **6. PROCESSO DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NA UTILIZAÇÃO DO CD-ROM**

Quando comparados os resultados do questionário, que avaliou a estrutura cognitiva do aprendiz antes aplicação do CD-ROM, com as questões avaliativas após a aplicação do CD-ROM, percebeu-se que idéias e proposições botânicas que inexistiam anteriormente, foram identificadas na estrutura cognitiva dos alunos.

Diante desses resultados, que indicaram aquisição de conhecimento botânico pelos alunos, foram discutidas nesse capítulo, características presentes na elaboração e na aplicação do CD-ROM que estão de acordo com os princípios da teoria da assimilação da Aprendizagem Significativa.

Para Ausubel (2000), o conhecimento é significativo por definição. É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos.

Segundo Ausubel *et al.* (1980) a Aprendizagem Significativa envolve principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado.

Os significados avaliados nessa pesquisa estavam relacionados a :Grupos Vegetais (Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas), criptógamas, espermatófitas (semente) e fanerógamas, fruto; os quais foram apresentados através do material de aprendizagem de CD-ROM.

A apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz pressupõe : (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado ‘lógico’) e (2) que a estrutura cognitiva particular do

aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material (AUSUBEL, 2000).

A primeira condição foi defendida no CD-ROM através de uma sequência de etapas de aprendizagens diferentes: poesia, mapa conceitual, jogo interativo, cladograma, vídeos de simulação; já a segunda condição foi garantida com a investigação dos subsunçores, através do questionário que antecedeu a elaboração do material.

Ausubel *et al.* (1980) defende que a aprendizagem por recepção significativa é um processo ativo, pois exige: (1) a análise cognitiva necessária para se averiguarem quais são os aspectos da estrutura cognitiva existente mais relevantes para o novo material potencialmente significativo; (2) algum grau de reconciliação com as ideias existentes na estrutura cognitiva, ou seja, apreensão de semelhanças e de diferenças e resolução de contradições reais ou aparentes entre conceitos e proposições novos e já enraizados; e (3) reformulação do material de aprendizagem em termos dos antecedentes intelectuais e do vocabulário do aprendiz em particular.

Todas essas exigências para a ocorrência foram respeitadas para a elaboração e avaliação do CD-ROM: análise dos subsunçores para elaboração do material, elaboração de mapa conceitual e de etapas de aprendizagem seguindo a reconciliação integrativa, abordagem comparativa entre as diferenças conceituais e a utilização de situações e vocabulários próprio do aprendiz.

Segundo a Aprendizagem Significativa a interação entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz origina significados verdadeiros ou psicológicos. Devido à estrutura cognitiva de cada aprendiz ser única, todos os novos significados adquiridos são, também eles, obrigatoriamente únicos (AUSUBEL *et al.*, 1980).

A origem dos significados verdadeiros foi comprovada nessa pesquisa, através das questões em que os aprendizes puderam reconhecer os Grupos Vegetais presentes em uma vegetação da região e exemplificar os vegetais presentes no seu dia-dia, descrevendo suas diferenças e semelhanças morfológicas e reprodutivas. Essa avaliação ocorreu na fase do jogo interativo e nas questões dissertativa referentes a exemplificar e definir a importância dos vegetais e das estruturas como semente, fruto, água para reprodução, entre outras. Já a particularidade dos novos significados psicológicos de cada aluno foram avaliados no momento em que os alunos expressaram suas percepções sobre preservação dos vegetais

refletindo sobre os diversos impactos antrópicos referentes à interferência nas relações biológicas com os vegetais.

A Aprendizagem Significativa constitui apenas a primeira fase de um processo de assimilação, que consiste na fase sequencial da retenção e do esquecimento. A Teoria da Assimilação explica a forma como se relacionam de modo seletivo, na fase de aprendizagem, novas ideias potencialmente significativas do material de instrução com ideias relevantes, e, também, mais gerais e inclusivas (bem como mais estáveis), existentes (ancoradas) na estrutura cognitiva (Ausubel, 2000).

Assim, segundo a Teoria da Assimilação (AUSUBEL *et al*, 1980) as ideias novas interagem com as ideias relevantes ancoradas e o produto principal desta interação torna-se, para o aprendiz, o significado das ideias de instrução acabadas de introduzir. Estes novos significados emergentes são, depois, armazenados (ligados) e organizados no intervalo de retenção (memória) com as ideias ancoradas correspondentes.

Logo, defendemos que a Aprendizagem Significativa proposta nessa pesquisa foi possível pela ocorrência dos processos de assimilação apresentados no CD-ROM, que garantiram:

1. Ancoragem seletiva do material de aprendizagem às ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva;
2. Interação entre as ideias acabadas de introduzir e as ideias relevantes existentes (ancoradas), sendo que o significado das primeiras surge como o produto desta interação;
3. A ligação dos novos significados emergentes com as ideias ancoradas correspondentes no intervalo de memória (retenção).

A ligação e o armazenamento das ideias recentemente apreendidas com as ancoradas e mais estáveis é considerada parte do processo de retenção. Como é natural, estes novos significados adquiridos com a aplicação do CD-ROM desempenham um papel no aumento de estabilidade, bem como no aumento da força de dissociabilidade associada, que resulta da ligação dos mesmos às ideias ancoradas mais estáveis que lhes correspondem.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Frente às dificuldades levantadas para o ensino de Botânica e a necessidade de formação de alunos ecologicamente alfabetizados, esse trabalho propôs uma metodologia para o Ensino de Botânica relacionado à EA segundo a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.

O grupo de alunos participantes do terceiro ano do Ensino Médio caracterizava-se inicialmente por ter aprendido Botânica principalmente pelo livro didático, mas que indicam preferência por metodologias alternativas com imagens e interatividade, com maior predisposição para as matérias de atuação prática em seu cotidiano. Esses alunos, em sua maioria, eram conhecedores da Botânica e dos Grupos Vegetais, porém apresentavam um aprendizado generalizado sem ter bem definido os conceitos botânicos, as diferenças e semelhanças entre os Grupos Vegetais e seus exemplos do cotidiano. Com referência aos problemas ambientais locais e globais, esse grupo de aluno possuía uma visão ambiental voltada à natureza das matas, onde efeitos de desequilíbrio se apresentam distantes da vivência escolar.

A proposta do material instrucional foi na forma de um CD-ROM, cuja elaboração foi direcionada pelo referencial teórico David Ausubel.

Destacou-se, as inúmeras potencialidades do material instrucional como forma de CD-ROM incluindo motivação do aprendiz, possibilitador de demonstração de simulações que na realidade seriam difíceis de ser visualizadas em tempo real, apresentar uma sequência de estratégias de ensino que incluem organizador prévio, animações como jogo de relações e cladograma filogenético.

O material apresentou uma série de momentos educativos com abordagens variadas como uma poesia ambiental que objetivou refletir as relações dos ecossistemas, um mapa conceitual botânico que favorecia a reconciliação integrativa e a diferenciação progressiva dos conceitos científicos, um cladograma com a evolução filogenética para a classificação dos vegetais e vídeos que simulavam situações de impacto ambiental pela interferência do homem.

Os resultados da aplicação do CD-ROM indicam que ocorreu uma crescente na aprendizagem para os conceitos botânicos como criptógama, sementes e frutos, um maior reconhecimento dos Grupos Vegetais presente no cotidiano do aprendiz, o favorecimento da diferenciação do vegetais pela análise de suas semelhanças e diferenças e maior sensibilização

ambiental diante de ações antrópicas que desencadeiam efeitos diversos incluindo o homem como agente e pertencente das alterações.

Entretanto, diante da grande quantidade de dados acumulados no decorrer da pesquisa, sugere-se que trabalhos subseqüentes ocorram visando aperfeiçoar o material. Entre eles uma atividade mais específica sobre a evolução filogenética dos vegetais, para trabalhar os termos filogenéticos e os critérios de elaboração do cladograma para os Grupos Vegetais. Outra sugestão seria a elaboração de uma sequência didática para os docentes a fim de orientá-los na aplicação do material visando maiores potencialidades do mesmo.

## **8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

AMORIM, D. S. de. *Fundamentos de Sistemática Filogenética*. Editora Holos, 2002.

ALVES, S.B.F.; CALDEIRA, A.M.A. *Biologia e ética: um estudo sobre a compreensão e atitudes de alunos do Ensino Médio frente ao tema genoma/DNA*. Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, vol. 7, 2005.

AUSUBEL, D. P. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Tradução para o português do original *Educational psychology: a cognitive view*. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

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

ÁVILA, F. B. de S.J. *Pequena Enciclopédia de Moral e Civismo*. Rio de Janeiro, M.E.C., 1967.

BEZERRA, T.M.O. & GONÇALVES, A.A.C. *Concepções de meio ambiente e educação ambiental por professores da Escola Agrotécnica Federal de Vitória de Santo Antão-PE*. Biotemas, 20 (3): 115-125, 2007.

BORDENAVE, J.D. & PEREIRA, A.M. *Estratégias de Ensino-aprendizagem*. Petrópolis, Vozes, 2002.

BORGES R.M.R. & LIMA V.M.R. *Tendências contemporâneas do Ensino de Biologia no Brasil*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 6 Nº 1, 2007.

BRASIL, Ministério da Educação do Brasil. *Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino Médio*. Brasília: MEC, 2001.

BRASIL. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL *Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio* (PCNEM). Brasília: MEC/SEF, 2000.

CAPRA, F. (prefácio); STONE, M. K.; BARLOW, Z. (orgs.); ORR, D.W. (prólogo); DUAİLBI, M. (prefácio à edição brasileira); FISCHER, C. (tradução). *Alfabetização ecológica: a educação das crianças para um mundo sustentável*. São Paulo: Cultrix, 2006.

CAPRA, A *Teia da Vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. Tradução Newton Roberval Eicheberg. Título Original: *the web of life: a new scientific understanding of living systems*. São Paulo: Cultrix, 1996.

CARVALHO, I.C.M. *Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico*. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2008.

DELIZOICOV, D. *Pesquisa em Ensino de Ciências como Ciências Humanas Aplicadas*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Florianópolis, v. 21, p. 145 – 175, 2004.

DIAS, G.F. *Educação Ambiental: Princípios e Práticas*. 2. Ed. rev. e ampl. São Paulo: Gaia, 1993.

FERREIRA, A.M. & SOARES, C.A.A.A. *Aracnídeos peçonhentos: análise das informações nos livros didáticos de Ciências*. Ciência & Educação, v. 14, n. 2, p. 307-324, 2008.

FERREIRA, S.F.; BRITO, S.V.; RIBEIRO, S.C.; SALES, D.L.; ALMEIDA, W.O. *A zoologia e a botânica do ensino médio sob uma perspectiva evolutiva: uma alternativa de ensino para o estudo da biodiversidade*. Cad. Cult. Ciênc. V.2 N. 1 p. 58 -6 6, 2008.

HENNIG, W. G. *Phylogenetic systematics*. Urbana: University of Illinois Press, 1966.

KENSKI, V.M. *Tecnologias e Ensino presencial e a distância*. 6ª Edição. Campinas, SP: Papirus, 2008.

KRASILCHIK, M. *Prática de Ensino de biologia*. 4. ed. 2 Reimp. São Paulo: Edusp, 2008.

LEFF, E. (Org.). *A complexidade ambiental*. São Paulo: Cortez, 2003.

LOPES, S. *Bio*. Editora Saraiva, São Paulo, 2002 v. 2.

MARINHO, S.P.P. & SIMÕES, A.M. *O Ensino de Ciências no Brasil – problemas e desafios*. BIOS, 1:31-41, 1993.

MARQUES, M. O. *Aprendizagem na mediação social do aprendido e da docência*. Ijuí: Unijuí, 2000.

MEGID-NETO, J.; FRACALANZA, H.; FERNANDES, R. C. A. *O que sabemos sobre a pesquisa em Educação em Ciências no Brasil (1972-2004)*. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5, 2005: Bauru/SP. Atas CD-ROM, Bauru: Abrapec, 2005.

MELO, J.R.; CARMO, E.M. *Investigação sobre ensino de genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre publicações científicas*. Ciência & Educação, v. 15, n. 3, p. 593-611, 2009

MORAN, J.M., MASSETO, M.T., BEHRENS, M.A. *Novas Tecnologias e mediação pedagógica*. 13<sup>o</sup> Edição. Editora Papirus, 2007.

MORIN, E. *Introdução ao pensamento complexo*. Editora Meridional/Sulina, 2005.

MORTIMER, E. F. *Uma agenda para pesquisa em educação em ciências*. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 1, p. 25-35, 2002.

MOREIRA, A. M. *Aprendizagem significativa crítica*. Versão revisada e estendida de conferência proferida no III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche). Publicada nas Atas desse Encontro, p.p. 33- 45, com o título original de *Aprendizagem significativa subversiva*. 11 a 15 de setembro de 2000.

MOREIRA, A. M. & MASINI, E.F.S. *Aprendizagem Significativa: a Teoria de David Ausubel*. 2<sup>o</sup> Edição São Paulo: Centauro, 2006.

NARDI, R. *A educação em ciências, a pesquisa em Ensino de ciências e a formação de professores no Brasil*. In: ROSA, M. I. P. (Org.). *Formar: encontros e trajetórias com professores de ciências*. São Paulo: Escrituras. p. 89-141, 2005.

NASCIMENTO, T.G. & ALVETTI, M.A.S. *Temas científicos contemporâneos no Ensino de Biologia e Física*. Ciência & Ensino, vol. 1, n. 1, 2006.

NOVAK, J. D. & GOWIN, B. *Aprender a aprender*. Lisboa – Portugal: Plátano, 1999.

NOVAK, J.D. *Understanding the process and effectiveness of teaching methods in the classroom, laboratory and field*. Science Education, 60(4):493-512, 1976.

OLIVEIRA, R.O. *A comunicação Educativa em Ambientes Virtuais: um modelo de design de dispositivos para o Ensino-aprendizagem na universidade*. Instituto de Educação e Psicologia – Campus de Gualtar. Universidade do Minho 1<sup>a</sup> edição, 500 Exemplares. Braga, 2004.

OLIVEIRA, C. de O. *Introdução à Biologia Vegetal*. 2. Ed. Rev. Ampl. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2003.

PEGORARO, J. L. *Educação ambiental: a temática da flora, da fauna e dos ambientes naturais (expressões da biodiversidade) a partir da educação formal*. Dissertação (Mestrado em Ciências)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B. *Aprendizagem e Ensino: conhecimento de célula, estrutura e função do material genético apresentado por estudantes do 3<sup>o</sup> ano do Ensino Médio*. Arquivos da APADEC, vol. 8 (supl.), versão CD-ROM, 2004.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B; MOREIRA, A.L.O.R; NUNES, W.M. de C. *Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do Ensino Médio sobre transgênicos*. Ciência & Educação (Bauru). vol.14 no.1 Bauru, 2008.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B. MOREIRA A. L. O. R.; RIBEIRO A. C. *Ensino e aprendizagem de Biologia no Ensino Médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. *Biologia Vegetal*. Editora Guanabara, 2001.

ROSA, P.R.S. *Instrumentação para o Ensino de Ciências*. Departamento de Física – UFMS, no prelo a ser publicado pela Editora da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2008.

REIGOTA, M. *Meio ambiente e representação social*. 5ª ed. São Paulo: Cortez, 2002.

OLIVEIRA, A.L. de; OBARA, A.T.; RODRIGUES, M.A. *Educação ambiental: concepções e práticas de professores de ciências do Ensino fundamental*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Vol. 6, Nº3, 471-495, 2007.

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O.; CALDEIRA, A.M. de A. *A dimensão estética sobre as florestas tropicais no Ensino de ecologia (Aesthetic dimension about tropical forest in ecology teaching)*. Investigações em Ensino de Ciências – V14(2), pp. 163-189, 2009.

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. *O Ensino de ecologia e a experiência estética no ambiente natural: considerações preliminares*. Ciência e Educação (UNESP), V15, p. 393-412, 2009.

SILVA, P.G.P. da. *As ilustrações botânicas presentes nos livros didáticos de ciências: a representação impressa à realidade*. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2004.

SILVA, P.G.P. da; CAVASSAN, O. *A representatividade das ilustrações botânicas presentes nos livros didáticos de ciências no processo de Ensino e aprendizagem*. In: Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia, São Paulo: FEUSP, 2002. 1 CD-ROM.

SILVA P.G.P da & CAVASSAN, O. *A influencia da imagem estrangeira para o estudo da Botânica no Ensino Fundamental*. Revista Brasileira de Pesquisa em educação em Ciências (RBPEC). Vol. 5 Num. 1, 2005.

SILVA, P.G.P da & CAVASSAN, O. *Avaliação das aulas práticas de botânica em ecossistemas naturais considerando-se os desenhos dos alunos e os aspectos morfológicos e cognitivos envolvidos*. Revista Ciências Humanas (MIMESIS) Bauru, v. 27, n. 2, p. 33-46, 2006.

SILVA, M.L.; CAVALLET, V.J.; ALQUINI, Y. *Contribuição à reflexão sobre a concepção de Natureza no Ensino de Botânica*. R. bras. Est. pedag., Brasília, v. 86, n. 213/214, p. 110-120, 2005.

SLONGO, I.I.P. & DELIZOICOV, D. *Um panorama da produção acadêmica em Ensino de Biologia desenvolvida em programas nacionais de pós-graduação*. Investigações em Ensino de Ciências – V11(3), p.323-341, 2006.

SOUZA, P.R. (org.). *Coleção Valorizando a Biodiversidade no Ensino de Botânica*. Campo Grande: Ed. UFMS, 2006.

TAVARES, R. *Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem*. IV ESUD – Congresso de Ensino Superior a Distância – Brasília. 2006.

TEIXEIRA, P.M.M & MEGID- NETO, J. *Investigando a Pesquisa Educacional. Um estudo focando dissertações e teses sobre o Ensino de biologia no Brasil*. Investigações em Ensino de Ciências, Vol 11, número 2, p. 261-282, 2006.

VASCONCELOS, A.L.S.; COSTA, C.H.C.; SANTANA, J.R.; CECCATTO, V.M. *Importância da abordagem prática no ensino de biologia para a formação de professores (licenciatura plena em ciências/ habilitação em biologia/química - UECE) em Limoeiro do Norte – CE*. In: 6ª Semana Universitária da UECE, 2002, Fortaleza-CE. Disponível em: <<http://www.multimeios.ufc.br/arquivos/pc/congressos/congressos-importancia-da-abordagem-pratica-no-ensino-de-biologia.pdf>>. Acesso em: 06 jul 2010.

## **Anexos**

### **Anexo1**

## **Glossário Botânico**

**Referência: Raven *et al.*, 2001.**

Alternância de geração: um ciclo reprodutivo no qual uma fase haplóide (n), o gametófito, produz gametas que, após unirem-se em pares para formar um zigoto, germina produzindo uma fase diplóide (2n), o esporófito. Os esporos produzidos por divisão meiótica pelo esporófito dão origem a novos gametófitos, completando o ciclo.

Amido (do inglês medieval: *Sterchen*, endurecer): Carboidrato complexo e insolúvel; é a principal substância de reserva das plantas; é composto de mais de mil unidades de glicose.

Andro- (do grego: *andos*, homen): Prefixo que significa “masculino”. Androceu (do grego: *andros*, masculino + *oikos*, casa): (1) Verticilo floral que contém os estames; (2) nas hepáticas folhosas é uma protuberância que contém os anterídios.

Angiosperma (do grego: *angeion*, urna + *sperma*, semente): Literalmente, uma semente produzida em um carpelo. Conseqüentemente, esse grupo de plantas tem as sementes formadas dentro de um ovário desenvolvido (fruto).

Anisogamia (do grego: *aniso*, desigual + *gamos*, casamento): A condição de ter gametas móveis desiguais.

Antera (do grego: *anthos*, flor): A parte do estame que porta os grãos de pólen.

Anterídio: Uma estrutura que produz gametas masculinos (anterozóides) e que pode ser unir ou multicelular.

Anterozóide: Célula sexual masculina; gameta masculino móvel, menor que o gameta feminino; ocorrem em algas, fungos, briófitas, pteridófitos e algumas gimnospermas.

Arquegônio: Uma estrutura multicelular na qual é produzida apenas uma oosfera; é encontrado em briófitas e em algumas plantas vasculares.

Árvore: Planta lenhosa perene, geralmente com um único eixo caulinar (tronco).

Autótrofo (do grego: *autos*, o próprio, sozinho + *trophos*, alimentar-se): Um organismo que é capaz de sintetizar as substâncias nutritivas por ele requeridas a partir de substâncias inorgânicas obtidas do seu ambiente. Ver também heterótrofo.

Bioma: Um complexo de comunidades terrestres com uma extensão muito ampla, caracterizada pelo seu clima e solo; a maior unidade ecológica.

Biosfera: A zona de ar, terra e água na superfície da Terra que é ocupada por organismos.

Biótico: Relativo à vida.

**Briófitas:** Os membros dos filos de plantas não-vasculares; os musgos os antóceros e as hepáticas.

**Cadeia alimentar, teia alimentar:** Uma cadeia de organismos existente em qualquer comunidade natural, tal que cada elo da cadeia alimentar-se do elo que está abaixo e serve de alimento para o que está acima; raramente há mais que seis elos numa cadeia, com os organismos autótrofos na base e os maiores carnívoros no ápice.

**Cálice (do grego: kalyx, casca, xícara):** Termo usado para designar o conjunto das sépalas; o verticilo floral externo.

**Carpelo (do grego: karpos, fruto)** Um dos constituintes do gineceu ou verticilo floral interno. Cada carpelo encerra um ou mais óvulos. Um ou mais carpelos compõem o gineceu.

**Casca:** Um termo não-técnico aplicado para todos os tecidos localizados externamente ao cambium vascular em caules lenhosos. Ver também casca externa e casca interna.

**Casca Externa:** Em árvores mais velhas, corresponde à porção morta da casca; a periderme mais interna e todos os tecidos externos a ela também chamada ritidoma.

**Casca Interna:** Em árvores mais velhas, corresponde à porção viva da casca; casca situada na porção mais interna da periderme.

**Caule:** A parte do eixo das plantas vasculares que está acima do solo, bem como as porções anatomicamente similares que ficam abaixo do solo, tais como rizomas e cormos.

**Celulose:** Um carboidrato; o principal componente da parede celular das plantas e de alguns protistas; um carboidrato complexo e insolúvel formado por microfibrilas de moléculas de glicose unidas cauda a cauda.

**Ciclo de vida:** Toda a seqüência de fases no crescimento e desenvolvimento de qualquer organismo desde a formação do zigoto até a formação dos gametas.

**Cladística:** Sistema para a classificação dos organismos, seguindo uma análise de suas características primitivas e derivadas, de tal maneira que suas relações filogenéticas serão refletidas com mais rigor.

**Clado:** Uma linha evolutiva dos organismos.

**Cladograma:** Um diagrama construído com linhas que sucessivamente se ramificam, sugerindo relações filogenéticas entre organismos.

**Clorofila:** (do grego: chloros, verde + phyllon, folha): O pigmento verde das células vegetais, o qual é receptor de energia luminosa na fotossíntese; também encontrado em algas e bactérias fotossintetizantes.

**Cloroplasto:** Um plastídio no qual estão contidas as clorofilas; o sítio da fotossíntese. Os cloroplastos ocorrem em plantas e algas.

**Competição:** Interação entre membros da mesma população ou de duas ou mais populações para obter recursos de que ambos necessitam e cuja disponibilidade é limitada.

**Comunidade:** Todos os organismos que habitam um mesmo ambiente e interagem uns com os outros.

**Consumidor:** Em ecologia, diz-se de um organismo que obtém seu alimento a partir de outro organismo.

**Criptógamas:** Um termo antigo que engloba todos os organismos exceto as plantas floríferas (fanerógamas), animais e protistas heterótrofos.

**Decompositores:** Organismos (bactérias, fungos, protistas heterótrofos) num ecossistema que decompõem a matéria orgânica em moléculas menores, que são então recicladas.

**Dicotiledônea:** Termo obsoleto, usado para refletir todas as angiospermas, com exceção das monocotiledôneas; caracteriza-se por ter dois cotilédones; ver eudicotiledôneas e magnólídeas.

**Dióico (do grego: di, dois + oikos, casa):** Unissexuado; que tem os elementos masculinos e femininos (ou estames e óvulos) em indivíduos diferentes da mesma espécie.

**Diplóide:** Aquele que possui conjuntos de cromossomos; o número cromossômico  $2n$  (diplóide) é característico da geração esporofítica.

**Dormência (do latim: dormire, dormir):** Uma condição especial de interrupção do crescimento na qual a planta ou partes da planta, tais como gemas e sementes, não iniciam seu crescimento sem um sinal específico do ambiente. A ausência de tais sinais, que incluem a exposição ao frio e fotoperíodo adequado, impede a quebra da dormência, mesmo em condições ambientais aparentemente favoráveis ao crescimento.

**Dupla fecundação:** A fusão da oosfera e o gameta masculino (resultando num zigoto,  $2n$ ) e fusão simultânea do segundo gameta masculino com os núcleos polares (resultando, tipicamente, no núcleo primário do endosperma,  $3n$ ); uma característica exclusiva de todas as angiospermas.

**Eco- (do grego: oikos, casa):** Prefixo que significa “casa” ou “moradia”.

**Ecologia:** O estudo das interações dos organismos com seu ambiente físico e uns com os outros.

**Ecossistema:** O principal sistema de interação, envolvendo tanto os organismos vivos quanto os seus ambientes físicos.

Embrião (do grego: em, dentro + bryein, inchar): Uma planta esporofítica jovem, antes do início de um período de crescimento rápido (germinação nas plantas com sementes).

Embriófitos: As briófitas e as plantas vasculares, as quais formam embriões; um sinônimo para plantas.

Embriogênese: Desenvolvimento de um embrião a partir de uma oosfera fecundada, ou zigoto; também chamada embriogenia.

Endosperma (do grego: endon, dentro + sperma, semente): Um tecido que acumula reservas, que se desenvolve da união do núcleo de um gameta masculino e dos núcleos polares da célula central: é consumido pelo esporófito em crescimento, tanto antes da maturação da semente quanto depois dela; é encontrado apenas nas angiospermas.

Escarificação: Processo de seccionar ou amolecer o envoltório de uma semente para acelerar a germinação.

Espécie (do latim: species, tipo): Um tipo de organismo; as espécies são designadas por nomenclatura binomial escrita em itálico.

Espermatófita (do grego: sperma, semente + phyton, planta): Planta com sementes. Corresponde às fanerógamas.

Esporófitos: O que produz esporos; indivíduo em fase diplóide (2n) num ciclo de vida caracterizado pela alternância de gerações.

Estame (do latim: stamen, filamento): A partir da flor que produz os grãos de pólen, constituída (em geral) de antera e filete; em conjunto, os estames formam o androceu.

Estigma: (1) A região do carpelo que serve como uma superfície receptora para os grãos de pólen e sobre a qual eles germinam; (2) estrutura sensível à luz, encontrada em alguns tipos de algas. Ver mancha ocelar.

Estilete (do grego: stylos, coluna): Uma coluna mais delgada de tecido que ocorre na porção superior do ovário e através da qual os tubos polínicos crescem.

Estômato (do grego, stoma, boca): Abertura muito pequena circundada por células-guarda na epiderme das folhas e caules, através da qual passam gases; termo também usado para designar o aparelho estomático inteiro: as células-guarda e poro formado por elas.

Estróbilo (do grego: strobilos, um cone): Estrutura reprodutora que consiste em um certo número de folhas modificadas (esporofilos) ou escamas, que estão agrupadas na porção terminal de um ramo caulinar. Os esporofilos portam microesporângios ou megasporângios: escamas portam óvulos. Ocorrem em muitos tipos de gimnospermas, licófitas e esfenófitas. É também chamado cone.

Eucarioto (do grego: eu, verdadeiro + karyon, núcleo): Uma célula que apresenta membrana ao redor do núcleo, organelas envolvidas por membranas e cromossomos nos quais o DNA está associado com proteínas; um organismo composto de tais células. Plantas, animais, fungos e protistas são os quatro reinos dos eucariotos.

Eudicotiledonêas: Uma das duas principais classes de angiospermas, Eudicotoledôneas; inicialmente agrupadas com o nome de dicotiledôneas às magnolídeas, um grupo bem definido de plantas floríferas primitivas.

Fanerógama: Ver espermatófito.

Fecundação: A fusão de gametas nucleados para formar um zigoto diplóide.

Fecundação cruzada: a fusão de gametas formados por indivíduos diferentes; o oposto de autofecundação. Ver exocruzamento.

Filete: (1) A haste de um estame; (2) termo usado para descrever os corpos ou segmentos filiformes de certas algas ou fungos.

Filogenia (do grego: phylon, raça, tribo): Relações evolutivas entre organismos; a história do desenvolvimento de um grupo de organismos.

Floema (do grego: phools, casca): Tecido condutor de seiva elaborada das plantas vasculares, o qual é composto por elementos crivados, vários tipos de células parenquimáticas, fibras e esclereides.

Flor: A estrutura reprodutora nas angiospermas; uma flor completa inclui cálice, corola, androceu (estames) e gineceu (carpelos), mas todas as flores possuem pelo menos um estame ou um carpelo.

Flor bissexuada: Uma flor que tem pelo menos um estame e um carpelo funcionais.

Flor completa: Uma flor que tem quatro verticilos de partes florais: sépalas, pétalas, estames e carpelos.

Folha: O apêndice lateral principal do caule; muito variável tanto em estrutura quanto em função; a folha é um órgão para a fotossíntese.

Fotossíntese (do grego: photos, luz + syn, junto + tithenai, colocar): A conversão da energia luminosa em energia química. A produção de carboidratos a partir do dióxido de carbono e água na presença de clorofila usando energia luminosa.

Fruto: Em angiospermas corresponde ao ovário (ou grupo de ovários) desenvolvido, que contém as sementes, junto com quaisquer outras partes adjacentes que possam estar fundidas a eles na maturidade; algumas vezes o termo é aplicado informal e erroneamente como “corpo de frutificação” às estruturas reprodutoras de outros tipos de organismos.

**Gameta** (do grego: gamete, esposa): Uma célula reprodutora haplóide; os gametas fundem-se aos pares, formando os zigotos, que são diplóides.

**Gameta feminino**: Célula sexual feminina. Ver também oosfera.

**Gameta masculino**: Célula sexual masculina, menor que o gameta feminino. Também chamado núcleo espermático. Ver também anterozóide.

**Gametófito**: Em plantas que têm alternância de gerações, a geração ou fase haplóide (n), produtora de gametas.

**Grão de pólen**: Microgametófito (gametófito masculino) maduro ou imaturo; os grãos de pólen ocorrem em plantas com sementes.

**Habitat** (do latim: habitare, habitar): O ambiente de um organismo; o local onde ele é normalmente encontrado.

**Haplóide** (do grego: haploos, único): Diz-se de organismo que possui um único conjunto cromossômico (n), ao contrário dos diplóides (2n).

**Herbívoro**: Que se alimenta de plantas.

**Hermafrodita** (do grego: para Hermes e Afrodite): Organismo que possui simultaneamente órgãos reprodutores masculinos e femininos.

**Heterótrofos** (do grego: heteres, diferente + trophos, alimentar): Um organismo que não pode produzir compostos orgânicos e assim deve alimentar-se de matéria orgânica originada de outras plantas e animais; ver também autótrofo.

**Hormônio** (do grego: hormaein, estimular): Uma substância orgânica produzida normalmente em quantidades diminutas em alguma parte do organismo, da qual é transportada para outra região na qual exerce um efeito específico; os hormônios funcionam como sinais químicos altamente específicos entre as células.

**Isogamia**: Um tipo reprodução sexuada na qual os gametas (ou gametângios) são semelhantes em tamanho; é encontrada em algumas algas e fungos.

**Legume** (do latim: legumen, planta leguminosa): (1) Um membro das Fabaceae, a família da ervilha e do feijão; (2) um tipo de fruto simples, seco, derivado de um carpelo e que se abre ao longo de seus dois lados.

**Macronutrientes** (do grego: makros, grande + do latim: nutrire, alimentar): Elementos químicos inorgânicos necessários em grandes quantidades para o crescimento das plantas, tais como nitrogênio, o potássio, o cálcio, o fósforo, o magnésio e o enxofre.

**Meiose** (do grego: meioun, tomar menor): As duas divisões nucleares sucessivas nas quais o número cromossômico é reduzido do nível diplóide (2n) para o haplóide (n), ocorrendo à

segregação dos genes; como resultados da meiose podem ser produzidos gametas ou esporos (em organismos com alternância de gerações).

**Meristema** (do grego: merizein, dividir): O tecido indiferenciado de uma planta, perpetuamente jovem, do qual novas células se originam.

**Micorriza**: Uma associação simbiótica entre certos fungos e raízes de plantas; características da maioria das plantas vasculares.

**Micronutrientes** (do grego: mikros, pequeno + do latim: nutrire, alimentar): Elementos químicos inorgânicos requeridos apenas em quantidades muito pequenas ou traços, necessários para o crescimento da planta, tais como o ferro, o cloro, o cobre, o manganês, o zinco, o molibdênio, o níquel e o boro.

**Monocotiledônea**: Uma planta cujo embrião tem um cotilédone; uma das duas grandes classes de angiospermas, Monocotyledoneae.

**Monofiético**: Diz-se de um táxon que descende de um único ancestral.

**Monóico** (do grego: monos, único + oikos, casa): Planta que tem flores pistiladas e estaminadas num mesmo indivíduo.

**Morfologia** (do grego: mophe, forma + logos, tratado): O estudo da forma e seu desenvolvimento.

**Oogamia**: Reprodução sexuada na qual um dos gametas (a oosfera) é grande e imóvel e outro gameta (gameta masculino) é menor e móvel.

**Oofera**: Gameta feminino imóvel, geralmente maior que o gameta masculino da mesma espécie.

**Óvulo** (do latim: ovulum, pequeno ovo): Uma estrutura, nas plantas com sementes, que contém o gametófito feminino com a oosfera, envolta pelo núcleo e um ou dois tegumentos; após a fecundação, o óvulo transforma-se em semente.

**Parafilético**: Pertencente a um táxon que exclui as espécies que partilham um ancestral em comum com as espécies incluídas no táxon.

**Parede celular**: A chamada rígida, mais externa, das células, encontrada em plantas, em alguns protistas e na maioria dos procariotos.

**Parede celular primária**: A chamada de parede depositada durante o período de crescimento da célula.

**Parede celular secundária**: A chamada mais interna da parede celular, formada em certas células após ter cessado o alongamento destas. As paredes secundárias têm uma estrutura microfibrilar altamente organizada.

Perene (do latim: per, através + annuus, em um ano): Uma planta na qual as estruturas vegetativas persistem ano após ano.

Pétala: Parte da flor, geralmente com colorido conspícuo; uma das unidades da corola.

Planta vascular: Uma planta que tem xilema e floema; também chamada traqueófito.

Polifilético: Que pertence a um táxon cujos membros são derivados de um ou mais ancestrais, que são comuns a todos os membros desse táxon.

Polinização: Nas angiospermas, é a transferência do pólen de uma antera para o estigma. Nas gimnospermas, é a transferência do pólen de um estróbilo masculino diretamente para um óvulo.

Radícula (do latim: radix, raiz): Raiz embrionária.

Raiz: Eixo de uma planta, geralmente descendente e subterrâneo, que serve para ancorar a planta e absorver e conduzir água e sais minerais para o seu interior.

Reprodução assexuada: Qualquer processo reprodutivo, tal como fissão ou brotamento, que não envolve a união de gametas.

Reprodução sexuada: Fusão de gametas seguida de meiose e recombinação em algum momento do ciclo de vida.

Reprodução vegetativa: (1) Em plantas com sementes, é o processo de reprodução por qualquer outro meio que não utilize sementes; apomixia; (2) em outros organismos, é a reprodução por intermédio de esporos vegetativos, fragmentação ou divisão das células somáticas. A não ser que ocorra uma mutação, cada célula filha ou indivíduo descendente é geneticamente igual a seu ancestral.

Respiração: Processo intracelular no qual as moléculas, particularmente o piruvato, são oxidadas, com a liberação de energia o ciclo de Krebs. A quebra completa do açúcar ou outros compostos orgânicos em dióxido de carbono e água é chamada respiração aeróbica, apesar dos primeiros passos desse processo serem anaeróbicos.

Rotação de cultura: A prática de plantar diferentes culturas em sucessão regular para ajudar no controle de insetos e doenças, para aumentar a fertilidade do solo e diminuir a erosão.

Seiva: Nome aplicado aos conteúdos fluidos do xilema ou do floema.

Semente: Estrutura formada pela maturação o óvulo nas fanerógamas após a fecundação.

Sépala (do latim: sepalum, uma cobertura): Uma das estruturas florais mais externas; a unidade do cálice; as sépalas em geral envolvem as outras partes florais no botão.

Sucessão: Em geral, é a progressão ordenada de mudanças na composição da comunidade, que ocorre durante o desenvolvimento da vegetação em qualquer área, desde a colonização inicial até o estabelecimento do clímax típico de uma dada área geográfica.

Talófitas: Termo anteriormente usado para designar coletivamente algas e fungos. Atualmente está quase totalmente abandonado.

Táxon: Termo geral para qualquer uma das categorias taxonômicas, tais como espécies, classe, ordem ou filo.

Taxonomia (do grego: taxis, ordenamento + nomos, lei): Ciência da classificação dos organismos.

Tecido: Grupo de células semelhantes organizadas dentro de uma unidade funcional ou estrutural.

Tépala: Uma das unidades do perianto quando este não está diferenciado em cálice e corola.

Variedade: Grupo de plantas ou animais de categoria inferior a espécie. Alguns botânicos vêem variedades como equivalentes a subespécies, enquanto outros as consideram como divisões de subespécies.

Vascular (do latim: vasculum, um pequeno vaso): Pertencente a qualquer tecido ou região do vegetal que tem tecidos condutores ou que dá origem a estes; relativo a tecidos condutores; por exemplo, xilema, floema e câmbio vascular.

Vaso (do latim: vasculum, pequeno vaso): Estrutura do xilema semelhante a um tubo, composta por células alongadas (elementos de vaso) unidas pelas extremidades e conectadas por perfurações. Sua função é conduzir água e sais minerais pelo corpo da planta. Encontrado em quase todas as angiospermas e algumas outras plantas vasculares (por exemplo, gnetófitas).

Xerófita (do grego: xeros, secos + phyton, planta): Planta adaptada a habitats áridos.

Xilema (do grego: xylon, madeira): Tecido vascular complexo, através do qual a maior parte da água e dos sais minerais é conduzida na planta; é caracterizado pela presença de elementos traqueais.

Zigoto (do grego: zygotos, par, união de dois): Célula diplóide (2n) resultante da fusão dos gametas masculino e feminino.

## **Anexo2**

### **Glossário referente à Teoria da Aprendizagem Significativa**

**Referência: Ausubel *et al.*, 1980.**

Aprendizagem combinatória: aprendizagem do significado de um novo conceito ou proposição que não pode ser relacionada a nenhuma idéia relevante particular na estrutura cognitiva, mas pode ser relacionada com um fundo amplo de um conteúdo genericamente relevante na estrutura cognitiva.

Aprendizagem mecânica: aquisição de associações arbitrárias literais em situações de aprendizagem nas quais o próprio material de aprendizagem não pode ser relacionada não arbitrariamente ou substantivamente à estrutura cognitiva (isto é, não possui “significado lógico”) ou no qual o aprendiz apresenta uma disposição para uma aprendizagem não significativa. (Veja também aprendizagem significativa.)

Aprendizagem pela descoberta: tipo de aprendizagem na qual o conteúdo principal de que se deve ser aprendido não é dado (ou apresentado), mas deve ser descoberto pelo aluno antes que ele possa assimilá-lo à sua estrutura cognitiva. (Veja também aprendizagem receptiva)

Aprendizagem Proposicional: aprendizagem do significado específico de uma nova idéia ou proposição que expressa em forma de sentença; aquisição de um significado específico derivado de dois ou mais conceitos, mais constituindo mais do que a soma destes por causa das propriedades “semânticas” da ordem e inflexão de palavras (sintaxe).

Aprendizagem receptiva: tipo de aprendizagem na qual todo o conteúdo do que se deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em forma mais ou menos final. Relaciona-se com um continuum recepção versus descoberta como distinto do continuum recepção versus descoberta como distinto do continuum aprendizagem mecânica versus aprendizagem significativa.

Aprendizagem representacional ou de vocabulário: aprender o significado de um conceito, símbolo ou o que representa; inclui o “nomear” objetos particulares, eventos ou idéias desconhecidas pelo aprendiz.

Aprendizagem significativa: aquisição de novos significados; pressupõe uma disposição para a aprendizagem significativa e uma tarefa de aprendizagem potencialmente significativa (isto é, uma tarefa que pode ser relacionada de modo não arbitrário e substancial àquilo que o aprendiz já conhece). Parte do continuum aprendizagem mecânica versus aprendizagem significativa e distinta do continuum recepção versus descoberta.

Aprendizagem subordinada: aprende o significado de um novo conceito ou proposição que pode abranger idéias relevantes particulares e menos inclusivas já presentes na estrutura cognitiva.

Aptidões criativas, gerais: constelação geral de traços intelectuais, variáveis de personalidade, traços de solução de problemas apoiadores (por exemplo, flexibilidade, sensibilidade de problemas, aptidão de pensamento divergente, mente aberta, espírito de aventura, independência de julgamento) que ajudam a expressão de potencialidades criativa, mas que não são expressivos da própria criatividade (que ocorre numa determinada área ou áreas substantivas).

Aquisição ou aprendizagem de conceitos: aprendizagem do significado de um conceito, isto é, a aprendizagem do significado de seus atributos criteriosais; inclui a formação e a assimilação de conceito.

Assimilação: relação entre uma(s) idéia(s) potencialmente significativa(s) e uma(s) idéia(s) relevante(s) existente(s) na estrutura cognitiva, o armazenamento do novo significado adquirido em ligação com as idéias de esteio a que está relacionado no curso da aprendizagem, e a sua redução subsequente e falta de dissociabilidade.

Assimilação de conceitos: aquisição de novos significados de conceitos por meio de um processo de aprendizagem de retenção; o aprendiz recebe os atributos criteriosais do conceito mediante uma definição ou pelo contexto.

Choque de aprendizagem: resistência e confusão cognitiva inicial gerada por uma exposição a um material de aprendizagem novo que aumenta o limiar da disponibilidade imediatamente após a aprendizagem; a dissipação gradual do choque da aprendizagem resulta num aumento aparente na retenção numa testagem posterior, a despeito de uma perda de força de dissociabilidade (isto é, o fenômeno da reminiscência)

Ciência aplicada: qualquer ciência, como a psicologia educacional, que se orienta a fins práticos que possuem valor social. Possui o seu próprio corpo independente de teoria e metodologia que é tão básico como nas ciências “puras”, mas é formulado em termos que são tanto menos gerais como mais relevantes aos problemas aplicados no seu campo.

Cognação: termo genérico referente a processos mentais superiores como a aprendizagem representacional, a aquisição de conceitos, a aprendizagem proporcional (compreensão de sentenças), a resolução significativa de problemas, o pensamento, a retenção significativa, o julgamento e assim por diante; oposto à percepção (que envolve a geração de um conteúdo imediato de consciência a partir do insumo sensorial) e a forma mais simples de

aprendizagem como condicionamento, a aprendizagem mecânica, a aprendizagem sensorimotora e de discriminação, a assim por diante.

**Conceitos:** objetos, eventos, situações ou propriedades que possuem critérios comuns (a despeito da diversidade em outras dimensões ou atributos) e que são designados por algum signo ou símbolo, tipicamente uma palavra com significado genérico.

**Conceitos primários:** conceitos cujos significados um indivíduo aprende originalmente em relação com a experiência concreto-empírica – isto é, aqueles cujos atributos criteriais, quer descobertos ou apresentados, fornecem significados genéricos durante a aprendizagem quando os atributos são, a princípio, explicitamente relacionados a exemplos particulares múltiplos dos quais são derivados antes de relacionar os atributos isolados à estrutura cognitiva.

**Conceitos secundários:** conceitos cujos significados um dado indivíduo não aprendem em relação com a experiência concreto-empírica genuína, isto é, aqueles cujos atributos criteriais apresentam significado genérico quando os atributos do conceito são relacionados a estrutura cognitiva em estar primeiro explicitamente relacionados com os exemplos particulares dos quais são derivados. Na etapa concreta do desenvolvimento cognitivo, oposta a etapa abstrata, os apoios concreto-empíricos (ou exemplos dos atributos) devem estar disponíveis recente ou simultaneamente.

**Criatividade:** realização de solução de problemas que envolvem a aplicação do conhecimento a problemas novos singulares ou remotamente relacionados em termos da própria história de vida do indivíduo ou a geração de estratégias correspondentes de solução de problemas; existe um continuum que é qualitativamente contínuo, exceto naquele ponto crítico que define a “pessoa criativa”.

**Dependência sequencial:** relação entre unidades de assuntos que aparecem antes e depois nos quais o conhecimento das primeiras é essencial para a aprendizagem das últimas.

**Diferenciação progressiva:** parte do processo da aprendizagem significativa, da retenção e da organização que resulta numa elaboração hierárquica ulterior de conceitos ou proposições na estrutura cognitiva do “topo para baixo”.

**Discernimento:** como processo de solução de problemas, implica numa abordagem que é orientada para a geração de hipóteses e para testar as mesmas com o objetivo de compreender as relações significativas meios-fim num problema particular, como produto da solução dos problemas, implica um sentimento subjetivo de descoberta agradável e uma imediata reprodutibilidade e possibilidade de transposição.

Disposição para atividade significativa: “disposição” por parte do aprendiz para relacionar uma tarefa de aprendizagem não arbitrariamente e substantivamente a aspectos relevantes de sua estrutura cognitiva.

Esquecimento: Processo de redução mnemônica ou assimilação obliterativa que ocorre no decurso do armazenamento (retenção), como resultado deste processo, a força de dissociabilidade de um significado adquirido cai abaixo do limiar de disponibilidade e o significado, conseqüentemente, não é mais recuperável.

Estilo cognitivo: diferenças individuais autoconsistentes e permanentes na organização e no funcionamento cognitivo.

Estrutura cognitiva: conteúdo total e organização das idéias de um dado indivíduo ou no contexto da aprendizagem de assuntos, conteúdos e organização de suas idéias naquela área particular de conhecimentos.

Etapa operacional abstrata do desenvolvimento cognitivo: etapa na qual o indivíduo é capaz, sem a ajuda de apoios concreto-empíricos, de adquirir abstrações secundárias, e de compreender, usar e manipular significativamente tanto as abstrações secundárias como as relações entre elas.

Etapa operacional concreta do desenvolvimento cognitivo: etapa na qual a criança é capaz, com a ajuda de apoios concreto-empíricos, de adquirir abstrações secundárias, e de compreender, usar e manipular significativamente tanto as abstrações secundárias como as relações entre elas. (Veja conceito secundário.)

Etapa pré-operacional do desenvolvimento cognitivo: etapa na qual a criança é capaz de adquirir conceitos primários e de compreender, usar e manipular significativamente tanto os conceitos primários como as relações entre eles.

Força de dissociabilidade: extensão pela qual um significado adquirido pode ser separado ou recuperado a partir das idéias de esteio em relação às quais ele é aprendido e armazenado, isto é, a extensão pela qual é recuperável ou disponível como uma entidade ideacional identificável.

Formação de conceitos: aquisição de novos significados de conceitos mediante um processo semi-indutivo de descobrir os seus atributos criteriosais a partir de exemplos particulares múltiplos do conceito; característico de crianças pré-escolares.

Idéia: conceito ou proposição relacionável com a estrutura cognitiva.

Idéia(s) de esteio: idéia relevante estabelecida (proposição ou conceito) na estrutura cognitiva com a qual novas idéias são relacionadas e em relação à qual os seus significados

são assimilados no decurso de aprendizagens significativas. Como resultado desta interação, elas próprias são modificadas e diferenciadas.

**Inaptidão para aprender:** inaptidão particular em uma ou mais habilidades intelectuais de um indivíduo com uma inteligência dentro da faixa normal. É muita das vezes acompanhada por falta de concentração, hiperatividade, labilidade emocional e pequena amplitude de atenção. Nesse último sentido, é denominada pelos profissionais da saúde mental com treino em medicina como “disfunção cerebral mínima” (mesmo quando não é acompanhada por sinais eletroencefalográficos de um dano cerebral mínimo difuso ou por sinais neurológicos).

**Inteligência:** constructo de medida que designa um nível geral de aptidão cognitiva ou acadêmica.

**Material logicamente orientado:** tarefa de aprendizagem suficientemente “sensata” plausível ou não aleatória para ser não arbitrariamente e substantivamente relacionável com as idéias relevantes correspondentes que estão dentro da faixa da capacidade de aprendizagem humana. Não implica validade lógica ou empírica no sentido filosófico do “lógico”.

**Material potencialmente significativo:** tarefa de aprendizagem que pode ser aprendida significativamente, tanto porque é logicamente significativa como porque as idéias relevantes estão presentes na estrutura cognitiva particular de um aprendiz.

**Maturação:** incrementos na capacidade que ocorrem na ausência demonstrável de uma experiência específica de aprendizagem, isto é, incrementos atribuíveis e influências genéticas que afetam o substrato neuroanatômico e neurofisiológico do comportamento, da percepção, da aprendizagem, da memória, e assim por diante, e/ou experiência incidental.

**Motivo cognitivo:** desejo de adquirir conhecimento como um fim em si mesmo, isto é, uma motivação orientada para a tarefa na aprendizagem. (Veja motivação de realização.)

**Motivação de realização:** motivação para a realização (tipicamente em contextos acadêmicos ou profissionais). Em tais contextos inclui as necessidades cognitivas, e de enaltecimento do ego em proporções variadas.

**Não arbitrariedade:** propriedade de uma tarefa de aprendizagem (por exemplo, plausibilidade, não aleatoriedade) que a torna relacionável com a estrutura cognitiva humana no sentido abstrato do termo, em alguma base “sensata”.

**Organizador:** material introdutório apresentado num grau mais elevado de generalidade, inclusividade e abstração do que a própria tarefa de aprendizagem, e explicitamente relacionado tanto com as idéias relevantes existentes na estrutura cognitiva

quanto a própria tarefa de aprendizagem; destinado a promover a aprendizagem subordinada ao favorecer um arcabouço ideacional ou um esteio para a tarefa de aprendizagem e/ou aumentar a discriminabilidade das novas idéias a serem aprendidas em relação com as idéias já existem na estrutura cognitiva, isto é, preencher o hiato entre aquilo que o aprendiz já sabe e o que precisa saber para aprender o material de aprendizagem mais rapidamente.

Orientação para a tarefa: motivação intrínseca para o desenvolvimento numa tarefa de aprendizagem, isto é, pulsão cognitiva.

Pessoa criativa: indivíduo que possui um grau raro e singular de originalidade ou criatividade em algum campo substantivo de empreendimento humano que o diferencia qualitativamente das outras pessoas neste aspecto. Envolve a descoberta de idéias que são unicamente originais na história cultural.

Prática: exposição repetida ou desempenho de uma tarefa de aprendizagem.

Prontidão: Existência de um nível evolutivo de funcionamento cognitivo suficiente para tornar possível uma dada tarefa de aprendizagem com uma economia razoável de tempo e esforço (como diferenciada da adequação de idéias especificamente relevantes na estrutura cognitiva de um aprendiz particular (prontidão para a aprendizagem da matéria).

Proposições de fundo: idéias relevantes na estrutura cognitiva que se relacionam com uma tarefa de solução de problemas estabelecida por uma proposição que apresenta um problema.

Proposições de problemas: instituições que definem a natureza, as condições e os objetivos de uma tarefa de soluções de problemas. Exceto na pesquisa, são geralmente adquiridas por meio da aprendizagem receptiva.

Proposições-substratos: proposições que sofrem uma transformação no decurso ou processo da aprendizagem pela descoberta ou solução de problemas; incluem a proposição de problemas e as proposições de fundo.

Pulsão de enaltecimento do ego: preocupação com a realização como uma fonte de status obtido.

Reconciliação integrativa: parte do processo da Aprendizagem Significativa que resulta na delineação explícita de semelhanças e diferenças entre idéias relacionadas.

Reforçamento: aumento na disponibilidade de uma idéia ou da probabilidade de uma ocorrência de resposta como consequência direta da diminuição do limiar de disponibilidade ou eliciação; postulado pelos autores a ocorrer depois da recompensa e da redução das pulsões

somente no caso da aprendizagem verbal mecânica e aprendizagem estímulo-resposta (por exemplo, condicionamento, aprendizagem instrumental).

Significado: conteúdo da consciência diferenciado e agudamente articulado que se desenvolve como um produto de aprendizagem simbólica significativa ou que pode ser evocado por um símbolo ou grupo de símbolos depois que estes foram relacionados não arbitrariamente e substantivamente à estrutura cognitiva.

Significado conotativo: reações atitudinais idiossincrásicas e afetivas eliciadas pelo nome de um conceito.

Significado denotativo: atributos criteriais distintivos evocados pelo nome de um conceito distinto das reações atitudinais ou afetivas correlacionadas que elicia (significado conotativo).

Significado psicológico ou fenomenológico: em contraste com o significado lógico, o conteúdo cognitivo idiossincrásico diferenciado evocado por um dado símbolos num determinado aprendiz; idêntico ao significado como definido acima, isto é, um produto da aprendizagem significativa.

Significância: grau relativo de significado associado com um dado símbolo ou grupo de símbolos como oposto a seu conteúdo cognitivo substantivo, medido pelo grau de familiaridade, frequência do encontro no contexto ou grau de substantividade léxica (por exemplo, um nome ou um verbo, em contraste com uma preposição).

Solução de problemas: forma de atividade ou pensamento dirigido na qual tanto a representação cognitiva da experiência prévia como os componentes da situação problemática atual são reorganizados, transformados ou recombinaados para assegurar um determinado objetivo; envolve a geração de estratégias de solução de problemas que transcendem a simples aplicação dos princípios a exemplos auto-evidentes.

Status derivado: forma vicária de status adquirido por meio da identificação dependente com uma figura ou grupo superordenado.

Status obtido: status que um indivíduo obtém em função de sua competência ou capacidade relativa de desempenho.

Subordinação correlativa: tipo de aprendizagem subordinada na qual as novas idéias na tarefa de aprendizagem são extensões, elaborações, modificações ou qualificações de uma idéia relevante existente na estrutura cognitiva.

Subordinação derivativa: tipo de aprendizagem de subordinação na qual as novas idéias na tarefa de aprendizagem são ilustrativas ou apoiadoras de uma idéia relevante existente na estrutura cognitiva.

Substantividade ou não textualidade: propriedade de uma tarefa de aprendizagem que permite a substituição de elementos sinônimos sem mudança do significado ou alteração significativa no conteúdo da própria tarefa.

Teoria da assimilação: teoria da aprendizagem exposta nesse livro que enfatiza processos da aprendizagem significativos envolvendo a subordinação e a aprendizagem superordenada e “combinatória”, a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa dos conceitos e proposições, a consolidação pela “aprendizagem através do domínio” e organização seqüencial de idéias hierarquicamente ordenadas do “topo para baixo” na apresentação dos assuntos.

### **Anexo 3**

#### **Poesia: Nem todo rei tem reinado**

**Referência: Paulo Robson de Souza, 2006.**

Andei uns tempos pensando  
No porquê dos animais.  
Mesmo que não haja dúvida,  
Pergunta nunca é demais:  
- O que seria dos bichos  
Senão fossem os vegetais?

Animal tem atitude,  
Animal faz umas gracinhas,  
Faz dengo, caras e bocas,  
Dá medo, nos faz cosquinhas...  
Está sempre na “telona”  
E muito mais na “telinha”.

Animal dá mais ibope

Nos programas de TV  
Dá movimento ao cinema  
Faz a gente se entreter.  
Mas todo bicho depende  
Das plantas para viver.

Sem o cacto no deserto,  
Sem o tronco no cerrado,  
Sem a mata a proteger  
Bicho peludo ou penado,  
Nenhum vai sobreviver:  
O nambu fica pelado,

A araponga vira um sino  
Que diz “tou to-do...fer-ra-do”

A preguiça é presa fácil  
Urutau é encontrado  
O mico-leão é presa-  
Saboroso alvo dourado.

Mesmo estando em campo aberto  
O capim disfarça bem  
O tatu, a seriema,  
Tantos ouros-mais de cem.  
No cerrado até a onça  
Tem a cor que lhe convém

Milhares de animais  
Usam a madeira caída  
Para botar os seus ovos  
Ou para curar feridas  
O que aparenta estar morto,  
Abriga o tronco cansado  
Vive “assim”, cheio de vida!

No seu ventre frio, inerte,  
Abriga o tronco cansado  
Insetos, aranhas, vermes,  
E outros invertebrados...  
Vivem também no seu cerne  
O melete desdentado,  
Pica-paus, serpentes prenhes,  
O felino machucado.

Dentro d' água é a mesma coisa:  
Guardam os galhos encurvados  
Cágados, tucunarés,  
Carás, acarís, pintados,

Sucuris engravidadas,  
Rãs, jacarés-coroados,  
Posturas feitas com as cores  
Com que o mundo foi criado.

II  
Toda planta é pão, sustento  
Dos invisíveis bichinhos,  
Do ratinho e do leão,  
Dos insetos...Do peixinho  
Ao gigante tubarão...  
Da avestruz aos passarinhos.

Toda planta é pão, sustento  
De todos, de alguma forma.  
Mesmo o maior carneiro:  
Quando a presa, em si, deforma,  
Mostra a origem vegetal...  
Isso é lei. Isso é a norma.

Pois se a planta não servisse  
À preá e ao ratão,  
Não haveria serpentes,  
A seriema, o furão,  
Os vários gatos-do-mato,  
O gigante gavião.

E, mesmo a madeira pobre,  
É precioso maná  
Dos milhares insetos,  
Vermes, fungos, gurgulhões  
E micróbios...adubando  
O que há por germinar,

E verdejando as verduras  
Dos lambaris, da preá.

Não soubesse o vegetal  
Dar sustento aos lambaris  
Não haveria desovas,  
O sauá, o apaiarí,  
Um festival de piranhas,  
A traíra e o surubi.

Sem algas para os acarís  
Os rios seriam mortos,  
Os mares também seriam  
Para a tristeza dos portos.  
E, não havendo poesia,  
Os versos seriam tortos

(ABRO AQUI GRANDE PARÊNTESES:

Até certos minerais  
Deixariam de existir:  
O carvão de pedra, mais  
A turfa e a rocha grafite  
Que do chão velho se extrai  
São fósseis de antigas plantas  
De milhões de ano atrás.

- Mesmo ar que inspiramos  
Era muito diferente  
No planeta primitivo  
Coberto de lava quente.  
Das primeiras algas veio  
O oxigênio da gente!

- Muitas vezes a paisagem  
É a obra acabada  
De mil anos de labor  
Da matéria vegetada.  
Todo morro construído  
Por plantas acumuladas!

-Não há solos se não há  
Vida em meio aos minerais.  
E microsseres dependem  
Dos pedaços vegetais  
Os solos onde pisamos  
Já foram verdes trigais.

- E certas plantas com o tempo  
Decalam um rastro rosado  
No material das penas  
De pênaltas do banhado  
Ao comerem uns caranguejos,  
Moluscos avermelhados.

Fica mais vermelho o íbis,  
Fica rosa o colhereiro,  
Ao comerem esses bichinhos  
Pigmentados, do atoleiro,  
Que consomem algas vermelhas  
Desse hidratado canteiro.

- antes de Einstein descobrir  
Que energia dá matéria,  
Os vegetais já sabiam  
Fazer coisas bem mais sérias:

Transformar luz em comida,  
Diminuindo a miséria.

Quando a luz se faz matéria-  
A glicose acumulada  
Por meio da fotossíntese  
Nas sedes clorofiladas-  
É que foi possível ter  
O reino da bicharada.

As plantas deixam seu rastro  
Na comida do leão  
Pois o reles gás carbônico  
Que sai da respiração  
No verdor da clorofila  
Sofre uma transformação.

E seu átomo de carbono  
Com a energia solar  
Compõe a doce glicose  
Que depois se ajuntará  
Para formar o amido,  
Que outro produto será.

Ao comer o vegetal,  
Preás, ratos, ruminantes  
Reconstroem, com o carbono,  
Tecidos energizantes  
E aos que irão construir  
Fortes corpos ambulantes.

Por fim, será do leão,  
Via presas/predadores,

O carbono transformado  
Em carne de mil sabores...  
Toda a energia e a matéria  
Para os consumidores.

Enfim, todo ser vivente  
Deixa um rastro vegetal:  
O carbono é o tijolo  
Da pirâmide vital.  
Há um hálito de planta  
No “rei” do mundo animal  
Que devolve para o mundo  
Seu carbono corporal  
Quando, satisfeito, expira...  
E no suspiro final.

- Ah, se planta soubesse  
Transformar a luz solar  
O vasto Reino Animal  
Deixaria de se fartar...  
- Nem sequer papel teria  
Pra estes versos ou botar.

E para finalizar  
O parêntesis sonífero,  
É bom lembrar que “animal”  
Não é só “grande mamífero”:  
O reino inclui uns milhões  
De microseres prolíferos)

III

- Retomando o trilho, rumo  
À questão inicial,  
É preciso uma resposta  
Para se ter o final.

Mas não há fim nesta história:  
Não há tristeza nem glória  
Pois não há *Reino Animal*

Nem *Monera*, nem *Protista*,  
Nem os reinos *Fungi* ou *Plantae*:  
As bactérias adoram  
A fresca sombra das plantas.  
Para os fungos, os vegetais –  
E, também, os animais –  
Sou seu almoço, sua janta.

E os arteiros animais?  
Nem é preciso dizer!  
As plantas precisam deles

E eles não sabem viver  
Sem esse verde cheirinho,  
Esse rico tempeirinho,  
Esse eterno florescer.

IV

Ninguém é rei de ninguém!  
Há de findar os reinados.

Dá uma flor pra mim, tem dó  
Desse poeta enrolado!  
Dá em forma de sorriso  
(Esse carinho preciso)

- Pra que eu me sinta agradecido neste  
verso

(de pé quebrado.



## Apêndices

Insira os anexos (se houver). Lembre um apêndice é material produzido por você, mas cuja leitura é complementar à leitura do texto, não sendo fundamental para a compreensão do mesmo.

## Contracapa