

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

**Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e
Matemática**



Proposta de Dissertação

**A Realidade Aumentada como instrumento para uma
Aprendizagem Significativa sobre o processo de
frutificação**

Alline Bettin de Oliveira

Pelotas, 2013

ALLINE BETTIN DE OLIVEIRA

**A REALIDADE AUMENTADA COMO INSTRUMENTO PARA UMA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOBRE O PROCESSO DE FRUTIFICAÇÃO**

Proposta de dissertação
apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Ciências e
Matemática- Mestrado Profissional
da Universidade Federal de Pelotas
como requisito parcial à obtenção do
título de Mestre em Ensino de
Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Leila Macias

Coorientadora: Prof^a. Dr^a Rita de Cássia Cássio Morem Rodriguez

Pelotas, 2013

Banca examinadora:

Prof. Dr. Jorge Mariath

Prof^a Dr^a Maria de Fátima Duarte Martins

Prof. Dr. Pedro Fernando Teixeira Dorneles

Resumo

Esta proposta de dissertação é fruto da caminhada da pesquisadora no primeiro ano do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (UFPEL), em busca da resolução de inquietações epistemológicas que se apresentaram no decorrer da sua docência no ensino fundamental da rede pública municipal de Pelotas, RS. A partir da dificuldade de desenvolver o conceito de frutificação, objetiva-se investigar as potencialidades da tecnologia denominada Realidade Aumentada como instrumento para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa deste conceito. Esta tecnologia permite a visualização e interação do aluno com estruturas tridimensionais previamente modeladas pelo professor atendendo as particularidades necessárias para cada conteúdo. Para tanto, foi buscado o aporte teórico na Psicologia Educacional de Ausubel, na qual baseamos a pesquisa e a construção e desenvolvimento do projeto piloto. No piloto, a partir da investigação dos conhecimentos prévios dos alunos, foram utilizados modelos tridimensionais construídos a partir da tecnologia denominada Realidade Aumentada, bem como atividades que propiciassem os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. O acompanhamento das atividades e avaliação da aprendizagem foi feito através de questões descritivas e mapas conceituais. Mesmo reconhecendo o potencial motivador do recurso utilizado, é necessário o aprofundamento e continuidade dos estudos, com o objetivo de ampliar e aprimorar os modelos, aperfeiçoando a unidade didática de forma a avaliar as contribuições para a Aprendizagem Significativa.

Palavras-chave: Ensino de Ciências- Frutificação- Aprendizagem Significativa- Realidade Aumentada

Abstract

This dissertation proposal is the result of the researcher's walk in the first year of the Professional Masters in Mathematics and Science Teaching (UFPEL), which seeks to resolve epistemological concerns that were presented during the teaching of the researcher and that was reflected in their practice, while elementary school teacher at public education of Pelotas, Brazil. From the difficulty of developing the concept of fruiting, the objective is to investigate the potential of technology called Augmented Reality as a tool for the development of a Meaningful Learning of this concept. This technology allows the visualization and interaction of students with three-dimensional structures previously modeled by the teacher meeting the particularities required for each content. To that end, we sought the theoretical in Educational Psychology from Ausubel, on which we base the research and development and construction of the pilot. In the pilot, from the investigation of students' prior knowledge, we used three-dimensional models built from the technology called Augmented Reality, as well as activities that provide for the processes of progressive differentiation and integrative reconciliation. Monitoring of activities and evaluation of learning was done through of the descriptive and conceptual maps. As a result it was possible to check the students' vocabulary enrichment, further elaboration of some previous concepts, as well as identify some evidence of the incorporation of new concepts in the cognitive structure of the students.

Keywords: Science Education-Fruiting-Meaningful Learning-Augmented Reality

Lista de figuras

Figura 1- Exemplo de Aprendizagem Subordinada Derivativa.....	26
Figura 2- Exemplo de Aprendizagem Subordinada Correlativa.....	27
Figura 3- Aprendizagem Significativa de grupos de plantas.....	29
Figura 4- Marcadores papel.....	37
Figura 5- Visualização de modelos na tela do computador.....	37
Figura 6- Processo de funcionamento da Realidade Aumentada.....	38
Figura 7- Visualização do modelo que representa a polinização.....	63
Figura 8- Aluna visualizando os primeiros modelos.....	63
Figura 9- Grupo de alunos utilizando o software.....	64
Figura 10- Alunos experimentando marcadores desenhados.....	64
Figura 11- Mapa conceitual 1 do aluno 9.....	69
Figura 12- Mapa conceitual 3 do aluno 9, versão original e reprodução no Cmap Tools	71
Figura 13- Mapa conceitual 1 do aluno 10.....	74
Figura 14- Mapa conceitual 3 do aluno 10, versão original e reprodução no Cmap Tools.....	75
Figura 15- Mapa conceitual 1 do aluno 12.....	76
Figura 16- Mapa conceitual 3 do aluno 12, versão original e reprodução no Cmap Tools.....	79

Lista de Tabelas

Tabela 1- Perguntas dos dois instrumentos de coletas e suas categorias correspondentes.....	66
---	----

Sumário

1	Introdução	10
2	Problematização	14
3	Objetivo geral:	15
	3.1 Objetivos específicos:	15
4	Justificativa.....	15
5	Contextualização do tema:	17
	5.1 Ensino de Botânica no Brasil: Contexto histórico e panorama atual	18
	5.2 Aprendizagem Significativa.....	20
	5.2.1 Condições para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa	24
	5.2.2 Os tipos e formas de Aprendizagem Significativa.....	25
	5.2.3 Aprendizagem significativa e mudança/evolução conceitual	31
	5.3 A Realidade Aumentada como recurso didático	34
	5.3.1 Como funciona a Realidade Aumentada (RA).....	36
6	Preparação para o cultivo: A Metodologia	41
	6.1 Delimitação e contexto da Pesquisa	42
	6.2 Etapas da pesquisa	43
	6.2.1 Delimitação dos subsunçores.....	44
	6.2.2 Coleta de Dados	45
	6.2.3 Trabalhando os organizadores prévios	48
	6.2.4 De onde vem a fruta? Uma Unidade de Aprendizagem focada na frutificação	49
	6.2.4.1 Enxertia Teórica: González e Ausubel.....	50
	6.2.5 Metodologia, Análise e discussão dos resultados	53
7	Projeto piloto.....	56
	7.1 Delimitação do contexto da pesquisa.....	56

7.2	Análise de conhecimentos prévios	57
7.2.1	Instrumento de investigação de conhecimentos prévios	58
7.2.2	Análise dos conhecimentos prévios.....	60
7.3	Trabalho de desenvolvimento de organizadores prévios:	61
7.4	Desenvolvimento de atividades utilizando software de Realidade Aumentada:	62
7.4.1	A produção do recurso didático.....	62
7.4.2	A utilização do recurso.....	64
7.5	Investigação dos Indícios de Aprendizagem Significativa.....	65
7.5.1	Instrumento 2	65
7.5.2	Instrumento 3: Mapa Conceitual	67
7.6	Análise e discussão dos resultados do projeto piloto	68
7.6.1	Aluno 9	69
7.6.2	Aluno 10	73
7.6.3	Aluno 12	77
7.7	Considerações finais:	80
8)	Cronograma:	83
	REFERÊNCIAS.....	84
	APÊNDICE 1.....	88
	APÊNDICE 2.....	95
	APÊNDICE 3.....	96

1 Introdução

A partir da experiência obtida em sala de aula, a pesquisadora pode observar, atuando em escolas públicas e privadas, a dificuldade em proporcionar o entendimento do processo de frutificação das angiospermas. Dificuldade essa que se dá por falta de recursos ou entendimento do processo de aprendizagem; dificuldade dos alunos em função de como foram orientados ou talvez pela falta de recursos que representassem este processo. Também foi possível perceber nessa caminhada, a influência das novas mídias no processo educativo. A utilização da informática, especialmente no ambiente escolar, contribui para o acesso a uma vasta fonte de conhecimentos e, por isso, a escola pode auxiliar na utilização desses conhecimentos com criticidade. Além disso, vários softwares podem ser desenvolvidos, com atividades, exemplos e imagens que enriquecem e facilitam o processo de ensino-aprendizagem. A disciplina de Ciências do ensino fundamental, em particular, pode vir a se beneficiar muito dos novos recursos tecnológicos, já que tem como objeto de estudo as várias estruturas físicas e biológicas e seus fenômenos, passíveis de modelagem, visualização e interação.

O ingresso no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da UFPEL propiciou meios para a pesquisa de um embasamento teórico que auxilie a pesquisadora a compreender o processo de ensino-aprendizagem, para que, deste modo, possa construir em aula uma Aprendizagem Significativa (AS).

Neste projeto, objetivamos, através da pesquisa aplicada em sala de aula, a produção de um recurso didático com elementos virtuais que visa a auxiliar no desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa sobre o processo de frutificação das angiospermas.

A AS é a teoria de aprendizagem desenvolvida por David Ausubel, em meados dos anos sessenta, que considera como fator mais importante para a aprendizagem, conhecer o que o aluno já sabe e, a partir disso, desenvolver novos conhecimentos. Ausubel trabalha com a ideia de subsunçores, conhecimentos que já

se encontram na estrutura cognitiva e que podem ser relacionados a um novo conteúdo, possibilitando, assim, a sua aprendizagem. Neste caso, a aprendizagem é um processo interativo onde a estrutura cognitiva se modifica também ao receber novas informações. AAS será detalhadamente explicada no capítulo 5.2.

No ensino fundamental, em geral, há dificuldades em compreender a anatomia e a funcionalidade de algumas estruturas biológicas, principalmente pelo seu aspecto tridimensional.

Ceccantini (2006) traz a constatação de que muitas das respostas apresentadas em provas e trabalhos demonstram que a compreensão espacial das estruturas biológicas ainda deixa a desejar. Um exemplo desse problema é o número de vezes que os alunos descrevem as células como sendo "círculos" e "retângulos", em lugar de esferas ou cilindros e prismas. Por isso, métodos e recursos que auxiliem nessa tarefa serão sempre bem-vindos.

Os modelos biológicos de órgãos, animais e plantas podem ser coletados da própria natureza ou construídos com os alunos, o que demanda tempo, recursos e cuidados de conservação. A informatização de modelos biológicos pode ser feita por meio da construção digital dessas estruturas em três dimensões, sendo estas exibidas com programas que aumentam a realidade, dando, deste modo, uma nova visão sobre o objeto de estudo.

A informática no ensino de botânica vem sendo contemplada em algumas pesquisas acadêmicas. Dentre elas, destaco como relevantes para este projeto: a dissertação de Costa (2011), que produziu um software sobre os grupos vegetais a partir do trabalho com alunos do terceiro ano do ensino médio, e o trabalho do Laboratório de Tecnologia Educacional da UNICAMP, que há onze anos vem desenvolvendo material educativo, produzido pelo próprio laboratório e também aberta à submissão de softwares, imagens, teses, monografias e apostilas voltadas ao ensino de qualquer disciplina da área biológica.

O laboratório disponibiliza o conteúdo gratuitamente, para que o mesmo possa ser usado livremente, distribuindo, inclusive, os códigos-fonte para que os softwares possam ser modificados conforme a necessidades do educador. Dentre as

produções deste laboratório, destaco a produção do CD multimídia “Biologia em multimeios” (GALEMBECK, 2004), que aborda o conteúdo de botânica do ensino médio; o software “Fotossíntese” (SANTOS, E.R.D., SANTORO, C.E., GALEMBECK, E., 2010); “Estômatos” (FREITAS, 2006) e o “Ciclo da vida em vegetais” (SFAIR, J. C., 2006); todos estes com conteúdos e metodologias são indicados para o ensino médio.

Foi possível perceber um hiato na pesquisa exploratória sobre o ensino de botânica, pois a produção de materiais e trabalhos nesta área (não só especificamente no caso da informática) é mais direcionada para o ensino médio do que para o ensino fundamental, que tem este conteúdo geralmente ministrado no sétimo ano (6ª série), aspecto este que será tratado no capítulo 5.1.

Outro critério determinante na escolha do objeto de pesquisa é a escassa oferta de materiais instrucionais com esse cunho educacional, visando ao ensino de botânica no nível do ensino fundamental. Este fato é corroborado por Costa (2011), quando afirma que “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 Educação Ambiental”.

A flora brasileira é diversificada com diferenças marcantes entre cada região do país, com uma multiplicidade de estruturas ainda não contempladas nos materiais didáticos tradicionais. Em geral, a botânica abordada no ensino fundamental, trata das divisões gerais do Reino Plantae, que contempla os grupos das Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas.

Para diferenciar estes grupos, no ensino fundamental, é necessário compreender a anatomia e fisiologia de algumas estruturas que os caracterizam. No grupo das gimnospermas, por exemplo, podemos citar o estróbilo feminino (pinha); enquanto que nas angiospermas temos as flores como órgão reprodutor, com várias estruturas como: pétalas, sépalas, estames e pistilo.

Conforme anteriormente enunciado, por questões de estrutura escolar, dificuldade de acesso e conservação de amostras, nem sempre é possível

contarmos com modelos viáveis para visualização e manuseio no processo de aprendizagem. A partir deste fato, surgiu a ideia de se produzir um material didático de fácil reprodução, com baixo custo e praticidade de aplicação, para que seja possível propiciar uma visualização fiel das estruturas biológicas.

Para produzir um recurso com estas características será utilizada a tecnologia da Realidade Aumentada, na tentativa de proporcionar subsídios para uma AS. Simplificadamente pode-se entender como Realidade Aumentada, a inserção de objetos reais em ambientes virtuais. O aluno pode visualizar-se na tela do computador e interagir com estruturas previamente modeladas e programadas. Esta tecnologia e suas aplicações no campo educacional serão apresentadas no capítulo 5.3.

2 Problematização

A partir da experiência como educadora, foi percebida a dificuldade dos alunos em assimilar a morfologia e anatomia de algumas estruturas biológicas. Em geral, a anatomia animal e vegetal são apresentadas aos alunos em forma de slides, vídeos, modelos didáticos concretos, exemplares ou exsiccatas (no caso das plantas), para facilitar o entendimento dos mesmos.

Como os exemplares são, em geral, amostras biológicas, geralmente frágeis e que necessitam de alguns cuidados específicos de conservação, nem todas as escolas possuem exemplares disponíveis para observação, manuseio e estudo.

Em locais onde nenhum outro recurso está disponível, o aluno apenas visualiza um material ilustrativo, plano, como nos livros didáticos e pôsteres, o que dificulta a percepção da forma e funcionalidade dos órgãos ou espécies estudadas.

A partir do exposto, constitui-se o seguinte problema de pesquisa:

Um ambiente virtual de aprendizagem, utilizando modelos em Realidade Aumentada, colabora para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa sobre o processo de frutificação das angiospermas no Ensino Fundamental?

3 Objetivo geral:

Verificar se os materiais instrucionais desenvolvidos em um software de Realidade Aumentada colaboram para a aprendizagem e evolução conceitual sobre o processo de frutificação das angiospermas de um grupo de alunos do 6ºano (5ª série).

3.1 Objetivos específicos:

- Elaborar uma Unidade de Aprendizagem cuja sequência de etapas propicie a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, promovendo uma Aprendizagem Significativa de Botânica, mais especificamente da frutificação das Angiospermas;
- Elaborar atividades com modelos virtuais que representem o processo de frutificação, utilizando-se da tecnologia da Realidade Aumentada,
- Desenvolver a Unidade Didática com alunos da rede pública municipal, que estejam no 6º ano do Ensino Fundamental;
- Avaliar o processo de aprendizagem de forma processual, através das atividades desenvolvidas com os alunos – atividades estas que, posteriormente, servirão como dados para uma análise qualitativa descritiva.

4 Justificativa

A oportunidade de trabalhar em espaços públicos e privados, com alunos do primeiro ao nono ano do ensino fundamental, e a troca de ideias com colegas, propiciou a percepção e a vivência de certa dificuldade ao trabalhar os conteúdos relacionados à botânica. A nomenclatura, a dificuldade de obter amostras nas diferentes estações do ano e a falta de material diversificado são fatores que talvez contribuam para esta dificuldade.

Dentro deste contexto, o processo biológico que intriga a pesquisadora é o da frutificação, pois geralmente a abordagem deste fenômeno causa grande estranheza aos alunos, que em geral tem dificuldades de compreender a transformação da flor em fruto.

Assim, foi sendo constituída a inquietação que norteia esta pesquisa, problematizada na seção anterior e corroborada por Silva e Cavassan, (2006), quando afirmam que metodologias como aulas práticas e de campo são defendidas como facilitadoras da aprendizagem de Botânica por possibilitarem aos alunos o 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 o fato de favorecer uma percepção não real dos vegetais, gerando, deste modo, dúvidas relacionadas às suas peculiaridades morfológicas, quanto a seus tamanhos reais e à dificuldade para diagnosticar fases de desenvolvimento dos vegetais e uma visão estereotipada dos mesmos.

Sabendo que os livros e as aulas teóricas apresentam obstáculos para a percepção real das estruturas biológica, como pode o professor fornecer essa experiência sensorial e tridimensional aos seus alunos se não há possibilidade de realizar aulas práticas por não existirem amostras disponíveis?

Dentro desta perspectiva de processo educativo, e pensando em contribuir na resolução desta questão, é perceptível a contribuição das novas mídias. A utilização da informática e da internet nos ambientes de trabalho e nas escolas, tem crescido em quantidade e qualidade, modificando as relações interpessoais e as relações entre o indivíduo e o conhecimento. Dentro dessa realidade, considero relevante e viável o desenvolvimento deste projeto. Ao desenvolver um recurso didático virtual, as escolas contarão com mais uma possibilidade de trabalhar o conteúdo de ciências, de forma interativa, com fácil aplicabilidade e de modo a não haver o desgaste das amostras que, em geral, são perecíveis.

Sabemos que nem todas as escolas possuem computadores, mas, atualmente, as escolas da rede municipal de Pelotas receberam, via PROINFO, computadores com o sistema LINUX Educacional. Mais da metade das escolas municipais pelotenses possuem laboratório de informática (MEIRELLES et al., 2012), o que facilita a utilização deste tipo de recurso e, conseqüentemente, o desenvolvimento deste projeto.

A utilização da tecnologia da Realidade Aumentada, que congrega a realidade virtual com o real, possibilita a visualização de estruturas em três dimensões, facilitando a compreensão da morfologia e da fisiologia das estruturas biológicas, que ao serem visualizadas em livros didáticos ou em microscopia, passam uma imagem plana, diferindo da estrutura real. O material didático virtual pode ser reutilizado inúmeras vezes, propiciando experimentos virtuais na falta de outros recursos, além da possibilidade de o aluno refazer experimentos de forma praticamente atemporal.

Já “a simples utilização de uma tecnologia não é a solução para os problemas, logo, informatizar o material tradicional, sem uma adequada alteração das técnicas de ensino, não é solução por si só” (CARDOSO; LAMOUNIER, 2001). Desta forma, entende-se que esta tecnologia pode ser utilizada como ferramenta para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa e não ser apenas uma receita pronta para o sucesso do aprendizado. Compõe-se de um recurso que será embasado teoricamente e adotado dentro de uma Unidade de Aprendizagem, baseada na teoria de aprendizagem de Ausubel, para atrair o aluno e estimulá-lo a aprender.

5 Contextualização do tema:

Nas próximas seções, será abordada a possibilidade de utilização de recurso didático virtual como instrumento facilitador do ensino-aprendizagem e suas possibilidades de aplicação no ensino de Ciências, em função da necessidade de um recurso que auxilie a compreensão do processo de frutificação das angiospermas. Antes disso, precisamos estabelecer alguns referenciais teóricos que nortearão esta pesquisa.

Nosso ponto de partida é um breve resgate da história do ensino de botânica no Brasil. A trajetória será guiada, tendo como base teórica a Aprendizagem Significativa, que é teoria da aprendizagem desenvolvida por Ausubel. Portanto, no segundo momento desta contextualização, trataremos especificamente da aprendizagem a partir desta perspectiva, relacionando-a com as teorias de mudança/evolução conceitual.

Nosso destino é o desenvolvimento de uma Unidade Didática, que utilizará como recurso um software de realidade aumentada. Assim, o terceiro momento trará as especificações técnicas desta tecnologia e as possibilidades de construção do recurso que desejamos desenvolver.

A descrição do projeto piloto desenvolvido é apresentada no capítulo 7.

5.1 Ensino de Botânica no Brasil: Contexto histórico e panorama atual

Partindo do entendimento de que “Nossas escolas, como sempre, refletem as maiores mudanças na sociedade – política, econômica, social e culturalmente. A cada novo governo ocorre um surto reformista que atinge principalmente os ensinos básico e médio (KRASILCIH, 2000)”; não seria possível desenvolvermos um trabalho sobre o ensino de ciências sem consideramos sua evolução histórica.

Por essa condição se faz necessário que, neste capítulo, haja um panorama para situar o leitor a respeito do ensino de botânica no Brasil. Neste espaço, será abordada a evolução desta área curricular, tendo como base publicações em revistas, dissertações, encontros e congressos da área de ensino de ciências e de botânica.

Esta etapa se fez necessária para a obtenção de subsídios que contribuam para o desenvolvimento deste trabalho, para conhecer o que está sendo feito e quais as lacunas existentes nesta área de pesquisa. Considera-se um panorama provisório, pois novos trabalhos vão sendo publicados diariamente; portanto, o que aqui é referenciado constitui-se da pesquisa exploratória realizada nos meses de março e abril de 2012, que estará em constante atualização.

A pesquisa sobre educação em botânica passa obrigatoriamente pela trajetória da Sociedade de Botânica do Brasil. Esta entidade concentrou, organizou e divulgou desde 1950 a pesquisa em botânica no Brasil. Através da organização de seus congressos nacionais, pôde-se observar um crescente nos trabalhos relacionados à educação.

Segundo Lenir (2003), o tópico “educação” aparece em 1982 como temática de sessões técnicas. Somente a partir de 1995 estabeleceu-se uma seção

específica para apresentação de trabalhos. Daquele ano até 2002, contabiliza-se 127 trabalhos apresentados, voltados para o ensino de botânica nos níveis fundamental, médio e superior.

Ao pesquisar no banco de Teses da CAPES, usando as palavras chaves “ensino de botânica”, foram encontrados 47 documentos. Filtrando este resultado, foi possível identificar que os trabalhos eram voltados para vários focos: educação ambiental, educação formal do ensino médio, fundamental e superior, espaços não formais de educação, concepções e formação de professores, pesquisa histórica documental sobre o expoente botânico, livros didáticos e etnobotânica.

Na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e dissertações, o mesmo termo gerou 19 resultados, alguns comuns à pesquisa no Banco de Teses e Dissertações da CAPES. Nos resultados, havia alguns trabalhos de biologia aplicada, sem qualquer vínculo com educação, bem como outros, focados em educação ambiental e educação em espaços formais e informais. Destes últimos, destaca-se IKEMOTO, (2007), pesquisando diretamente sobre o ensino de botânica em espaços informais de uma área urbana; e SAISSE (2003), trazendo o potencial educacional do Jardim Botânico do Rio de Janeiro; ambos em espaços informais de educação em ciências, e especificamente botânica.

Dentre os trabalhos do ensino básico, foi possível encontrar alguns que tratam do ensino de botânica através de uma abordagem de Aprendizagem Significativa. A mudança conceitual sobre conceitos botânicos é trabalhada por DEMCZUK (2007) com alunos de 5ª série; ARAÚJO (2008) traz a experiência da construção de um software com aulas voltadas para o ensino de angiospermas na região amazônica; e CARNIELLO (1998) que também trata da aprendizagem significativa, mas na 6ª série do ensino fundamental.

A questão da sistemática botânica foi trabalhada por Wiggers na 6ª série, objetivando a Aprendizagem Significativa. No ensino médio, Júnior (2009) traz para a sala de aula os conhecimentos populares sobre plantas medicinais de uma comunidade quilombola, proporcionando um processo de aprendizagem a partir do conhecimento dos seus alunos, que atuam como subsunçores para o aprendizado de morfologia vegetal. Também no Ensino Médio, Costa (2011) investigou os

organizadores prévios de duas turmas e a partir daí desenvolveu um CD-ROM utilizando-se de mapas conceituais, cladogramas e vídeos para desenvolver o conteúdo. No ensino de botânica na graduação, destaco a dissertação de Pucinelli (2010), que trata do entendimento dos conceitos de flor e fruto dos alunos do curso de Ciências Biológicas.

Nesta pesquisa foi possível perceber que o ensino de botânica vem sendo problematizado, do ensino fundamental até o ensino superior, a partir de vários enfoques, desde o entendimento e construção de conceitos, a formação de professores em educação ambiental, mas ainda fica muito aquém em termos de produção se comparado a outras áreas, como a Química e a Física.

5.2 Aprendizagem Significativa

Para ensinar o latim a João, todos sabem hoje que é indispensável conhecer o latim e o João. Mas mais ainda: é preciso saber porque é que se deseja que João aprenda latim, como é que a aprendizagem do latim o irá ajudar a situar-se no mundo de hoje – numa palavra, quais são os fins visados pela educação. E há pelo menos uma componente política em qualquer resposta que se pretenda dar (SNYDERS, 1974).

Utilizando da afirmativa do autor do livro *Pedagogia Progressista*, é trazido nesta seção o nosso entendimento de que para ensinar é preciso conhecer o aluno, sua realidade, seus conhecimentos e, mais ainda, ter uma ideia da sua estrutura cognitiva.

Tendo este trabalho a Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, como base teórica de ensino-aprendizagem, nossa tentativa é a de trazer uma visão geral do processo de aprendizagem, primeiramente fazendo a diferenciação entre aprendizagem significativa e mecânica e a necessidade de subsunções para a ocorrência da A.S. Os tipos de A.S., representacional, conceitual e proposicional, serão tratados subsequentemente. A A.S. ocorre de diferentes formas – trataremos das aprendizagens de forma subordinada, superordenada e combinatória para, posteriormente, contextualizá-la com o ensino de botânica e, mais especificamente, com a frutificação, foco deste trabalho.

Entendemos, a partir de Ausubel, (1980, p.7), que, embora os princípios de aprendizagem em sala de aula ocupem um lugar importante na educação, não podem ser traduzidos direta e imediatamente para as atividades em aula. Eles fornecem uma direção geral para a pesquisa dessas práticas. Muita experimentação é necessária antes que princípios de aprendizagem possam ser transformados em princípios de ensino.

Por isso, este trabalho procura desenvolver uma estratégia de aprendizagem que possibilite ao aluno a construção de uma Aprendizagem Significativa a respeito do conteúdo **frutificação**.

Entendendo que o processo de transformação de flor a fruto é um conteúdo que, ao ser trabalhado com o aluno, pode vir a se transformar em um conceito científico em sua estrutura cognitiva, conclui-se que o conceito de frutificação seria o resultado do processo de entendimento do próprio aluno e não um conceito pré-concebido, meramente memorizado por ele, o que transformaria a aprendizagem em um processo mecânico.

O foco deste trabalho é promover a significação dos conteúdos para que o próprio aluno construa seus conceitos. Mas como desenvolver os conteúdos curriculares de forma significativa para o aluno? A palavra “significativa” é amplamente utilizada no cotidiano escolar e acadêmico, nem sempre tendo uma base teórica clara e definida.

De acordo com o dicionário, o termo “significativo” é o “que exprime de maneira sensível um pensamento, uma intenção”. Assim, podemos interpretar esta definição entendendo que aquilo que é significativo provém de algo interno, como um produto do indivíduo, que exprime seu pensamento em função de uma informação externa. Dentro desta perspectiva, faremos o embasamento teórico desta pesquisa, a partir da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

A aprendizagem significativa é baseada no entendimento de que o que vai ser aprendido deve ser relacionado à estrutura cognitiva do aprendiz, de forma não imposta e não literal (AUSUBEL; 1980). Portanto, o que vai ser aprendido deve ter um significado lógico e psicológico, que se relacione substantivamente com a estrutura cognitiva do aprendiz. Essa estrutura cognitiva pré-existente é chamada

por Ausubel de “subsunçor” e serve de ancoradouro para a nova informação, para que se adquira um significado.

É importante enfatizar que a relação entre a estrutura cognitiva e o que se aprende é uma relação de interação, onde os conceitos hierarquicamente mais importantes ancoram o novo aprendizado, ao mesmo tempo em que se modificam.

Compreendemos, portanto, que, de forma geral, a aprendizagem significativa baseia-se na interação entre os conhecimentos que o aluno já possui (suas vivências, leituras, conhecimentos e opiniões), chamados subsunçores, com as novas informações. Quanto mais relacionada for a nova informação a um subsunçor, mais facilmente ocorrerá a interação e, por consequência, o aprendizado. Também é importante considerar que no resultado desta interação o subsunçor também se modifica, tornando-se enriquecido, aprimorado ou decomposto em novos conhecimentos.

No contraponto da A.S temos a Aprendizagem Mecânica, que é aquela que ocorre de forma arbitrária e literal, trazendo a aquisição do conhecimento sem ou com pouca interação com conceitos relevantes existentes e sem se ligarem a subsunçores específicos. (MOREIRA, p.10, 2009).

A Aprendizagem Mecânica também tem a sua importância, principalmente quando não existem os subsunçores necessários na estrutura cognitiva do aluno. Assim, o professor pode trabalhar inicialmente com este tipo de aprendizagem para ter subsídios (organizadores prévios) para o trabalho de desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

Para Novak, também pesquisador da A.S., a Aprendizagem Mecânica é sempre necessária quando aprendemos algo em uma área de conhecimento totalmente nova e pode ser usada para que haja organizadores prévios, caso não existam subsunçores consistentes.

A Aprendizagem Mecânica ocorre até que alguns conhecimentos, relevantes a novas informações em uma mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados. À medida que a aprendizagem começa a se tornar significativa, esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de servir de ancoradouro a novas informações (Moreira,2009;Massini,2006)

Entendemos que na escola geralmente o que se promove é a Aprendizagem Mecânica para trabalhar os conteúdos. A A.M pode ser também Significativa, mas, em geral, é desenvolvida de forma Receptiva. A Aprendizagem Receptiva, assim como a Mecânica, é a que, em geral, caracteriza o ensino formal, por isso é importante distinguirmos a A.S e A.M das aprendizagens por descoberta e por recepção.

Na Aprendizagem Receptiva o conteúdo é apresentado na sua forma final para o aprendiz, para que este incorpore o conteúdo que é apresentado de forma a tornar-se acessível em algum momento futuro. Na Aprendizagem por Descoberta o aluno descobre o conteúdo antes que ele possa ser significativamente incorporado à sua estrutura cognitiva. Ambas podem ser significativas, caso a nova informação armazenada interaja na estrutura cognitiva pré-existente. (AUSUBEL, 1980; MOREIRA, 1999; 2009)

Em geral estratégias que contemplem a aprendizagem receptiva, apesar de muito utilizadas, são bastante criticadas. É interessante a posição de Ausubel a respeito da Aprendizagem Receptiva. Ele considera que em nenhum estágio do desenvolvimento cognitivo na fase escolar, ele precise obrigatoriamente descobrir os conteúdos para que estes sejam significantes. Por isso, uma aula expositiva pode ser eficiente, desde que bem empregada, para uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1980; MOREIRA, 1999, 2009).

Desta seção, destacamos a diferenciação entre a A.S e A.M. Por sua vez, a A.M. também foi diferenciada da aprendizagem por Recepção, pois em geral são confundidas. A Aprendizagem Receptiva se dá quando o aluno encontra a informação já em sua forma final, mas caso essa informação interaja significativamente com um subsunçor da sua estrutura cognitiva, a aprendizagem tornar-se-á Significativa. A palavra chave para a diferenciação destes termos é a interação.

5.2.1 Condições para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa

Não basta o aluno ter uma gama de conhecimentos prévios, ou o professor ter disponível modernos recursos didáticos. Para que a A.S. ocorra, algumas condições na estrutura do aprendiz e no material a ser aprendido são necessárias:

a) A potencialidade de significado do material:

O material deve ser “potencialmente significativo”, ou seja, que interaja com a estrutura cognitiva de forma não-arbitrária e não-literal. Para que isto ocorra deve ter significado lógico, relacionando-se com ideias relevantes dentro da capacidade de aprendizagem; e significado psicológico, no sentido de ser uma interação com motivação particular, de cada indivíduo com este material.

b) A intencionalidade do aprendiz:

A intencionalidade do aprendiz relaciona-se com a condição anterior, onde o material precisa possuir um significado psicológico para interagir na estrutura cognitiva do aluno. A partir deste significado psicológico teremos a motivação que é individual, particular e intrínseca de cada indivíduo.

Moreira destaca que:

Esta condição implica em que, independentemente de quão potencialmente significativo possa ser o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for, simplesmente, a de memorizá-lo arbitrariamente e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos (ou automáticos). E, de modo recíproco, independentemente de quão disposto a aprender estiver o indivíduo, nem o processo nem o produto da aprendizagem serão significativos, se o material não for potencialmente significativo – se não for relacionável à estrutura cognitiva, de maneira não-literal e não-arbitrária (2009,p.13).

Por isso, entendemos que, além de um conteúdo e recursos que promovam a A.S, é preciso envolver o aluno no processo, buscando conhecê-lo para descobrir o que o motiva e, a partir desta descoberta, estabelecer novas significações que possibilitem a aprendizagem dos conceitos para desenvolver o processo de ensino.

c) Subsunçores:

Além da motivação para que o conteúdo a ser aprendido interaja na estrutura cognitiva é necessário que existam subsunçores. Estes são provenientes da vivência e são adquiridos de forma gradual e particular por cada pessoa. Na infância os subsunçores se formam a partir da aprendizagem por descoberta, e na idade escolar os alunos já possuem conceitos que permitem que a A.S seja desenvolvida, enriquecendo os subsunçores e estabelecendo novas relações. (MOREIRA, 2009, p.14).

Nem sempre existirão subsunçores que sejam ancoradouros em potencial para um novo material. Nestes casos, o educador trabalhará utilizando-se dos “organizadores prévios”. Organizadores prévios são materiais introduzidos previamente ao conteúdo que se deseja que seja aprendido, possuindo um nível mais alto de generalidade, abstração e inclusividade, para que promova o desenvolvimento de subsunçores que possam funcionar como pontes cognitivas, tais como: textos, vídeos, debates e demonstrações (MOREIRA, 2009, p.14).

Para propiciar o conhecimento das condições necessárias para a aprendizagem significativa é de fundamental importância a formação e atualização dos educadores, pois o trabalho começa antes mesmo do encontro dos mesmos com os alunos em sala de aula. O entendimento da individualidade de cada aluno, dos processos de aprendizagem, das condições que a propiciam e o planejamento necessário para que as estratégias se desenvolvam de forma eficiente são cruciais para o bom andamento do processo educativo.

5.2.2 Os tipos e formas de Aprendizagem Significativa

Tendo diferenciado os tipos de aprendizagem, agora iremos abordar de forma geral, os três diferentes tipos de A.S. definidos por Ausubel, (1980): Aprendizagem Representacional, Aprendizagem de Conceitos e Aprendizagem Proposicional.

A aprendizagem Representacional é aquela mais básica, condicionante dos outros aprendizados significativos. Ela é o processo em que se aprende o significado de símbolos particulares, em geral palavras.

A aprendizagem de Conceitos ocorre na representação de conceitos por símbolos particulares, assim como na aprendizagem Representacional, a diferença é que na aprendizagem de Conceitos as palavras se combinam formando ideias categóricas e não objetos e situações.

A aprendizagem Proposicional supera o significado da soma das palavras que compõem uma proposição (conceito) e resulta na aprendizagem do significado de proposições verbais que expressam outras ideias, diferentes daquelas da equivalência proposicional.

Estes três tipos de aprendizagem ocorrem organizando-se em três formas diferenciadas: Subordinada, Combinatória e Superordenada. Esta classificação se dá em função de como uma nova ideia (informação) é recebida e interage na estrutura cognitiva.

Para Moreira (1982; 1999a; 2009), a forma de aprendizagem Subordinada é aquela em que um novo conceito ou proposição subordina-se à estrutura cognitiva pré-existente. Quando o novo material é entendido como um exemplo específico de um conceito já apreendido na estrutura cognitiva, chamamos a aprendizagem de Subordinada Derivativa. Na figura 1 vemos o conceito subsunçor caule e seus exemplos, que claramente se relacionam ao subsunçor.

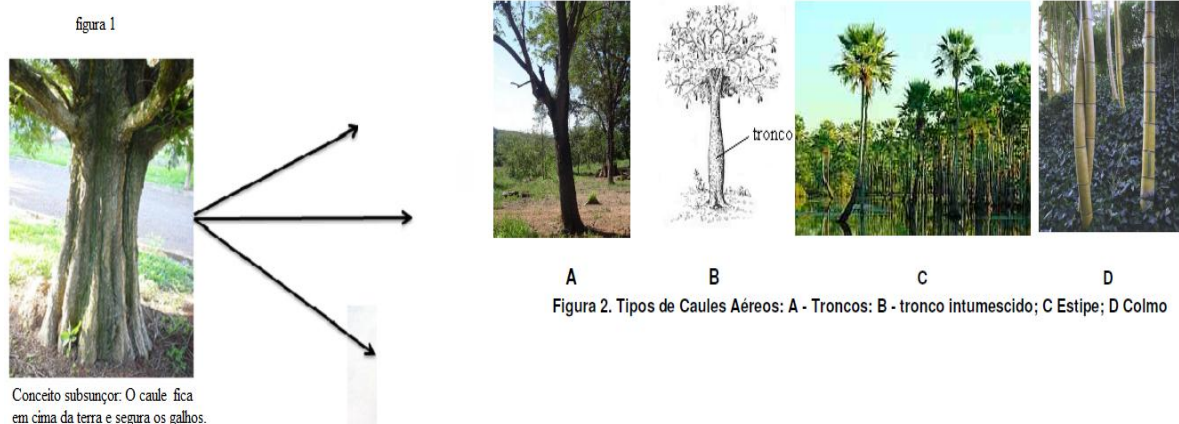


Fig.1- Exemplo de Aprendizagem Subordinada Derivativa, onde os tipos de caule são exemplos que se relacionam ao conceito subsunçor já existente na estrutura cognitiva. Montagem inspirada em Júnior, 2009, p.15.

Quando a aprendizagem ocorre incorporando um novo material como uma elaboração (qualificação) do que já se possui, a aprendizagem é considerada com Subordinada Correlativa. Nesse caso, o novo material tem seu significado implícito, mas não pode ser totalmente representado pelos subsunçores existentes e por isso incorpora-se a eles, qualificando a estrutura cognitiva.

Temos como exemplo, na figura 2, o entendimento geral de caule e a aprendizagem subordinada correlativa, que pode se suceder através da interação de novas informações com esse subsunçor. Os tipos de caule e suas funções são conhecimentos subordinados a um conceito mais geral (caule), que será aprimorado por sua interação com os primeiros.

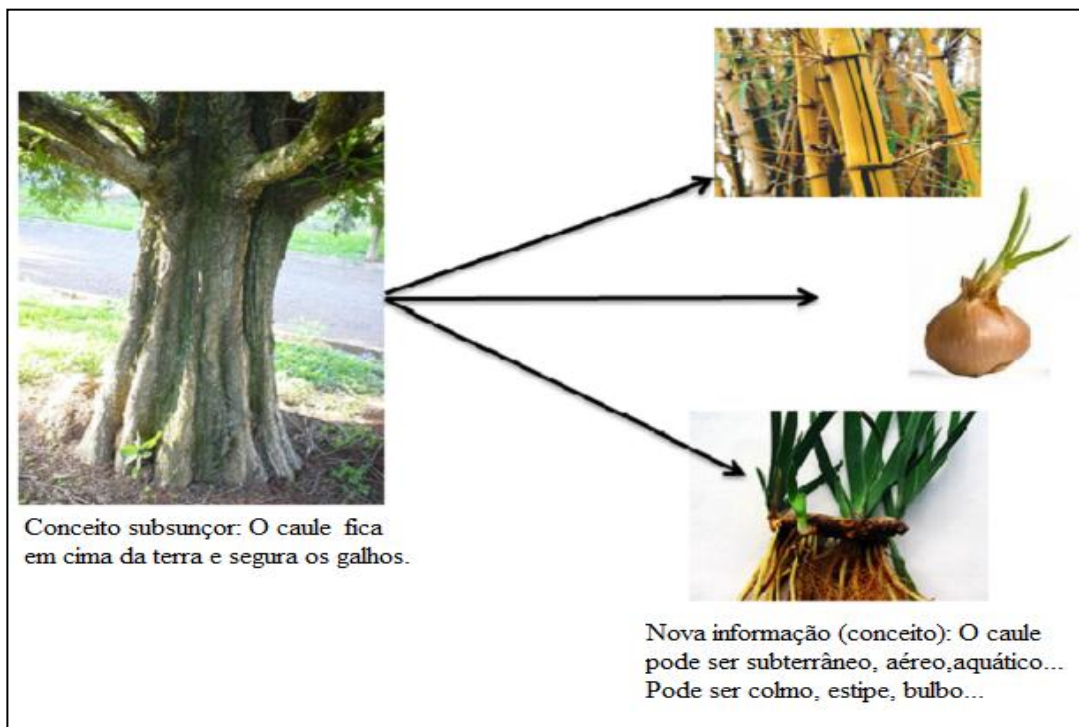


Fig.2- Exemplo de aprimoramento do conceito de caule pelo processo de aprendizagem Subordinada Correlativa. Imagem inspirada em JÚNIOR,2009,p.15.

Uma aprendizagem Superordenada ocorre quando adquirimos um conceito mais abrangente do que as ideias que já existem na estrutura cognitiva. As ideias existentes subordinam-se àquelas mais inclusivas. Moreira, (2009, p.23) traz como exemplo de A. Superordenada o conceito de mamífero, pois à medida que uma criança adquire os conceitos de cão, gato, leão, etc., ela pode, mais tarde,

aprender que todos esses são subordinados ao conceito de mamífero. Posteriormente, à medida que o conceito de mamífero é adquirido, os conceitos, previamente aprendidos, vão sendo subordinados, fazendo com que o conceito de mamífero represente uma Aprendizagem Superordenada.

Um novo material, quando se relaciona de forma geral à estrutura cognitiva sem estabelecer relações de subordinação ou superordenação, é considerado como um movimento da Aprendizagem Combinatória. Esse tipo de aprendizagem ocorre com conceitos menos relevantes ou relacionáveis, sendo menos capazes de se ancorar em um conhecimento pré-existente em particular, mas podem atingir o mesmo grau de estabilidade que proposições superordenadas ou subordinadas. Para Ausubel, (1980, p.50) a grande maioria das generalizações novas que os estudante aprendem em ciências, matemática, estudos sociais e ciências humanas constituem exemplos de aprendizados combinatórios, como por exemplo: as relações entre calor e volume, estrutura genética e variabilidade, massa e energia , dentre outras citadas.

Dentro do foco de interesse conceitual deste trabalho, que é o ensino de Botânica, Júnior (2009, p.16), traz um exemplo de Aprendizagem Combinatória. A partir do entendimento de “Angiospermas” como um conceito geral, o entendimento dos conceitos de Gimnospermas e Pteridófitas se dariam de forma combinatória, pois não estão subordinados ou superordenados à “Angiosperma”. A fig.3 apresenta este exemplo, bem como outros tipos de aprendizagem, tendo “Angiospermas” como conceito central.

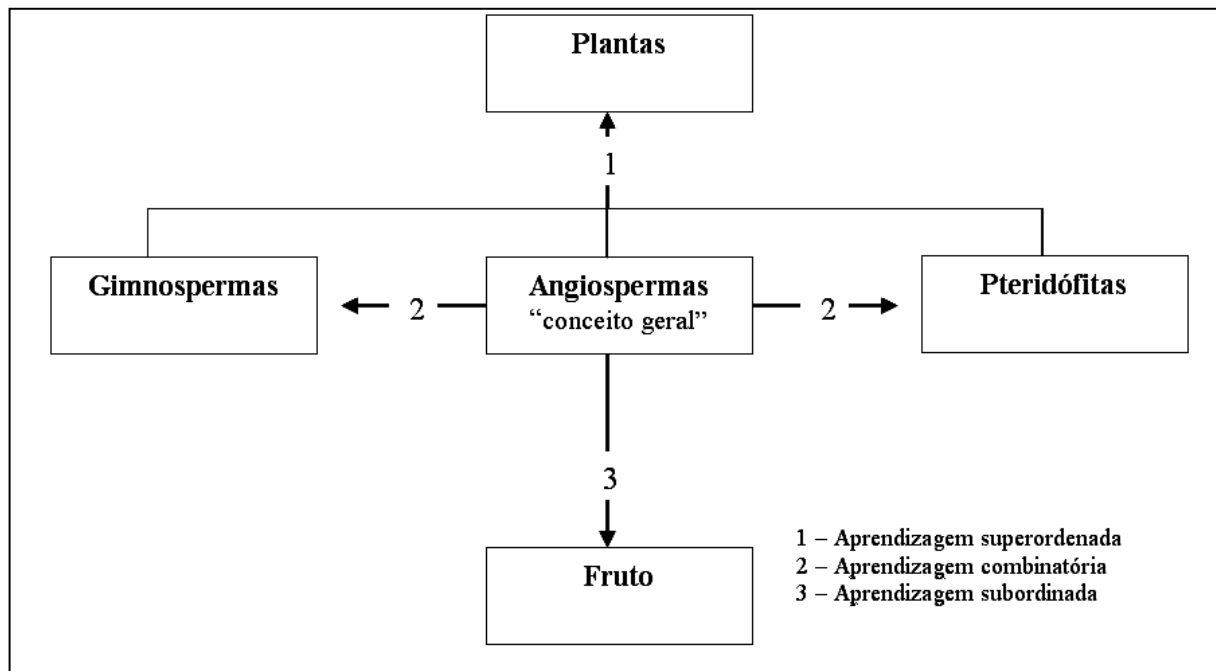


Fig.3) Aprendizagem Significativa de grupos de plantas (Júnior, 2009, p.16)

O processo de aprendizagem significativa é dinâmico e pode ocorrer de várias formas que complementam e enriquecem a estrutura cognitiva. Conforme a aprendizagem significativa subordinada ocorre, os novos materiais modificam o subsunçor, qualificando-o em uma diferenciação progressiva. Já na aprendizagem Superordenada e na Combinatória, os novos elementos se relacionam com outros já existentes na estrutura cognitiva, que se reorganizam e adquirem novos significados, em um processo entendido como reconciliação integrativa.

A assimilação, ou subsunção, é o resultado dinâmico da interação entre o novo material e a estrutura cognitiva. Esta interação vai ocorrendo até que o novo material se relacione de forma tão profunda com o subsunçor que perca seu significado diferenciador, restando somente o subsunçor modificado. O esquecimento do significado individual de um novo material é, portanto, também um resultado da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2009).

A partir da compreensão do processo da A.S. podemos concluir que além da modificação da nova informação e do subsunçor a ela relacionado, se desenvolve também, conforme Tavares (2005), a capacidade de transferir esse conhecimento para a sua possível utilização em um contexto diferente daquele em que ela se concretizou. Por isso, a A.S pode ser considerada um processo não só de aquisição

de conhecimentos, mas também, fundamentalmente, de elaboração de estratégias para a aplicação deste conhecimento, não somente a simples repetição de conceitos.

Cabe, na finalização deste capítulo, destacarmos os processos cognitivos que proporcionam a aprendizagem: a Diferenciação Progressiva e a Reconciliação Integrativa.

a) Diferenciação Progressiva (DP): Ocorre quando há a modificação do subsunçor, ou seja, em geral, quando um conceito é aprendido por subordinação. Onde conceitos gerais são apresentados e, a partir deles, vão sendo desenvolvidos novos conhecimentos que, conseqüentemente, modificam o subsunçor.

Para Ausubel, (1980, p.159), quando assuntos são programados de acordo com os princípios da diferenciação progressiva, as ideias mais gerais e mais inclusivas são apresentadas em primeiro lugar. São então progressivamente diferenciadas, em termos de detalhe e especificidade. Esta sequência programática, presumidamente corresponde à natureza de aquisição da consciência e sofisticação cognitiva quando os seres humanos são espontaneamente expostos a um novo ramo de conhecimentos ou a um viés desconhecido de um corpo de conhecimentos familiar.

Além disso, a organização mental de conteúdos em um indivíduo consiste em uma estrutura hierárquica em que as ideias mais inclusivas ocupam o topo dessa estrutura, abrangendo outras informações menos inclusivas e menos diferenciadas.

Assim, entendemos a DP como um processo que, se levado em consideração pelo educador, facilita o processo de aprendizagem, por apresentar posteriormente os aspectos mais detalhados de um conhecimento previamente aprendido (subsunçor).

b) Reconciliação Integrativa (RI): ocorre quando há a recombinação de informações na estrutura cognitiva, produzindo novos significados. Este processo para Ausubel (1980, p.161), ocorre quando se explora explicitamente relações entre ideias, quando se assinala semelhanças e diferenças significativas entre elas ou ainda se reconcilia inconstâncias reais ou aparentes.

Ao refletir sobre estes processos e a própria prática pedagógica da pesquisadora, foi possível perceber, ao longo dos estudos e da confecção deste projeto, algumas discordâncias entre a teoria da A.S e a organização curricular e dos livros didáticos.

Os livros que utilizamos trazem uma organização sequencial de conteúdos e prioriza-se apresentá-los aos alunos no “sentido” do mais derivado para o mais inclusivo, como por exemplo: No oitavo ano, os livros em geral apresentam os conceitos de célula, tecidos, órgãos e, por último, sistemas. Assim, é dificultada a organização hierárquica dos conceitos na estrutura cognitiva, de acordo como processo de Diferenciação Progressiva descrito por Ausubel.

A organização curricular, onde os conteúdos dos trimestres não se relacionam, ou mesmo os conteúdos entre as unidades desenvolvidas dentro de um mesmo trimestre, sendo independente entre si, colabora para que o aluno “não precise” do conhecimento trabalhado primeiro para auxiliar na compreensão do próximo conteúdo, não contribuindo no processo de Reconciliação Integrativa.

Para concluir este capítulo, corroboramos com Lemos (2011), quando afirma que uma pessoa ao entrar em contato com uma nova informação, mesmo que não seja em uma situação de ensino formal, que o significado pode ser ou não aprendido. Além disso, a aprendizagem ainda pode ser Mecânica ou Significativa, e o que determina qual delas ocorrerá é a interação entre a estrutura cognitiva e o novo conhecimento.

Nem toda aprendizagem que ocorre de forma Significativa é relevante ou correta, pois até mesmo ideias e proposições corretas podem ser aprendidas de forma Mecânica, caso não existam subsunçores que as assimilem.

5.2.3 Aprendizagem significativa e mudança/evolução conceitual

Dentro da perspectiva de uma Aprendizagem Significativa desenvolveremos nosso entendimento sobre a mudança conceitual, que se trata, grosseiramente, da modificação dos conceitos ao longo do processo de aprendizagem. Há vários

trabalhos sobre este processo, o que possibilita uma problematização a respeito do próprio conceito de “mudança conceitual”.

Mortimer (1996) traz, dentro de um contexto histórico, a partir da década de 1970, um aumento nas pesquisas sobre as concepções alternativas dos estudantes, como uma derivação crítica à teoria Piagetiana, que se ocupava mais da questão estrutural do que prioritariamente da questão conceitual. Essa perspectiva de estudo revelou que as ideias alternativas dos estudantes são pessoais, fortemente influenciadas pelo contexto do problema e bastante estáveis e resistentes à mudança. Apesar da variedade de concepções e abordagens destas pesquisas, Mortimer (2000, p.36) destaca duas características principais a respeito do ensino-aprendizagem: a aprendizagem se dá através da construção do conhecimento através do ativo envolvimento do aprendiz e, ainda, as ideias prévias dos estudantes desempenham um papel importante no processo de aprendizagem.

Surge, na década de 1980, o modelo de mudança conceitual de ensino para trabalhar com as concepções dos estudantes e transformá-las em conceitos científicos (op.cit.p.31), a partir de “um processo pelos quais os conceitos centrais e organizadores das pessoas mudam de um conjunto de conceitos a outro, incompatível com o primeiro” (Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982, apud Mortimer, 2000, p.211).

Aprofundando a ideia de mudança conceitual, através da perspectiva de Bachelard, Mortimer traz a proposta da construção de um modelo alternativo para compreender as concepções dos estudantes, denominada “perfil conceitual”.

Essa noção permite entender a evolução das idéias dos estudantes em sala de aula não como uma substituição de idéias alternativas por idéias científicas, mas como a evolução de um perfil de concepções, em que as novas idéias adquiridas no processo de ensino-aprendizagem passam a conviver com as idéias anteriores, sendo que cada uma delas pode ser empregada no contexto conveniente. Através dessa noção é possível situar as idéias dos estudantes num contexto mais amplo que admite sua convivência com o saber escolar e com o saber científico (p.23).

Aproximando-se desta perspectiva evolutiva das concepções alternativas para uma compreensão científica, Moreira (2003) defende que a substituição de

conceitos alternativos por conceitos científicos é uma ilusão. Os conhecimentos construídos de forma alternativa coexistem com os conhecimentos científicos, chamados pelo autor de significados aceitos. De acordo com o mesmo autor, o que acontece na estrutura cognitiva do aprendiz é um desenvolvimento, ou evolução conceitual, e não a substituição de um conceito por outro, o que supera a ideia da simples mudança de conceitos (2009).

Uma ideia prévia, quando em contato com os significados aceitos, mantém-se ainda como um significado alternativo estável. Ao longo do processo da aprendizagem significativa, a diferenciação entre os significados aumenta, mas os significados alternativos não substituídos ou apagados podem ser menos utilizados, ou até mesmo não utilizados, mas seguem presentes na concepção que cada vez mais se desenvolve.

O termo “Mudança conceitual”, quando entendido através da concepção de aprendizagem significativa, não expressa a totalidade deste processo de aprendizagem, pois remete a uma substituição de conceitos. O autor considera que as expressões evolução, desenvolvimento e enriquecimento conceitual, traduzem mais claramente o processo de aprendizagem. Para Moreira,

Desde este ponto de vista, a mudança conceitual, no sentido de substituir significados, não existe. A aprendizagem significativa não é apagável; significados internalizados significativamente (isto é, incorporados à estrutura cognitiva de modo não-arbitrário e não-literal) ficam para sempre na estrutura cognitiva do aprendiz, como possíveis significados de um subsunçor mais elaborado, rico, diferenciado. É como se cada indivíduo tivesse sua história cognitiva pessoal e não-apagável (2009, p.6).

Por conta deste entendimento, neste trabalho será usado o termo evolução conceitual e não mudança conceitual, a partir da ideia de que o processo de aprendizagem significativa se dá através do encontro e interação de conhecimentos prévios com novos conhecimentos, e não por uma automática substituição de conhecimentos. Ainda assim, acorda-se que estes conceitos necessitam de um aprofundamento teórico, que se dará ao longo do desenvolvimento da dissertação.

5.3 A Realidade Aumentada como recurso didático

Esta seção do trabalho trará as explicações técnicas do software de Realidade Aumentada que será produzido, bem como alguns exemplos de pesquisas brasileiras sobre esta tecnologia como recurso didático.

A crescente informatização da sociedade vem proporcionando impactos e mudanças em diversos setores – industrial, comercial e, inclusive, educacional. O advento da informática possibilitou a organização de dados numéricos, documentais e bibliográficos com maior eficiência. A utilização de softwares que permitem a organização e armazenamento de dados, edição de textos e de imagens proporcionam meios mais ágeis nas transações comerciais (consulta de estoques, cálculos de compra e venda entre outros) e também na produção cultural (digitação e impressão de material gráfico, ilustrações e animações, por exemplo).

Além das ferramentas de produtividade, tais como, processadores de texto, apresentações e planilhas eletrônicas, a internet como meio de comunicação possibilita um rápido intercâmbio de dados com atualizações frequentes, dinamizando o acesso às informações, acontecimentos mundiais e à cultura geral.

A popularização dos recursos eletrônicos em jogos, filmes, telefones celulares, transforma a percepção da sociedade, produz novas culturas e influencia opiniões. Desta forma, a escola precisa se manter atrativa e atualizada para cumprir seu papel educacional frente à sociedade, onde os recursos audiovisuais e interativos estimulam a atenção e a aprendizagem, desde que corretamente utilizados. Levy corrobora esta ideia, quando afirma que:

Novas maneiras de pensar e de conviver estão sendo elaboradas no mundo das comunicações e da Informática. As relações entre os homens, o trabalho, a própria inteligência dependem, na verdade, da metamorfose incessante de dispositivos informacionais de todos os tipos. Escrita, leitura, visão, audição, criação e aprendizagem são capturados por uma Informática cada vez mais avançada (1994).

Acredita-se que a escola pode incorporar os recursos tecnológicos às suas estratégias de ensino e aprendizagem. Vários recursos podem ser utilizados pela escola para estimular e enriquecer o aprendizado: blogs, fóruns, bate-papos, e-mail,

videoconferências, exposições e bibliotecas virtuais¹, são apenas alguns exemplos da aplicabilidade das novas tecnologias no espaço escolar.

Tendo este entendimento do aprendizado mediado pela tecnologia informática, percebe-se que a escola pode oferecer ao aluno oportunidades significativas de construção de conhecimentos e valores que estão atrelados a atual conjuntura social e, principalmente, por meio da utilização das tecnologias informáticas como instrumentos auxiliares à prática pedagógica, com o objetivo de promover interação, cooperação, comunicação e motivação a fim de diversificar e potencializar as relações inter e intrapessoais mediante situações mediatizadas, que venham a dar um novo significado ao processo de aprendizagem (RICHIT, 2004).

Por isso, de nada adianta computadores, vídeos ou livros didáticos, se não houver uma intencionalidade transformadora no processo educativo, pois se corre o risco de apenas se reproduzir os conteúdos de maneira tradicional, somente apresentando-os com uma nova roupagem. A tecnologia deve ser mais um dos meios de construir com o aluno o gosto pelo conhecimento, a curiosidade e a satisfação em pesquisar o mundo, estimulando o interesse do aprendiz, num processo dinâmico de conhecimento,

Precisamos contribuir para criar a escola que é aventura, que marcha, que não tem medo do risco, por isso recusa o imobilismo. A escola em que se pense, em que se atua, em que se cria, em que se fala, em que se ama, se adivinha, a escola que apaixonadamente diz sim à vida. (FREIRE, 1992).

Por isso, acredito que a escola pode incorporar novas tecnologias, acompanhando criticamente sua inserção na rotina do aluno para extrair vantagens desses recursos sem aplicá-los por si só, mas dentro do projeto pedagógico da escola. Desta forma, trazemos neste projeto a possibilidade de desenvolvimento de um software educativo que se utiliza da tecnologia da Realidade Aumentada (RA) para suprir algumas necessidades bem específicas do campo do ensino das ciências, que é a utilização de modelos, que neste caso serão virtuais.

¹ Muitos museus oferecem exposições virtuais, tais como: Museu da Fundação Osvaldo Cruz (<http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?tpl=home>), Museu virtual de Tecnologia da Universidade de Brasília (<http://www.museuvirtual.unb.br/index.htm>). Bibliotecas virtuais: Domínio Público (<http://www.dominiopublico.gov.br>), Biblioteca Virtual em saúde (<http://regional.bvsalud.org/php/index.php>) e a Fundação Biblioteca nacional (<http://www.bn.br/portal/>).

Atualmente, a tecnologia permite desenvolver modelos virtuais (estáticos ou em movimento) de qualquer estrutura biológica. A vantagem em produzir modelos didáticos virtuais reside no fato de que nem sempre é possível encontrarmos amostras biológicas disponíveis para coleta; a escola pode não possuir local adequado para sua conservação ou ainda, o que é muito comum, a intensa carga horária do professor pode não possibilitar que haja tempo para uma coleta específica para cada turma em que ministra suas aulas.

5.3.1 Como funciona a Realidade Aumentada (RA)

A Realidade Aumentada (RA) é definida por KIRNER (2007) como a inserção de objetos virtuais no ambiente físico, mostrada ao usuário, em tempo real, com o apoio de algum dispositivo tecnológico, usando a interface do ambiente real, adaptada para visualizar e manipular os objetos reais e virtuais”. Este recurso é, portanto, uma ferramenta que permite que o usuário, em frente à uma tela de computador e a uma câmera, possa visualizar objetos tridimensionais e interagir com eles.

A Realidade Aumentada é produzida captando, com uma câmera ligada a um computador, uma imagem do mundo real que é enriquecida com elementos virtuais determinados anteriormente pelo programador deste recurso. Assim, a realidade aumentada também pode ser definida como a sobreposição de objetos virtuais no mundo real, através de um dispositivo tecnológico, melhorando ou aumentando a visão do usuário (TORI, 2011).

O processo de captura da imagem real, com o aluno em frente ao computador e a inserção da imagem virtual, funcionam, resumidamente, da seguinte forma:

O aluno exibe uma imagem em preto e branco, denominada como “marcador” (Fig.4), para a câmera do seu computador. O computador abriga um programa que identificará este marcador, de forma que, quando for exibido, reproduzirá um modelo escolhido para a aula.

O aluno visualizará na tela a sua própria imagem em tempo real e no lugar do marcador, um modelo virtual pré-definido pelo professor (Fig.5). Ao movimentar o marcador o modelo também se movimenta na tela.

Além do modelo a ser visualizado, é possível acrescentar a ele alguns efeitos de interatividade, permitindo mover-se, mudar de forma, aparecer, desaparecer e reproduzir sons, conforme prévia programação e sempre a partir da interação do aluno. Suponhamos que o aluno precise visualizar a movimentação dos cloroplastos no interior de uma célula; inicialmente teríamos a imagem estática, previamente programada para que, ao captar o toque do aluno no centro do marcador, os cloroplastos passem a se movimentar.

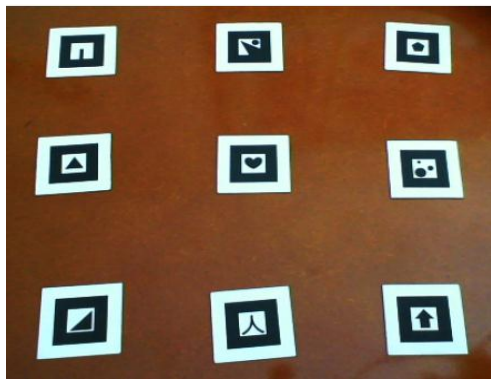


Fig.4 - Imagem real de vários marcadores de papel sobre uma mesa. Fonte: SILVEIRA, 2011.



Fig.5 - Imagem visualizada pelo aluno na tela do computador. Fonte: SILVEIRA, 2011.

A figura 6 mostra simplificada parte deste processo, onde um marcador (papel com um símbolo impresso) é capturado pela câmera (pode ser uma simples webcam). O programa lê o marcador e produz a imagem virtual previamente programada.

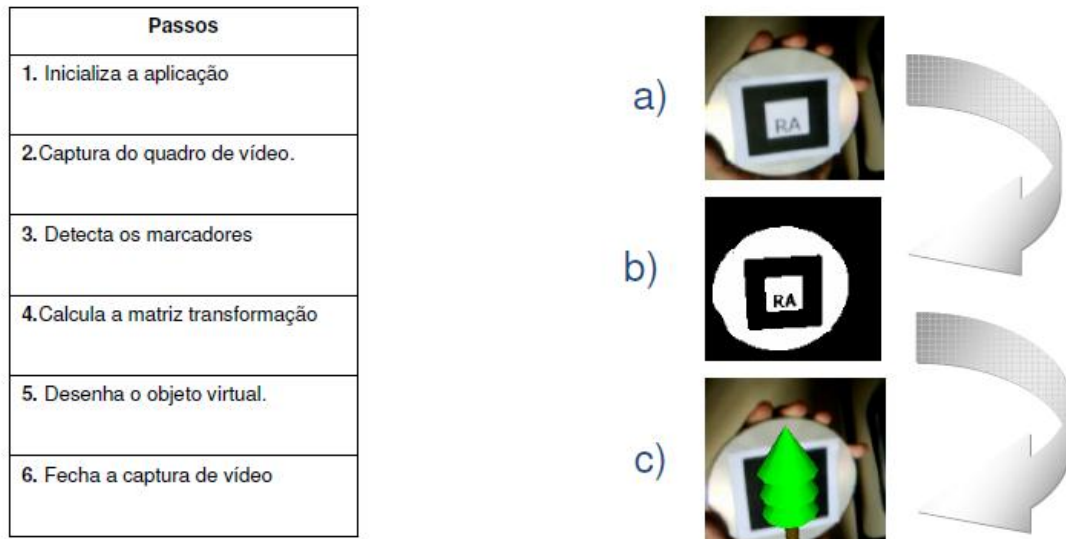


Fig.6 - Processo de captação da imagem real e inserção de objeto virtual a partir de um marcador apontado para a câmera do computador (LUZ 2009).

À imagem produzida, podem ser acrescentados recursos de movimento e som, possibilitando inúmeras aplicabilidades, pois a RA tem sido usada para fins publicitários, científicos e médicos (na produção de exames que permitam a visualização tridimensional de vasos sanguíneos, por exemplo), e também no desenvolvimento de recursos educacionais para aulas presenciais ou à distância. Dentre os recursos pesquisados, podemos destacar a produção de jogos do tipo “quebra-cabeças” tridimensionais e o enriquecimento de livros, onde o usuário coloca o livro em frente a uma webcam, permitindo que sejam vistas ilustrações 3D animadas e sonorizadas sobre o a imagem do livro que aparece no monitor, ambos produzidos por Kirner (2006).

Outro interessante trabalho foi desenvolvido por Luz (2009), que introduziu a realidade aumentada nos cursos técnicos (profissionalizantes); onde foram utilizados marcadores para aumentar a realidade de alguns equipamentos didáticos utilizados nos cursos técnicos, como por exemplo, a partir de um motor real, no qual se inseriu virtualmente o movimento das cargas elétricas, simulando o eletromagnetismo. Marcadores também foram colocados sobre o corpo de alguns alunos e os órgãos virtuais foram projetados sobre eles simulando sua localização.

Outro trabalho relacionado à anatomia humana é o projeto VIDA (TORI, 2009), que propõe o emprego da Realidade Aumentada na manipulação de corpos humanos em aulas de anatomia. Os sistemas permitem que os alunos interajam com objetos 3D e simulem experiências reais. A vantagem é que os procedimentos podem ser repetidos inúmeras vezes e de diversas formas, tanto em cursos presenciais como a distância tendo como base equipamentos mais baratos. Para Tori (2009), “Com a Realidade Aumentada é possível melhorar o envolvimento do aluno na educação à distância, pois eles poderão manipular os objetos no ar, como um holograma.” (Grifo do autor).

Na pesquisa de referenciais para este trabalho encontramos duas experiências envolvendo a utilização da RA para o ensino de botânica. São trabalhos voltados para o ensino médio e graduação, focados no desenvolvimento de uma arquitetura para projetos educacionais com RA, utilizando como temática multidisciplinar a fotossíntese (SILVA, 2008) e o transporte de substâncias no interior das plantas (SILVA, 2010).

Não foram encontrados trabalhos aplicando a RA com a temática botânica no ensino fundamental, portanto este aspecto também justifica a relevância desta pesquisa, que pretende desenvolver um material didático que permita a visualização de estruturas biológicas da anatomia vegetal para propiciar um melhor aproveitamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem.

Uma das atividades que se pretende verificar, como facilitadora da aprendizagem, é a utilização de modelos tridimensionais virtuais das estruturas biológicas em questão. Estes modelos serão confeccionados em um programa denominado Blender 3D². A partir deste ponto, será definido de que forma o aluno interagirá com as estruturas, a partir da projeção destas na tela com a realidade aumentada.

Para desenvolver o aplicativo de realidade aumentada, utilizando as estruturas modeladas no software Blender 3D, será usada a ferramenta ARToolkit³

² Software de modelagem tridimensional que é um software livre, ou seja, gratuito e de código aberto. (<http://www.blender.org/>)

³ Conjunto de funções computacionais que facilita o desenvolvimento de aplicativos. (<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>)

,que com a ajuda de um marcador (uma figura impressa que será apontada para a câmera, e estará nas mãos do usuário) que irá projetar na tela a imagem animada com movimento e/ou som.

Após o desenvolvimento das atividades, os alunos realizarão atividades (mapas conceituais, questionamentos ou desenhos) de forma que teremos como qualificar a contribuição do aplicativo como mediador da construção de conhecimentos.

Assim, entendemos que a Realidade Aumentada pode vir a contribuir para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa, pois essa ferramenta apresenta características que suprem algumas das necessidades prioritárias para o ensino de botânica, tendo em vista:

- As necessidades específicas de cada aula;
- A possibilidade de criar e manter um banco de modelos didáticos permanentes;
- O grau de detalhamento das estruturas biológicas necessário para a aula, ou seja, o nível do público atingido (ensino fundamental, médio ou acadêmico);
- A visualização em três dimensões;
- O movimento (animação) da estrutura modelada, como por exemplo, a abertura e fechamento de estômatos;
- A interação do aluno com o modelo.

Ainda assim, salientamos que as novas tecnologias e suas possíveis aplicações precisam estar a serviço da educação, mas devem ser utilizadas dentro de uma perspectiva que promova a construção do conhecimento, pois a informatização da escola não é uma receita pronta para o sucesso do aprendizado. Desta forma, espera-se que o software produzido dentro do contexto de uma unidade didática, traga subsídios para que o aluno, a partir dos seus conhecimentos prévios, construa uma Aprendizagem Significativa sobre a frutificação.

6 Preparação para o cultivo: A Metodologia

Cada ser vivo possui necessidades específicas para sua sobrevivência, assim como qualquer outro ser vivo, cada planta possui necessidade de nutrientes no solo, em quantidades mínimas e máximas para seu melhor desenvolvimento e produtividade. A vida vegetal é influenciada e impactada por fatores que podemos considerar ínfimos, como algumas horas a mais de luminosidade, pouca umidade ou alguns milímetros a mais de chuva – tudo isso pode mudar, favorecendo ou prejudicando o desenvolvimento vegetal.

As formas e as condições com a pesquisa será desenvolvida também necessitam de atenção, pois com elas buscamos respostas acerca da nossa realidade e por isso, a escolha dos métodos de abordagem e dos procedimentos é fundamental para o resultado e a qualidade da nossa colheita.

A partir de Minayo (2004), a pesquisa é entendida como uma atividade básica das Ciências, um processo de indagação e descoberta da realidade, em uma atitude prático-teórica de busca – em um processo permanente e inesgotável.

Assim, a pesquisa pode ser caracterizada dentro de um Mestrado Profissional, que prima pelo desenvolvimento e fortalecimento da prática de um professor-pesquisador, por mais que esta pesquisadora entenda que na condição de professor, o status de pesquisador já seja inerente à profissão. Por isso, corroborados pelo entendimento de pesquisa de Minayo, entende-se que a pesquisa em sala de aula é uma fonte inesgotável de perguntas e respostas. É um processo que a cada turma e a cada ano, traz novas indagações e desafios, por lidarmos com pessoas diferentes e tornarmo-nos diferentes por isso.

Esta pesquisa tem a característica peculiar de investigar indícios de Aprendizagem Significativa utilizando um recurso didático que prima pela virtualidade tridimensional, visando a uma Aprendizagem Significativa. Assim posto, precisamos de materiais e métodos adequados para que os objetivos propostos sejam alcançados. Por isso, nas seções a seguir, serão explicitadas as opções metodológicas.

6.1 Delimitação e contexto da Pesquisa

Este trabalho pretende ser desenvolvido com alunos da 5ª série (6ºano) do ensino fundamental de uma escola municipal situada em Pelotas, RS. A escola, localizada no bairro Santa Teresinha, zona norte da cidade que tem como característica grande presença de descendentes da colônia alemã provenientes da zona rural de alguns municípios da região sul do Estado, bem como grande influência da Igreja Católica. A escola foi fundada em 1963 e dirigida pelo Padre Roberto Oliveira da Silva pároco da Igreja Santa Teresinha, que fica ao lado da escola. Durante muitos anos esta escola funcionou com professores cedidos pela prefeitura e, atualmente, toda a equipe é regida pela prefeitura municipal. Porém, até hoje a escola é conhecida como a “Escola do Padre Roberto”, sendo que a estrutura física ainda pertence a esta igreja.

Os alunos estudam no turno da manhã e têm entre 11 e 13 anos de idade. Todas as turmas serão convidadas a participar do projeto, que ocorrerá no turno da tarde, devido à disponibilidade da pesquisadora.

Para a atividade é estimada a participação de 20 alunos. Um grupo maior inviabilizaria o desenvolvimento das atividades em função do espaço físico; por outro lado, um grupo muito pequeno corre o risco de não ser tão representativo, pois é comum que haja faltas e desistências, por se tratar de uma atividade em turno inverso ao dos estudos dos alunos participantes.

Todos os participantes receberão um termo de consentimento que informará aos seus responsáveis sobre os objetivos e a forma de desenvolvimento do projeto.

A escolha da 5ª série para o projeto ocorreu em função de uma peculiaridade da estrutura curricular municipal. Em geral o conteúdo de botânica faz parte da organização curricular da 6ª série (7º ano), tanto que os livros distribuídos pelo PNLD (Programa Nacional do Livro Didático) são organizados desta forma, mas, no município de Pelotas, a divisão curricular diferenciada ocorreu em função da extensão dos conteúdos destinados à 6ª série (7º ano), que engloba todos os reinos dos seres vivos. Assim, na 5ª série (6º ano) são trabalhados os seguintes conteúdos: Características dos seres vivos, Seres unicelulares e pluricelulares, Reprodução assexuada e sexuada, Os Reinos da Natureza, Os Vírus, Reino Monera, Reino Protista, Reino Fungi, Reino Plantae (Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e

Angiospermas), Plantas medicinais e Plantas tóxicas. O Reino Animal é conteúdo para a 6ª série (7º ano).

Mesmo tendo o entendimento de que o conteúdo de botânica pode ser desenvolvido em outros anos do ensino fundamental e que a organização curricular é apenas uma formalidade a serviço das políticas públicas, optou-se por manter a “ordem” curricular tentando aproveitar a condição de que os alunos da 5ª série não tiveram contato com os conhecimentos científicos específicos do conteúdo de botânica no ensino fundamental II. Desta forma, supõe-se que seus conhecimentos sejam mais espontâneos e menos vinculados ao ensino formal, para que, assim, a visualização da evolução conceitual possa ser percebida mais naturalmente.

Além disso, um projeto de intervenção que não comprometa a “ordem e o andamento” dos conteúdos tradicionalmente trabalhados em cada série tem maiores chances de ser aprovado e autorizado para ser desenvolvido na escola.

6.2 Etapas da pesquisa

Tendo a finalidade de verificar a contribuição de um recurso com Realidade Aumentada para a Aprendizagem Significativa, podemos afirmar que nosso trabalho tem elementos de uma Pesquisa Aplicada, que de acordo com Gil (2010), é aquela “voltada à aquisição de conhecimentos com vistas à aplicação numa situação específica (p.27)”.

Partindo do problema de pesquisa, que questiona se um ambiente virtual de aprendizagem e que utiliza modelos em Realidade Aumentada, colabora-se para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa sobre o processo de frutificação; há como perceber que sua origem se dá na prática docente da pesquisadora. É uma pesquisa que tem origem, desenvolvimento e aplicação na própria sala de aula. Surgiu das inquietações da pesquisadora e servirá não só para o crescimento pessoal e profissional da mesma, mas acredita-se que trará contribuições para o campo educacional, além dos resultados práticos no próprio *locus* de aplicação.

Por isso, aponta-se que esta pesquisa possui elementos que a localizam em um delineamento qualitativo, como uma pesquisa-ação:

já que procura diagnosticar um problema específico, numa situação específica, com vistas a um resultado prático, Diferentemente da pesquisa tradicional, não visa a obter enunciados científicos generalizáveis, embora a obtenção de resultados semelhantes em estudos diferentes possa contribuir para algum tipo de generalização (GIL, 2010, p.43).

Para o desenvolvimento do trabalho, serão consideradas as seguintes etapas:

- a) Estabelecimento de quais subsunçores serão necessários para a aprendizagem significativa do processo de frutificação;
- b) Investigação da existência destes subsunçores na estrutura cognitiva dos alunos, através de questionário misto, com predominância de perguntas abertas;
- c) Planejamento da Unidade Didática que orientará o processo em sala de aula e será retroalimentada pelo resultado das atividades;
- d) Trabalho de desenvolvimento de organizadores prévios, caso não sejam encontrados subsunçores que ancoram o novo conhecimento;
- e) Desenvolvimento de atividades utilizando software de Realidade Aumentada dentro do planejamento de uma Unidade Didática;
- f) Investigação da evolução conceitual após as atividades e a sua contribuição para a Aprendizagem Significativa, através de instrumentos de coleta como: perguntas (situações problema), mapas conceituais e/ou ilustrações;
- g) Análise descritiva e discussão dos resultados.

6.2.1 Delimitação dos subsunçores

Ao trabalhar numa perspectiva ausubeliana, é fundamental não só levar em consideração o que o aluno já sabe, ou seja, seus conhecimentos prévios, mas também é necessário ter clareza a respeito de quais são os conhecimentos prévios que precisam estar presentes na estrutura cognitiva para que ancorará o novo conhecimento, os subsunçores.

Antes de começar o processo de investigação de conhecimentos prévios, é importante determinarmos quais são os conceitos relevantes para o entendimento

do processo de frutificação, para que estes sejam contemplados na investigação com o instrumento de coleta e ainda quais deles serão abordados ao longo do processo educativo.

Inicialmente, listamos os seguintes conceitos como fundamentais para o entendimento do processo de frutificação:

1. Planta,
2. Reprodução
3. Polinização
4. Flor
5. Fruto (Fruta)

Estes conceitos servirão como base para o instrumento de investigação de conhecimentos prévios tratados a seguir e seguiram alguns dos critérios de seleção:

Primeiro foi pensada a questão da generalidade (como no caso de Planta, Reprodução e Polinização) que são conceitos mais gerais que facilitariam o aprofundamento e a abordagem a conceitos hierarquicamente mais específicos. Além disso, estes mesmos conceitos tem condições de se organizarem como ancoradouros para outros conceitos devido ao seu aspecto de inclusividade.

O entendimento do conceito “Planta” por si só abarca uma série de conhecimentos, como características de um ser vivo, respiração, fotossíntese, órgãos vegetativos e reprodutivos; no caso da “Reprodução”, também é este um conceito muito geral, do qual será possível desenvolver questões morfológicas e fisiológicas da própria frutificação, bem como ecológicas do tipo cadeia alimentar, interação inseto-planta, dentre outras.

6.2.2 Coleta de Dados

Ao trabalhar objetivando uma Aprendizagem Significativa é preciso fundamentalmente, dar atenção aos conhecimentos prévios dos alunos. Para Ausubel (1980, p.17), “a estruturação do conhecimento ocorre de forma não

arbitrária, por acolhimento de novas informações, o que permite ao aprendiz interioriza-las tornando-as mais compreensíveis”. O levantamento e identificação dos subsunçores existentes no grupo de alunos são de fundamental importância para promover a Aprendizagem Significativa, porém é necessário um planejamento de atividades de ensino que estabeleça relações entre o que os alunos já sabem e o novo conhecimento. Caso não existam subsunçores necessários, será preciso organizar atividades que promovam a formação de organizadores prévios.

Esta etapa prevê a construção de um instrumento de coleta que atenda as necessidades deste trabalho, revelando se existem e quais são os organizadores prévios presentes na estrutura cognitiva do grupo em que se desenvolverá a pesquisa.

Trata-se de uma avaliação inicial, com o objetivo específico de determinar a existência ou não de subsunçores consistentes a respeito do conteúdo que será desenvolvido. Além disso, objetiva-se conhecer o nível de entendimento dos alunos a respeito de assuntos relacionados à botânica em geral.

Ao estudarmos trabalhos sobre Aprendizagem Significativa, foi possível encontrar vários deles que se utilizam de questionários, mapas conceituais e entrevistas para identificar os subsunçores. Por se tratar de alunos do ensino fundamental que não estão habituados a trabalhar com mapas conceituais, entende-se que um questionário com questões abertas será, inicialmente, o instrumento que melhor captará a situação cognitiva dos alunos a respeito dos conhecimentos que serão trabalhados; não causando estranheza aos aprendizes ou prejuízos quanto à coleta de dados.

O questionário será avaliado da forma qualitativa descritiva, identificando quais categorias de subsunçores estão presentes e quais organizadores prévios serão necessários trabalhar anteriormente ao desenvolvimento da unidade. A partir deste resultado será feito o planejamento das atividades que serão desenvolvidas, em forma de Unidade Didática.

A coleta de dados não se resume a um momento inicial e outro final tendo como intermediário uma intervenção didática. A coleta nos serve como fonte de

informações para que, no desenvolvimento da Unidade Didática, realizemos reavaliações que possibilitem reorientar o rumo da unidade, suprimindo falhas, introduzindo elementos de interesse dos alunos que possam ter sido desconsiderados, retomando conceitos não totalmente desenvolvidos, reelaborando estratégias, etc.

Desde esta posición, es conveniente adoptar el enfoque de la *evaluación formativa*, en el que la información que se recoge em la evaluación se utiliza para reconducir continuamente aquello que no va adecuadamente, Toda la planificación de la unidad adquiere el caracter de hipótesis que se contrasta com su puesta em práctica (GONZÁLEZ, 1999,p.28. Grifo do autor).⁴

Desta forma, um único instrumento de coleta de dados não bastaria para suprir as necessidades desta pesquisa, havendo a necessidade de outros, que ao longo e ao final da Unidade Didática nos proporcionem os dados necessários para análise.

Entende-se a necessidade da utilização de mapas conceituais (MC) como instrumento de coleta, principalmente por ser um instrumento que se apoia na A.S para se constituir como tal. Os mapas conceituais mostram em forma de diagramas, construídos pelos próprios alunos, as relações por eles estabelecidas no processo de aprendizagem. Em atividades baseadas na Psicologia Educacional de Ausubel costumeiramente vêm-se utilizando mapas conceituais para retratar o estado momentâneo da estrutura cognitiva do aluno sob determinado aspecto. De acordo com Moreira (2006, p.46) “mapas conceituais devem ser entendidos como diagramas bidimensionais que procuram mostrar relações hierárquicas entre conceitos de uma disciplina e que derivam sua existência da própria estrutura conceitual da disciplina”.

O desenvolvimento e análise de um mapa conceitual em sala de aula é uma atividade mais trabalhosa, mas que reflete de sobremaneira a estrutura cognitiva do aluno. Desta forma, entendemos que dentro de uma abordagem de AS, a utilização

⁴ A partir desta posição, é conveniente adotar a abordagem de avaliação formativa, em que a informação é recolhida avaliação em é usado para redirecionar continuamente o que não está indo bem. Toda a unidade o planejamento adquire o caráter de hipótese que se contrasta com sua própria prática.

de um MC é fundamental; por isso, será utilizado durante as atividades da unidade didática e também como instrumento de coleta final de dados.

Este instrumento didático mostra as relações hierárquicas entre os conceitos que estão sendo ensinados em uma unidade de estudo ou curso, explicitando se há subordinação e superordenação, relações estas que afetam a aprendizagem de conceitos. Obtêm-se pelos Mapas Conceituais representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e que provavelmente facilitarão a aprendizagem das mesmas (MOREIRA, 2006).

Postergar o uso de mapas conceituais neste trabalho, sem utilizá-los como primeiro instrumento de coleta se deve ao fato de que a maioria dos alunos não está habituada a trabalhar com este recurso. Assim, é pretendido realizar algumas atividades com mapas conceituais anteriores ao desenvolvimento da unidade propriamente dita, para que possamos utilizá-los também como instrumento de coleta de dados, por entendermos que os mapas conceituais nos proporcionarão um material rico para identificar, descrever e interpretar os significados atribuídos pelos estudantes ao processo de frutificação.

6.2.3 Trabalhando os organizadores prévios

Conforme explicitado anteriormente, é necessária a clareza de quais subsunçores são necessários os alunos já possuírem na sua estrutura para a aprendizagem de um conceito determinado. Após o estabelecimento destes subsunçores necessários, é feita a análise dos conhecimentos prévios dos alunos.

Caso não haja os subsunçores necessários, o professor precisa trabalhar com os organizadores prévios, que são materiais relevantes e introdutórios, sendo muito claros e estáveis. Os organizadores são normalmente introduzidos antes do próprio material de aprendizagem e usados para facilitar a disposição à aprendizagem, pois auxiliam para que o aluno reconheça novos elementos, relacionando-os com aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva existente (AUSUBEL, 1980, p.143).

Ao objetivar com que todos os alunos obtenham os organizadores prévios

necessários para a aprendizagem de determinado conceito, é preciso trabalhar com organizadores em um nível de abstração mais elevado, com maior generalidade e inclusividade do que o próprio material a ser aprendido, servindo como um local onde a nova informação tenha como se relacionar, ancorando-se para levar ao desenvolvimento de novos conceitos (AUSUBEL, 1980; MOREIRA, 2006).

Os organizadores prévios, portanto, não são somente um material introdutório, com algumas palavras-chave no mesmo nível de complexidade que o conteúdo a ser trabalhado. É uma informação mais geral e inclusiva que subordinará os novos conhecimentos e deles surgirão novos tipos de relações entre os demais conhecimentos, gerando novas aprendizagens. Esta também é uma etapa de fundamental importância, caso não existam os subsunçores desejados para o trabalho. Possibilitará com que todos compartilhem dos mesmos conhecimentos para que tenhamos como ponto de partida os conceitos necessários para a aprendizagem da frutificação.

6.2.4 De onde vem a fruta? Uma Unidade de Aprendizagem focada na frutificação

A Unidade de Aprendizagem (U.D) é uma estratégia de organização do processo de ensino de aprendizagem, proposta por González (1999), que permite o desenvolvimento dos conteúdos de forma organizada e flexível, facilitando o processo de troca e participação entre o educador e o educando. O planejamento se dá de forma reflexiva, pois primeiramente são estabelecidos princípios, objetivos, conteúdos e problemas, para depois realizar o planejamento de atividades, sendo que a avaliação (dos alunos e da unidade) é contínua e modifica o andamento da unidade. O autor prevê que as decisões tomadas posteriormente à avaliação modificam o projeto, aperfeiçoando-o.

Ao longo dos estudos para este trabalho, foi possível conectar alguns pontos em comum entre a concepção de U.D Inovadora de González e o entendimento de

aprendizagem de Ausubel, que serão tratados na seção a seguir, justificando a escolha destes dois autores.

Um exemplo prático de planejamento e de aplicação da U.D dentro da perspectiva teórica de Ausubel encontra-se no APÊNDICE 1, que é desenvolvimento do piloto deste projeto de dissertação.

6.2.4.1 Enxertia Teórica: González e Ausubel

A enxertia é um processo de reprodução assexuada entre espécies diferentes, que tem como vantagem reunir em um único indivíduo características de mais de uma espécie em um único ser. Ocorre pela união dos tecidos de duas espécies de plantas, o enxerto e o porta-enxerto. O enxerto é a parte que frutificará, produzirá os frutos desejados, mas não existiria sem o suporte do porta-enxerto, que lhe fornece os nutrientes e condições necessárias à sobrevivência dos órgãos vegetativos.

A Unidade Didática é como um enxerto, construído a partir do entendimento de González sobre o planejamento didático, mas bem localizado sobre seu “porta-enxerto”, que é a Psicologia Educacional ausubeliana – que nos serve de base teórica.

Assim como em uma enxertia biológica, nossa enxertia teórica necessita ser feita com espécies próximas para que haja sucesso na frutificação. Por isso, trazemos nesta seção alguns pontos que julgamos necessários destacar, pois foram fundamentais em nosso entendimento para aproximarmos teoricamente estes dois autores. São eles:

- Conhecimentos prévios:

De acordo com González (1999), a U.D que tem um modelo construtivista, influenciada pela psicologia da aprendizagem; é aquela que tem como ponto de partida o que os alunos já sabem e, por isso, os conhecimentos prévios dos alunos determinarão a sequência de atividades que irão ser elaboradas e reelaboradas

conforme o avanço da unidade, o que nos traz um princípio ausubeliano, de que o fator que mais influencia a aprendizagem é o que o aluno já conhece. Por isso, a U.D deste projeto, que tem como objetivo propiciar a Aprendizagem Significativa a respeito do processo de frutificação das Angiospermas, partirá dos conhecimentos prévios dos alunos, que servirão de subsídios para a elaboração e desenvolvimento da unidade.

- Conceitos centrais:

O autor ainda defende a unidade didática planejada de uma forma sistêmica, mas que parte dos conceitos de alunos e professores centrados em ideias-força que “no son más que los pensamientos centrales sobre los que se basáran todas las actividades y experiencias de aprendizaje (1999, p.41)”⁵. As ideias-força também são denominadas por González como o “eixo” da unidade, ou como “conteúdos estruturantes”, e atuam como núcleo orientador de todo o plano de trabalho.

Este entendimento de conteúdo estruturante nos traz a ideia de certa hierarquia de conceitos, onde há alguns deles que são os principais, o eixo da unidade, que seriam, de acordo com Ausubel, os conceitos mais gerais, mais inclusivos, dos quais se diferenciariam outros através dos processos cognitivos que ocorrerão ao longo da unidade.

- Situações-problema

González coloca as situações problema como cerne da Unidade Didática, afirmando que todo o processo de ensino e aprendizagem é gerenciado em função da resolução e da investigação de problemas em situações ou dificuldades que surgiram em função do trabalho com as ideias-força da unidade (2009, p.52).

Ausubel dá importância à resolução de problemas como “qualquer atividade em que tanto a representação cognitiva da experiência passada como os componentes de uma situação problemática atual são reorganizados para atingir um objetivo designado (1980, p.472)”.

⁵Não são nada mais que pensamentos centrais sobre tudo em que se basearam todas as atividades e experiências de aprendizagem.

Ambos partem do conhecimento do aluno, utilizam-se das ideias-força ou conceitos trabalhados em aula, dando subsídios para que o aprendiz possa resolver os problemas propostos. A resolução de problemas permite que o aluno utilize os conhecimentos adquiridos de forma diferenciada, evidenciando a Aprendizagem Significativa. Moreira (1999) sugere que estes sejam elaborados de forma diferente das atividades rotineiras, que requeiram a máxima transformação do conhecimento adquirido. Além disso, as atividades podem ser sequencialmente dependentes, de forma que não se resolva a última sem ter o entendimento da precedente.

- **Motivação**

Para Ausubel a motivação é uma das condições para a Aprendizagem Significativa, mesmo que em curto prazo não seja absolutamente necessária, é indispensável pra uma aprendizagem continuada, envolvida na tarefa de dominar o tema de uma dada disciplina e traz benefícios, tais como: focalização da atenção, persistência e tolerância à frustração (1980, p.331).

González também considera a motivação como um componente importante para o êxito da aprendizagem em uma Unidade Didática, afirmando que “la motivación de la unidad no sólo sea el punto de partida para el desarrollo de las actividades, sino una pauta permanente de actuación didáctica”(1980,p.48)⁶.

Para que esta motivação acompanhe o desenvolvimento da unidade, o autor sugere que, além de situações inesperadas e impactantes, sejam mostradas as aplicações práticas dos conhecimentos proporcionando situações-problema interessantes, o que nos traz de volta às estratégias de A.S. de Ausubel.

- **Avaliação**

A avaliação para Ausubel presume na coleta de evidências que mostrem que o aluno compreendeu significativamente um conceito e assim como González, entende que deve ser feita em vários momentos do processo educacional, para que seja possível determinar o grau de progresso em relação ao objetivo durante o curso

⁶ A motivação da unidade não seja só o ponto de partida para o desenvolvimento de atividades, mas um padrão contínuo de desempenho didático.

da aprendizagem, tanto como retroalimentação para o próprio estudante, como para o professor reorientar o processo de instrução (1980, p.500).

Para avaliar se houve a Aprendizagem Significativa será feita uma avaliação processual, de acordo com o que foi explicitado no item 6.2.2 (Coleta de dados), dentro uma perspectiva ausubeliana, pois o objetivo específico é a aprendizagem do processo de frutificação. Ainda assim é preciso considerar que o nosso trabalho utiliza um recurso didático diferente do que até então é conhecido e a aplicabilidade deste recurso também precisa ser avaliada.

A avaliação neste projeto, além de fornecer as informações sobre a aprendizagem dos alunos participantes, o que rotineiramente seria utilizado para retroalimentar o planejamento do professor e reorientar a sua prática, trará dados que possibilitarão avaliar não só a aprendizagem, mas a própria Unidade Didática e o recurso didático com Realidade Aumentada como instrumento para a aprendizagem do processo de frutificação. Além disso, a avaliação dos alunos traz um pouco do resultado do desempenho do educador, quando levado em consideração as variáveis que colaboram ou interferem no seu desempenho. Por isso, para avaliar estes outros aspectos será necessário utilizarmos outros recursos, tais como o diário de classe do professor, onde são registradas suas observações e reflexões de cada aula.

Compartilhando do entendimento de González, a avaliação deve referir-se ao processo de aprendizagem completo, que depende tanto do aluno como do professor, da aula e dos fatores de entorno, sendo que todo o conjunto deve ser avaliado. Por isso, acreditamos que utilizando de mapas conceituais e situações problema para avaliarmos a A.S e o diário de classe para avaliar a U.D estaremos com os instrumentos adequados para nosso trabalho.

6.2.5 Metodologia, Análise e discussão dos resultados

Objetivando encontrar indícios da ocorrência de evolução conceitual a respeito do processo de frutificação no material de pesquisa, optamos por realizar uma análise descritiva ao conjunto dados coletados a partir das atividades que serão

desenvolvidas antes e ao longo da Unidade Didática, incluindo-se nestas as questões problema e os mapas conceituais construídos.

Apesar de a pesquisa estar situada em uma perspectiva descritiva, encontramos em Bardin alguns elementos que orientam no sentido da escolha do *corpus* e da organização dos dados para a análise. Dentro da pré-análise, ocorrerá, *a priori*, a escolha dos documentos tendo como universo de pesquisa os questionários aplicados antes e após do desenvolvimento da unidade didática. Entende-se que o instrumento de coleta de dados e a sua aplicação fornecerão um material do qual extraímos nosso *corpus* de pesquisa, respeitando a Regra da Representatividade que orienta a análise pode ser efetuada a partir de uma amostra, desde que o material a isso se preste; e a Regra de Pertinência que indica que “os documentos retidos devem ser adequados, enquanto fonte de informação, de modo a corresponderem ao objetivo que suscita a análise” (BARDIN, 1977.p.98).

Entendemos que as atividades de análise de conhecimentos prévios, realizadas anteriormente ao desenvolvimento da U.D, conjuntamente com as atividades posteriores e os mapas conceituais atendam às exigências de representatividade e pertinência, fornecendo um conjunto de dados válidos para atender aos objetivos deste trabalho, permitindo a partir da descrição e interpretação dos dados, responder ao problema de pesquisa proposto.

Nesta etapa do texto, cabe pormenorizar o processo de análise dos mapas conceituais, que trará informações que serão complementadas pelos dados obtidos nas outras atividades.

Os mapas conceituais constituem uma estratégia tanto de ensino quanto de avaliação, até mesmo de organização curricular; eficientes dentro de um trabalho pedagógico situado pela perspectiva da Aprendizagem Significativa, pois objetiva fornecer um *status quo* da estrutura cognitiva do aluno a respeito de um conceito específico.

Para Novak & Cañas (2006), estes mapas são criados a partir de um contexto ou uma pergunta geral, tornando-se ferramentas gráficas para organizar e representar o conhecimento, incluindo conceitos representados por círculos ou

caixas e algum tipo de relação entre eles, indicada por uma linha conectiva entre estes mesmo conceitos.

Algumas palavras podem ser escritas sobre esta linha conectiva, constituindo-se “palavras de enlace”, que deixam clara a relação entre os conceitos. Os conceitos são organizados de forma hierárquica, onde os mais inclusivos e gerais ficam na parte superior do mapa, e os mais específicos logo abaixo, também organizados hierarquicamente.

Os enlaces cruzados representam uma característica importante dos mapas conceituais, salientada por Novak & Cañas, pois são relações entre os conceitos de diferentes domínios do conceitual que muitas vezes podem representar saltos criativos por parte do produtor de conhecimentos.

A apresentação dos mapas conceituais aos alunos e sua ambientação com a ferramenta não será objeto desta escrita neste momento, pois será abordada futuramente em capítulo específico da dissertação. Convém-nos agora esclarecer os pontos básicos a serem observados na avaliação dos mapas conceituais que serão construídos ao longo do desenvolvimento deste projeto.

A princípio, os alunos elaborarão, pelo menos, dois mapas conceituais, um no início da unidade e outro após o desenvolvimento da mesma, desconsiderando para a análise de evolução conceitual aqueles que serão construídos anteriormente com assuntos diversos, com a finalidade de que eles se apoderem da ferramenta.

A análise entre estes mapas se dará orientada considerando as indicações de Novak & Gowin (1984):

- A existência de relações que formem proposições válidas: As relações entre os conceitos demonstram o processo de diferenciação progressiva.

- Os níveis válidos de hierarquia: A estrutura hierárquica apresentada em um MC mostra o processo de subsunção dos conceitos, podendo mostrar o conjunto de relações entre um conceito e subordinados.

- As ligações transversais que revelem relações válidas entre dois segmentos distintos da hierarquia conceitual: Esta característica, quando presente em um MC, pode apontar reconciliações integradoras que venham a indicar a ocorrência da AS.

-Em alguns casos, exemplos específicos (que devem ser solicitados anteriormente pelo professor).

Estes critérios, para Novak & Gowin, podem retratar os processos característicos da AS, mas eles apenas indicam estes critérios, deixando claro que é importante que cada educador utilize suas próprias chaves de pontuação e avaliação, sendo que a pontuação não é uma regra a ser utilizada, mas apenas uma das formas de avaliação.

Acreditamos que as estratégias de coleta e análise dos dados que serão utilizados são complementares e que propiciarão uma riqueza de dados e uma avaliação mais abrangente do que se aplicados isoladamente.

7 Projeto piloto

Com o intuito de propiciar a experimentação das potencialidades do recurso didático produzido com a tecnologia da Realidade Aumentada, a aplicabilidade dos instrumentos de coleta bem como o ato de verificar a adequação dos materiais e as condições para a execução deste projeto é que proporcionou o desenvolvimento deste piloto.

7.1 Delimitação do contexto da pesquisa

Originalmente, a intenção era desenvolver este trabalho na escola onde a pesquisadora atua como professora das 5^a séries, no turno da manhã, instituição que atende mais de 1300 alunos e possui laboratório de informática, desejável para o andamento deste trabalho.

Em função de questões logísticas e técnicas nosso *locus* de pesquisa foi modificado.

Os laboratórios de informática das escolas municipais possuem o sistema operacional LINUX Educacional 3.0, no qual não conseguimos ainda fazer com que o software que produzimos seja executado. Para superar este obstáculo, sem tempo hábil para desenvolvermos uma nova versão, optamos por utilizar o software em computadores (laptops) que usassem o sistema operacional Windows.

Como esta escola se encontra em um bairro de difícil acesso e de grande periculosidade e a pesquisadora se utiliza de transporte coletivo, o traslado dos

laptops até a escola seria arriscado e, por isso, foi necessário mudar o *locus* de pesquisa para um local mais acessível. Desta forma o projeto piloto foi desenvolvido da Escola Municipal de Ensino Fundamental Santa Teresinha, onde a pesquisadora atua no turno da tarde com 7ª e 8ª séries. As características da escola e aspectos da sua história e localização encontram-se na página 32.

Como não há nenhuma turma de 5ª série neste turno, o projeto foi desenvolvido com uma turma de 7ª série do ensino fundamental que possuía 15 alunos, com idades entre 12 e 13 anos, com apenas um caso de repetência e distorção idade-série (15 anos) e onde a pesquisadora já era docente titular da disciplina de Ciências.

Foram realizados dois encontros semanais durante quatro semanas, totalizando 14 horas aula. O material utilizado: quatro webcams e três laptops foram levados para as aulas pela pesquisadora e mais um computador foi emprestado pela escola.

A adequação do instrumento de coleta se fez necessário, visto que ele tinha sido desenvolvido para ser aplicado a alunos de 5ª série, que teoricamente nunca tinham tido contato com o conteúdo de botânica.

Nas próximas seções serão descritas as etapas do projeto.

7.2 Análise de conhecimentos prévios

A análise de conhecimentos prévios é uma etapa que se inicia muito antes da aplicação de um instrumento de coleta de dados em sala de aula. É necessário que haja clareza de quais subsunçores são necessários para a compreensão do conceito a ser trabalhado para que possamos investigá-los. Portanto, anteriormente à análise, foi vital o estabelecimento de quais subsunçores seriam necessários para a aprendizagem significativa da frutificação.

Mesmo sabendo que os alunos já haviam tido contato formal com o conteúdo de botânica quando cursaram a quinta série, era preciso saber quais conceitos, obtidos pela educação formal ou informal, realmente estavam presentes em sua estrutura cognitiva. A partir da definição dos subsunçores, ocorreu a elaboração de um instrumento de investigação da existência dos mesmos na

estrutura cognitiva dos alunos através de um instrumento com prioridade para perguntas abertas.

7.2.1 Instrumento de investigação de conhecimentos prévios

As atividades propostas neste instrumento, denominado para fim de organização de Instrumento 1, foram avaliadas anteriormente à sua aplicação por duas professoras do ensino básico que atuam na rede municipal de Pelotas. Os subsunçores procurados são aqueles julgados necessários para a compreensão do fenômeno da frutificação e se diferem daqueles enunciados no projeto de pesquisa, pois, neste caso, trabalhamos com alunos que já tiveram o contato formal com o ensino de botânica e, por isso, estimava-se uma maior variedade de conceitos na estrutura cognitiva.

1. Planta
2. Flor
3. Fruto (Fruta)
4. Ovário
5. Óvulo
6. Antera
7. Polinização
8. Reprodução
9. Semente
10. Folha
11. Raiz
12. Caule

Na tentativa de identificá-los, foram desenvolvidas atividades variadas para que o aluno pudesse, de diferentes formas, expor as suas concepções. Muitas das questões foram baseadas na dissertação de Luís (2010), que investiga a progressão de aprendizagem sobre a reprodução vegetal no primeiro ciclo do ensino fundamental do sistema educacional português.

As questões estão organizadas conforme foram aplicadas no APÊNDICE 1. Será feito um breve comentário do que se pretende com cada questionamento para

esclarecer quais subsunções estão sendo investigados:

1- Reconhecimento da existência dos vegetais como parte do ambiente natural. Espera-se que o aluno cite vegetais relacionados ao seu cotidiano (alimentação), bem como os mais citados pela mídia e livros escolares.

2- Esta questão procura verificar o entendimento de que as plantas são fotossintetizantes, ou seja, autótrofas, ao contrário dos animais. Conhecer esta característica facilita a compreensão das funções ecológicas das plantas.

3- Procurar o conhecimento da morfologia vegetal. Ao ter o conhecimento das diferentes partes das plantas o aluno mais facilmente entenderá sua fisiologia e, conseqüentemente, a frutificação.

4- Esta questão pode complementar a questão posterior. Aqui se espera que os alunos apontem a importância das plantas no seu cotidiano (alimentação, uso da madeira, fibras vegetais, etc.). Acredita-se que possam citar ainda a importância ecológica das plantas. O entendimento de que as plantas são importantes para o indivíduo em função de sua importância ecológica também é entendida como uma compreensão da indissociabilidade entre homem-natureza, o que descartaria a necessidade da questão número 5. Entendendo que este seja um raciocínio mais aprofundado, optou-se por separar este conhecimento em duas questões.

5- Esta questão traz conhecimentos mais gerais, inclusivos, pois se espera que o aluno conheça as funções ecológicas das plantas, por exemplo: na cadeia alimentar, no equilíbrio biogeoquímico dos nutrientes, na manutenção dos solos, na regulação do clima, no regime de chuvas e na umidade do ar.

6- Esta questão aborda a reprodução das plantas. Pode-se obter respostas a respeito da reprodução sexuada (em uma planta monóica ou com flores hermafroditas), ou até mesmo a reprodução assexuada, com a própria planta expandindo seu território, através, por exemplo, de um caule rastejante.

7- Reprodução assexuada. Investiga o conhecimento sobre a reprodução assexuada das plantas, que pode ocorrer em função da ação antrópica no ambiente.

8- Nas imagens temos um galho com flores e outro sem flores. Investiga-se aqui se há relação entre a produção do fruto e a existência da flor.

9- Da mesma forma que a questão anterior, o aluno identificará um órgão onde se desenvolverá um fruto.

10- Aqui se investiga o entendimento da polinização, a existência de néctar e de pólen e, conseqüentemente, a função ecológica das plantas na cadeia alimentar.

11- Nesta questão, procura-se o entendimento da função do pólen.

12- Esta questão mostra dois momentos na floração de um pessegueiro. O momento com a flor aberta e, posteriormente, quando suas pétalas caíram (após a fecundação).

13- Questão 13.1) Esta questão procura que o aluno identifique a semente de um tomate. Foi escolhido este fruto por ser geralmente confundido com um legume.

Questão 13.2) Sem nomear a estrutura, pergunta-se como os pontinhos (sementes) foram parar dentro do fruto. Esta questão faz com que os alunos tenham que elaborar uma hipótese que explique a origem da semente. Investigaremos se a hipótese está relacionada à fecundação dos óvulos.

14- Esta questão subdivide-se em outras 8. A ideia aqui é a de que o aluno possa identificar em plantas usadas como alimentos, suas respectivas partes, que são consumidas. Convém destacar que maioria destes vegetais é utilizada no cardápio das refeições escolares.

Primeiramente foi planejada uma questão de relacionar as colunas, o que poderia provocar respostas mecânicas ou por exclusão, assim elas foram planejadas de forma independente, onde alguns órgãos se repetem.

Destaca-se nesta questão a escolha do feijão de vagem (que é o mesmo feijão que comemos em grãos, mas colhido antes de sua maturação) e os seus respectivos grãos. Popularmente esta relação não é estabelecida.

7.2.2 Análise dos conhecimentos prévios

Os dados foram analisados de forma qualitativa descritiva. Todas as respostas foram digitadas e analisadas individualmente, gerando um parecer descritivo de cada aluno, contendo os subsunçores que cada aluno possuía e quais ainda eram necessários trabalhar. De posse desses dados, concluiu-se que era necessário realizar um trabalho de desenvolvimento de organizadores prévios, pois em sua maioria os alunos não possuíam os seguintes subsunçores: A planta (como

ser vivo), Fotossíntese, reprodução sexuada, reprodução assexuada, polinização e relação flor-fruto.

É importante apontar que a maioria dos alunos não considera as plantas como seres vivos, mas concordam que elas crescem se reproduzem. Mesmo que a reprodução seja uma das características dos seres que possuem vida, ela não basta para que os alunos entendam as plantas como tal. Os argumentos para justificar que as plantas não são vivas estavam relacionados com as questões de movimento. Portanto, se as plantas não se deslocam não são vivas.

Outra compreensão bem presente na turma é a de que as plantas se reproduzem de forma assexuada e que a polinização é uma forma de reprodução assexuada. O processo de polinização é importante para produzir alimento para os insetos, mas não é relacionado à reprodução.

A respeito da função dos frutos, concluíram que as “frutas” surgem nas plantas para servir de alimento, havendo um estranhamento com a palavra “frutos”. E ainda: As flores morrem e nascem os frutos, mas em geral os alunos afirmaram que são órgãos independentes.

7.3 Trabalho de desenvolvimento de organizadores prévios:

De posse dos resultados da etapa anterior, foi decidido realizar atividades para o desenvolvimento de organizadores prévios e, por isso, no terceiro encontro conversamos sobre a atividade de coleta de dados, sobre as impressões dos alunos sobre o trabalho e levei para a aula alguns pequenos vídeos que ilustravam alguns pontos que precisavam ser revistos. Foi trabalhada a questão da diferenciação entre animais e plantas (movimento) mostrando pequenos vídeos em *time lapse*⁷, que mostram que as plantas também apresentam movimentos.

Os vídeos foram visualizados em meio a questionamentos e trocas de

⁷ Processo de filmagem em que cada quadro do filme é captado de forma mais lenta do que será reproduzido, assim é possível perceber detalhes sutis de forma mais evidente. Vídeos sobre movimentos das plantas:
http://www.youtube.com/watch?v=cRT0xjXhbso&list=PLXX6vq776MB-M4Rgn8VN0fwlveJQJNMW3&index=1&feature=plpp_video Dormideira:
http://www.youtube.com/watch?v=BLTcVNyOhUc&list=PLXX6vq776MB-2-M4Rgn8VN0fwlveJQJNMW3&index=4&feature=plpp_video

ideias, o que pareceu ter sido bem produtivo e motivador para os alunos. A questão da reprodução também foi trabalhada com um trecho do documentário “Tudo sobre as árvores”⁸ já que a questão da reprodução pouco apareceu na análise inicial.

Como encerramento da aula, os alunos receberam fichas com os conceitos trabalhados no dia, bem como os demais conceitos subsunçores que a análise acusou que estavam presentes. De posse destas, fichas os alunos montaram um mapa conceitual, atividade que eles já haviam feito com outra temática, pelo menos duas vezes neste semestre nas aulas de Ciências.

7.4 Desenvolvimento de atividades utilizando software de Realidade Aumentada:

Entre o processo de coleta de dados e a atividade com os organizadores prévios, ou seja, no segundo encontro, os alunos puderam realizar atividades com a tecnologia de Realidade Aumentada com alguns jogos que a pesquisadora levou para a aula. Esta atividade teve como objetivo a ambientação dos alunos com as ferramentas: a câmera, o laptop e os marcadores – para que fossem utilizados com maior aproveitamento e naturalidade pelos alunos, a fim de que além de uma experiência de aprendizagem, a atividade fosse algo divertido. Além disso, a atividade deste encontro foi extremamente motivadora, gerando uma grande expectativa dos alunos para o início da unidade com a utilização dos modelos em RA.

7.4.1 A produção do recurso didático

A ideia do recurso didático não poderia ser somente apresentar os modelos aos alunos, por isso foi preciso pensar em algo mais contextualizado, com elementos regionais que pudessem chamar a atenção e ao mesmo tempo impactá-los.

Para facilitar a manipulação durante as aulas possibilitar as atividades em grupo e evitar que os marcadores fossem perdidos, o recurso foi montado em forma

⁸ Documentário “Tudo sobre as árvores”: <http://www.youtube.com/watch?v=eTInZT0LEWM> (Do trecho 22:30 até 26:35min)

de livro (APÊNDICE 2), que contém uma parte textual e os marcadores que ao serem apontados para a câmera do computador exibem uma imagem tridimensional relacionada ao texto da página. Cada aluno recebeu um livro, que foi identificado com um número, para que pudessem realizar anotações e responder a algumas questões propostas ao longo da unidade.

A temática escolhida para a unidade didática foi o chimarrão, bebida típica presente nos lares dos gaúchos. A escolha da *Ilex paraguariensis* ocorreu em função da proximidade dos alunos com o produto da planta, folha moída da erva-mate e, também, no estranhamento a que foram expostos quando foram levados a pensar: - Como é a planta da erva mate? Ela tem flor? Tem fruto?

Além disso, também já trabalhamos um conhecimento prévio apresentado pelos alunos de que os frutos (verbalizados pelos alunos como frutas) são as estruturas utilizadas pelos humanos como alimento. E a pergunta que se seguia era: “- E se não dá pra comer pra quê que serve?”.

A escolha desta planta gerou o desequilíbrio necessário para estimular muitas indagações, o que acabou motivando o desenvolvimento do trabalho.

O recurso didático foi então materializado através de um software que reproduzia estruturas da *Ilex paraguariensis* a partir da exibição dos marcadores impressos no livro (Figuras 7 e 8).

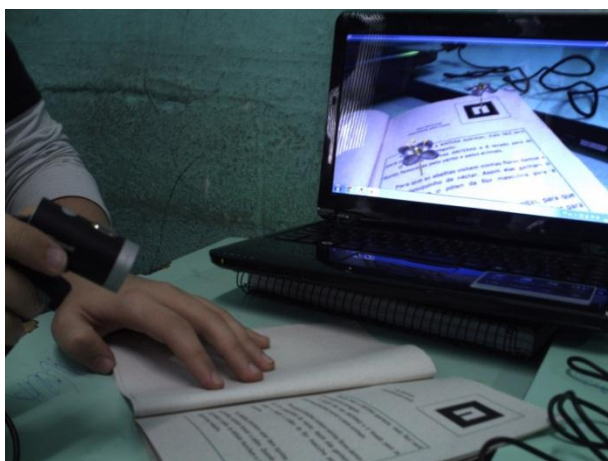


Fig.7- Visualização do modelo que representa a polinização

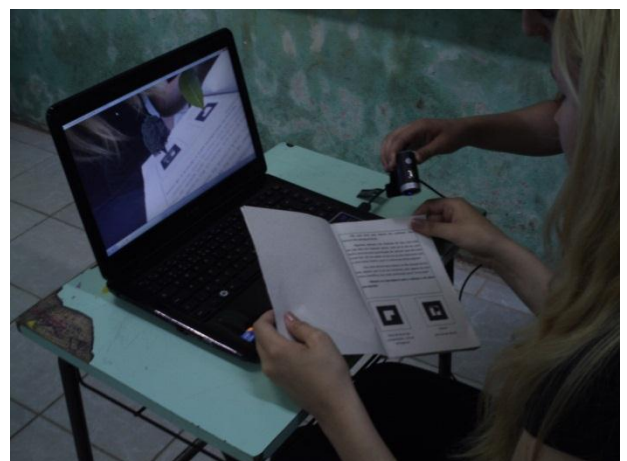


Fig.8- Aluna visualizando os dois primeiros modelos do livro: a folha e a árvore da erva-mate.

7.4.2 A utilização do recurso

Os alunos foram divididos em quatro grupos, de três a quatro componentes, pois, em geral, havia apenas doze deles presentes, dos quinze matriculados na turma. O livro foi dividido em unidades onde, em cada aula, era desenvolvida uma parte da história da erva-mate; os alunos interagem com os modelos e faziam questionamentos (Fig.9 e 10). No final da aula houve a retomada do que foi trabalhado e, no início da aula seguinte, também foi feita uma revisão oral e utilizados os modelos.



Fig.9- Alunos em grupo utilizando o software



Fig. 10- Alunos experimentando marcadores que desenharam na própria pele.

Cada etapa do livro tinha uma atividade de elaboração de hipótese: “Mas depois da polinização, o que será que acontece nas flores”? Escreve no espaço abaixo as tuas ideias: (p.11); ou de observação dos fenômenos: “Agora que as células reprodutivas chegaram ao estigma, (...) Explica o que pode estar acontecendo na flor: (p.14)”.

Além dessas atividades foi feito um mapa conceitual coletivo, para exercitar, retomar os conceitos estudados, debater e aparar algumas arestas conceituais ainda presentes.

7.5 Investigação dos Indícios de Aprendizagem Significativa

Para encontrar evidências da Aprendizagem Significativa foram propostos dois instrumentos de coleta de dados, sendo o primeiro em forma de atividades descritivas, assim como a análise de conhecimentos prévios (Instrumento 1) e o terceiro foi a elaboração individual de um mapa conceitual.

7.5.1 Instrumento 2

As questões deste instrumento, (APÊNDICE 3) procuram trabalhar os principais conceitos desenvolvidos nesta unidade, porém de forma diferente da análise de conhecimentos prévios. Além disso, as questões não fazem nenhuma referência direta à *Ilex paraguariensis*, mas sim aos processos que estudamos ao longo da unidade, na tentativa de evitar uma “simulação da aprendizagem significativa”, o que, conforme MOREIRA, (1999 p.56), é possível evitar formulando questões e problemas de maneira não familiar que requeiram a máxima transformação do conhecimento adquirido.

Mesmo as questões sendo diferenciadas, procuravam encontrar alguns conceitos ou entendimentos em comum, considerados mais relevantes para a compreensão da frutificação.

Assim, a tabela 1 explicita quais as questões dos dois instrumentos se relacionam mais diretamente. A organização da avaliação levou em consideração categorias de conhecimentos que orientam e possibilitam a compreensão da frutificação pelos alunos e, a partir delas, descreveremos o percurso deste entendimento. São elas:

- 1) Anatomia floral
- 2) Alterações florais após polinização e fecundação
- 3) Função do pólen no processo de fecundação
- 4) Relação entre a flor e o surgimento do fruto

Tab.1- Perguntas dos dois instrumento de coleta e suas categorias correspondentes

Instrumento 1	Instrumento 2	Categoria de conhecimento investigada
1) Desenha uma planta com todas as partes que tu consideras importante para que ela viva e se reproduza. Identifica essas partes, escrevendo o nome ao lado do desenho, conforme o exemplo:	1) Desenha uma planta com todas as partes que tu consideras importante para que ela se reproduza. Identifica essas partes, escrevendo o nome ao lado do desenho.	Anatomia floral
11) O que aconteceu com as flores? Por que isso aconteceu?	2) Explica o que pode ter acontecido com a flor nestes dois momentos	Alterações florais após polinização e fecundação
10) O nome dele é PÓLEN. Para que ele serve?	3) Que mudanças ocorrem na flor após a chegada do pólen ao estigma?	Função do pólen no processo de fecundação
9) Observando a natureza, seguidamente podemos ver que os insetos visitam as flores das plantas. Por que isso acontece?	4) Por que os agricultores precisam que a polinização aconteça?	Função do pólen no processo de fecundação
7) Observa dois galhos de laranjeira. Em qual (ou quais) dos galhos irá nascer uma laranja? Explica a tua escolha.	5) Podemos dizer que a abóbora é um fruto? Por quê?	Relação entre a flor e o surgimento do fruto

7.5.2 Instrumento 3: Mapa Conceitual

Foram realizadas três atividades de construção de Mapas Conceituais. A primeira foi realizada na aula que tinha como objetivo o desenvolvimento de organizadores prévios, a qual será denominada de **MC.1**. Nesta atividade os alunos receberam fichas com alguns conceitos para serem utilizados na construção do mapa conceitual. Não era obrigatória a utilização de todos os conceitos e, além disso, os alunos poderiam acrescentar conceitos além daqueles fornecidos.

A segunda atividade foi feita em conjunto com os alunos, como uma retomada da unidade e não será objeto de avaliação desta pesquisa, mas constituiu-se de grande importância para a organização da estrutura cognitiva destes aprendizes no momento em que foi desenvolvida.

O terceiro mapa conceitual (**MC.3**) foi realizado como atividade final da unidade didática. Os alunos foram convidados a expor o que tinham aprendido no projeto, ficando livres para utilizar quais e quantos conceitos fossem necessários para mostrar seu aprendizado.

Na descrição avaliativa dos Mapas Conceituais, será utilizada a seguinte identificação:

MC.1.10= Mapa conceitual , atividade 1, do aluno 10

Onde MC representa Mapa Conceitual

1- Ordem da atividade

10- identificação do aluno

A partir da estratégia de avaliação sugerida por Novak (1984), montamos nossos critérios de avaliação para os mapas conceituais, observando cada relação e nível conceitual, já que os níveis representam o processo de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

As ligações de conceitos entre níveis diferentes também foram observadas, pois sugerem “possivelmente reconciliações integradoras importantes e podem se, por isso, melhores indicadores de aprendizagem significativa do que os níveis

hierárquicos (1984, p.123)”.

Mesmo considerando as indicações teóricas e valorando quantitativamente estas atividades, entende-se que no momento de constituição da pesquisadora como tal, uma descrição da situação cognitiva dos alunos a respeito do tópico frutificação, seja mais enriquecedora para esta pesquisa e para a maturidade teórico-prática da própria pesquisadora. Assim, os mapas conceituais produzidos foram descritos e discutidos nas secções abaixo, não sendo considerado necessário produzir um mapa de referência com objetivo de comparação com o dos alunos ou quantificação, conforme sugestão de NOVAK(1984, p.52).

Cada mapa conceitual foi escaneado e, particularmente, os MC.3 reproduzidos no programa Cmap Tools – knowledge modeling kit, desenvolvido pelo Institute for Human and Machine Cognition (IHMC)(<http://www.cmap.ihmc.us/>) A opção por também apresentar os mapas através do software tem como objetivo facilitar a sua visualização, o que para a pesquisadora otimizou até mesmo a análise e interpretação da atividade.

7.6 Análise e discussão dos resultados do projeto piloto

Para caracterizar este estudo e trazer resultados que representem a vivência desta unidade didática, optou-se por descrever o processo de construção do conceito de frutificação de três alunos que participaram de todas as atividades propostas. Ou seja, daqueles que realizaram as atividades desde a análise de conhecimentos prévios, o mapa conceitual da aula dos organizadores prévios, as aulas interativas e ainda a análise final de conhecimentos bem como o último mapa conceitual. No momento da primeira atividade os alunos receberam um número identificador, portanto os alunos de número 9, 10 e 12 são os que terão os resultados descritos nesta etapa do trabalho.

Primeiramente serão descritos os mapas conceituais e, posteriormente, a discussão qualitativa dos resultados integrados dos três instrumentos de coleta.

7.6.1 Aluno 9

MC.1.09

A aluna apresenta 11 conceitos com relações válidas, distribuídas em três níveis hierárquicos em que há uma única relação entre dois dos níveis (Fig.11). Dos conceitos apresentados, 6 foram provenientes das fichas fornecidas para a atividade, sendo que os demais foram incorporados espontaneamente por ela. São eles: CAULE, RAIZ, FOLHA, FLOR e FRUTAS.

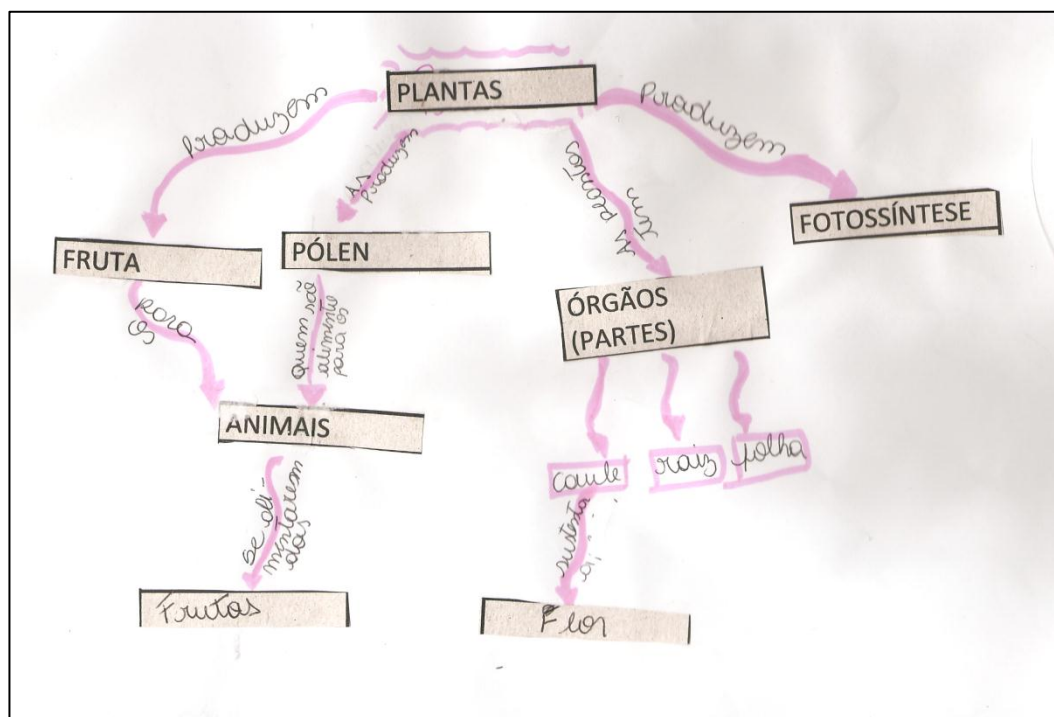


Fig.11- Mapa conceitual construído pelo aluno 9.

A maioria das relações entre os conceitos são representadas por setas e palavras de ligação. A partir destas relações é possível formar 10 proposições válidas distribuídas em três níveis hierárquicos onde é estabelecida apenas uma ligação conceitual entre diferentes níveis.

A aluna optou por não utilizar as fichas REPRODUÇÃO SEXUADA e REPRODUÇÃO ASSEXUADA. Traz o entendimento das plantas como produtoras de elementos alimentícios para os animais, como o PÓLEN e as FRUTAS. A

FOTOSSÍNTESE também é considerada como um produto e seu conceito é o primeiro da hierarquia, do qual não se deriva nenhum outro, permanecendo isolado dos demais.

MC.3.09

Todas as relações de significados entre os 13 conceitos citados são indicadas pelas linhas que os unem e com palavras de ligação. A partir destas relações é possível formar 14 proposições válidas, distribuídas em 4 níveis hierárquicos, em que há três relações conceituais entre diferentes níveis. Os níveis e hierarquias foram mais claramente visualizados após transferência do MC da aluna para o programa Cmap Tools, podendo ser percebido que algumas destas não estão bem definidas hierarquicamente; mesmo assim, identificamos quatro níveis hierárquicos de conceitos, dos quais derivam outros menos abrangentes (Fig.12).

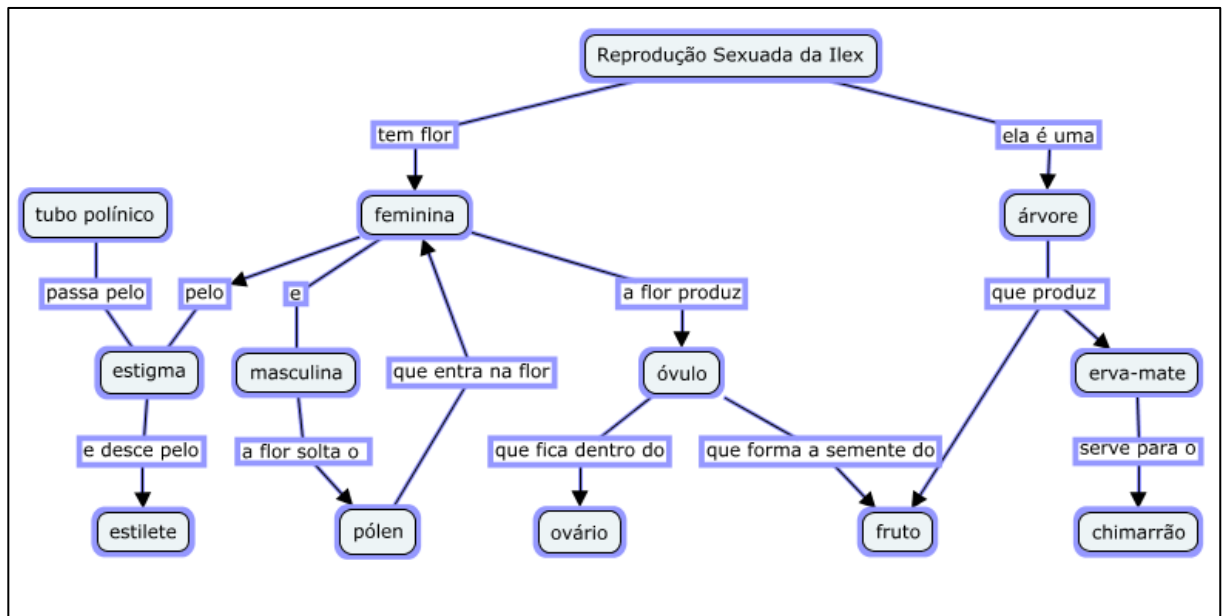
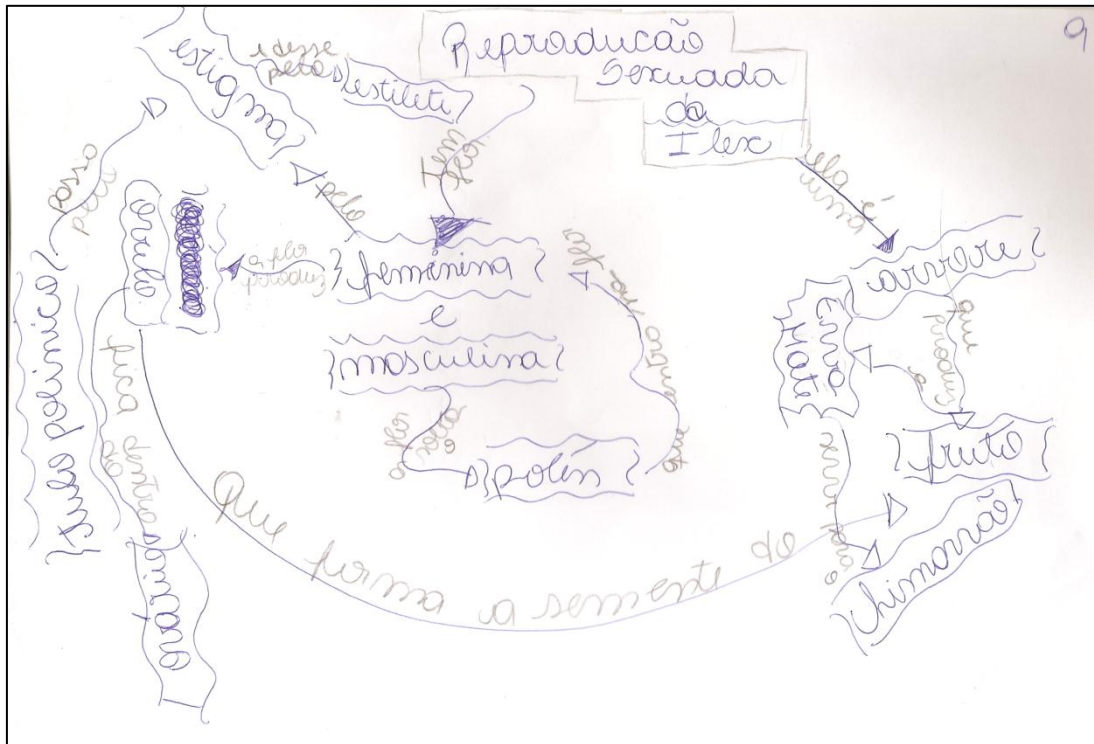


Fig.12 - Mapa conceitual (MC.3.09) original e reproduzido no Cmap Tools.

Neste mapa conceitual, a aluna expõe seu aprendizado a respeito da reprodução sexuada da erva-mate. Começa utilizando-se do conceito REPRODUÇÃO SEXUADA que não havia sido contemplado no primeiro mapa. É possível perceber uma melhor disposição dos conceitos e um nível maior de detalhamento. É possível construir proposições complexas a respeito da fecundação como, por exemplo:

“A flor masculina solta o pólen que entra na flor feminina pelo estigma, passa pelo tubo polínico e desce pelo estilete”.

Neste caso, foi preciso perguntar à aluna a respeito da ordem (estigma- tubo polínico), pois não havia ficado bem claro no MC. É possível perceber que a aluna não incorporou o entendimento de que o pólen germina no estigma e suas células é que, ao germinarem, descem pelo tubo polínico. Mesmo assim, esta proposição foi considerada positiva, a respeito da sequência correta das estruturas pelas quais as células passam na flor feminina.

Além disso, a aluna conclui que “A flor feminina produz óvulo que fica dentro do ovário. É o óvulo que forma a semente do fruto”. Esta proposição reforça ao indício da compreensão do conceito de frutificação.

Discussão qualitativa dos resultados:

A partir dos mapas conceituais descritos acima e do conjunto de atividades desenvolvidas pela aluna no instrumento de análise 2, foi possível observar os seguintes movimentos a respeito da incorporação de conceitos das categorias escolhidas:

Partindo da inexistência de uma representação gráfica da flor na análise de conhecimentos prévios, podemos perceber através da ilustração feita no instrumento 2 e nos detalhes morfológicos descritos no MC.3.09 que a aluna incorporou o entendimento da anatomia floral e além disso, representou-a de forma detalhada. Apesar de apresentar algumas inversões de conceitos (ovário/óvulo), presentes no desenho, no MC estes foram descritos de forma correta, quando a aluna estabelece

as proposições: “A flor produz óvulo que fica dentro do ovário”. “A flor produz o óvulo que forma a semente do fruto”.

Quando questionada a respeito das modificações da flor após a polinização, traz o entendimento da fecundação como motivo para a senescência da flor, quando afirma: “Ela murcha, depois morre”. A partir das respostas é possível perceber que a visão da Polinização como um processo de fornecimento de alimento para os animais é enriquecida com a incorporação das informações sobre fecundação. Apesar de o conceito POLINIZAÇÃO não ter sido utilizado no MC.3.09, é descrito de forma satisfatória.

A relação entre a flor e o fruto, apesar de afirmada no instrumento 1, não apareceu como uma relação válida no MC.1.09. Mesmo que no MC.3.09 haja a relação válida na proposição “A flor produz o óvulo que forma a semente do fruto”, a aluna não consegue relacionar a flor da abóbora com seu fruto. Assim não temos como afirmar categoricamente se houve realmente a aprendizagem significativa da relação entre flor e fruto, mas sim que houve uma incorporação de novas informações na estrutura cognitiva, neste caso, mais provavelmente de forma mecânica.

7.6.2 Aluno 10

MC.1.10

Neste mapa (Fig.13), foram apresentados dez conceitos relacionados através de 8 ligações representadas por linhas e palavras de ligação. O mapa possui três níveis hierárquicos, mas é parcialmente organizado de forma linear, não mostrando relações conceituais subordinadas muito evidentes. A REPRODUÇÃO SEXUADA e REPRODUÇÃO ASSEXUADA, por exemplo, estão relacionadas de forma linear, mas em níveis hierárquicos opostos, o que pode vir a demonstrar a não diferenciação progressiva destes conceitos.

A aluna traz o entendimento da reprodução das plantas de forma assexuada e sexuada, mas não relaciona este processo à formação das flores e frutos. Acrescenta o conceito FRUTOS à FRUTA, para explicitar o produto das flores,

relacionando satisfatoriamente (para uma análise de conhecimentos prévios), as flores ao processo de frutificação.

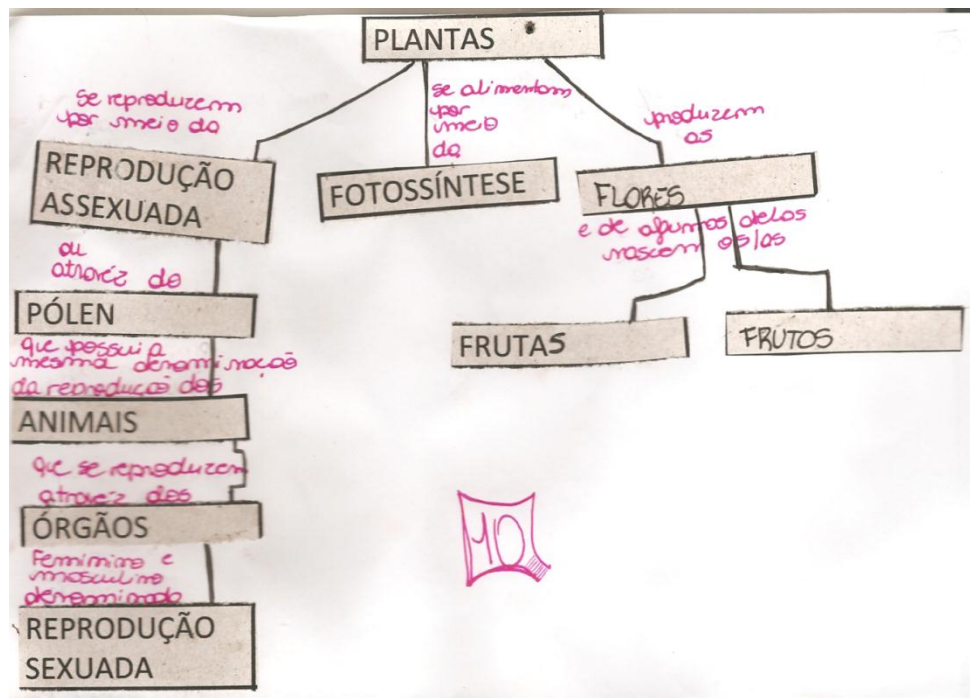


Fig.13 - Mapa conceitual construído pelo aluno 10, (MC.1.10).

MC.3.10

A organização geral do mapa, assim como o anterior, também tende à linearidade de alguns conceitos, mas é possível perceber o enriquecimento do vocabulário da aluna, que desenvolveu seu mapa com 22 conceitos distribuídos em 6 níveis, contendo 23 relações válidas entre estes conceitos (Fig.14).

Demonstra ter estabelecido o processo de diferenciação progressiva ao estabelecer uma hierarquia de conceitos como os das FLORES- FEMININAS- GINECEU, exemplificando e relacionando cada componente do gineceu. Relaciona o conceito OVÁRIO, do nível hierárquico FLORES aos níveis FEMININA e FECUNDAÇÃO, explicitando, em proposição posterior, o processo de formação do fruto e a continuidade do processo de existência da espécie estudada deixando clara a relação entre a FECUNDAÇÃO e a formação dos frutos.

Apesar de a aluna repetir o conceito ÁRVORE, evitando uma ligação entre

diferentes níveis hierárquicos, foi possível perceber indícios da compreensão do ciclo de reprodução da planta, que origina novos indivíduos que sofrerão o mesmo processo reprodutivo.

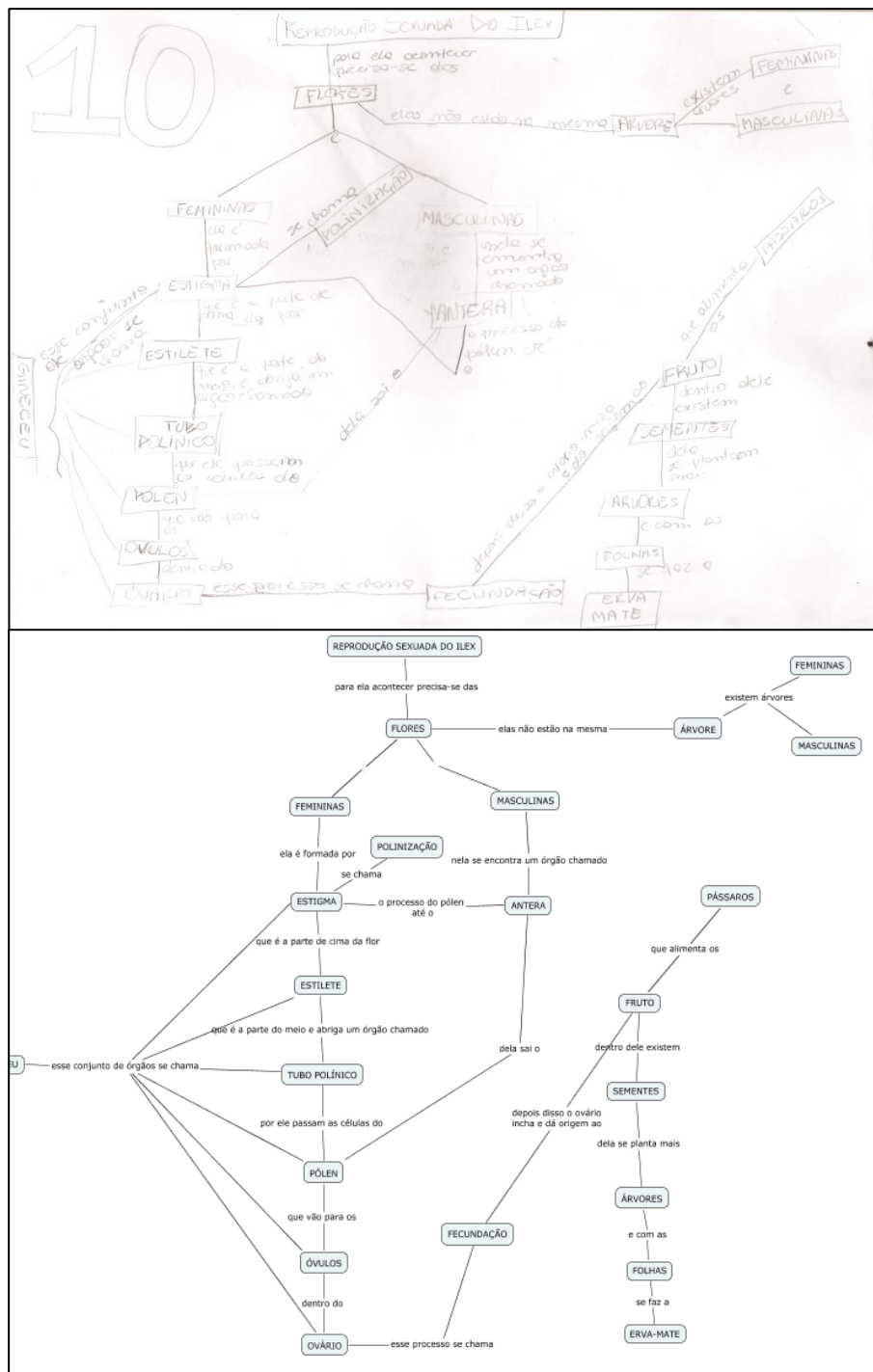


Fig.14 Mapa conceitual original (superior) construído pelo aluno10 e reproduzido com o programa CmapTools (MC.3.10).

Discussão qualitativa dos resultados:

A partir da Análise de Conhecimentos prévios, não foram encontrados indícios da presença de subsunçores relacionados à polinização e a fecundação, mas a aluna afirma a relação entre flor e fruto em duas respostas e no MC.1.10, onde ainda é possível perceber que há a diferenciação entre os termos FRUTOS e FRUTAS, os quais não são explicados.

A ilustração da flor no instrumento 2 mostra uma incorporação de informações a respeito da anatomia floral e da diferenciação sexual das flores masculinas e femininas. O aspecto do dimorfismo sexual também é aparente no MC.3.10 onde a aluna explicita a existência de flores e árvores masculinas e femininas.

A aluna já possuía o conhecimento prévio da transformação da flor antes da transformação do fruto, quando afirma na questão 11 do instrumento 1: “Porque está havendo uma mutação e essa flor vai se transformar num pêssego”. Entendendo a palavra mutação como “transformação”, identifica-se que a aluna percebe as modificações na flor como parte do processo de frutificação. Ao longo das atividades, foi possível perceber que este entendimento foi se tornando mais elaborado, incorporando novas informações, possíveis de ser observadas no MC.3.10, quando são construídas as proposições: “Depois disso (FECUNDAÇÃO) o ovário incha e dá origem ao FRUTO, dentro dele existem sementes...”

O trajeto de fecundação torna-se claro e ricamente detalhado no MC.3.10 e também afirmada na questão 3 do instrumento 2: “O pólen entra pelo tubo polínico/estilete, vai para os óvulos e depois nasce o fruto”. Cabe aqui salientar que a aluna não incorporou os detalhes da germinação do pólen e o crescimento do tubo polínico no estilete, trazendo esta concepção alternativa de que o pólen é que entra no ovário.

Apesar de a aluna ter clareza sobre a relação entre a flor e o fruto, onde o ovário dá origem ao fruto, a relação entre os óvulos fecundados e as sementes não aparece.

7.6.3 Aluno 12

MC.1.12

O aluno construiu um mapa com 11 conceitos em 10 relações válidas, representadas por linhas entre os conceitos, algumas sem palavras de ligação e distribuídas em 3 níveis hierárquicos que não se relacionam entre si (Fig.15).

O aluno optou por não utilizar a ficha REPRODUÇÃO ASSEXUADA e relacionou a REPRODUÇÃO SEXUADA diretamente aos ANIMAIS. Foram acrescentadas espontaneamente as palavras CAULE, FLOR, FOLHA e RAÍZES, relacionando a flor à formação da FRUTA. Organizou seu mapa, em parte, de forma linear, não estabelecendo de forma muito clara, uma hierarquia entre os conceitos. Tampouco relaciona o conceito REPRODUÇÃO aos órgãos das plantas, mas liga diretamente a FLOR à FRUTA.

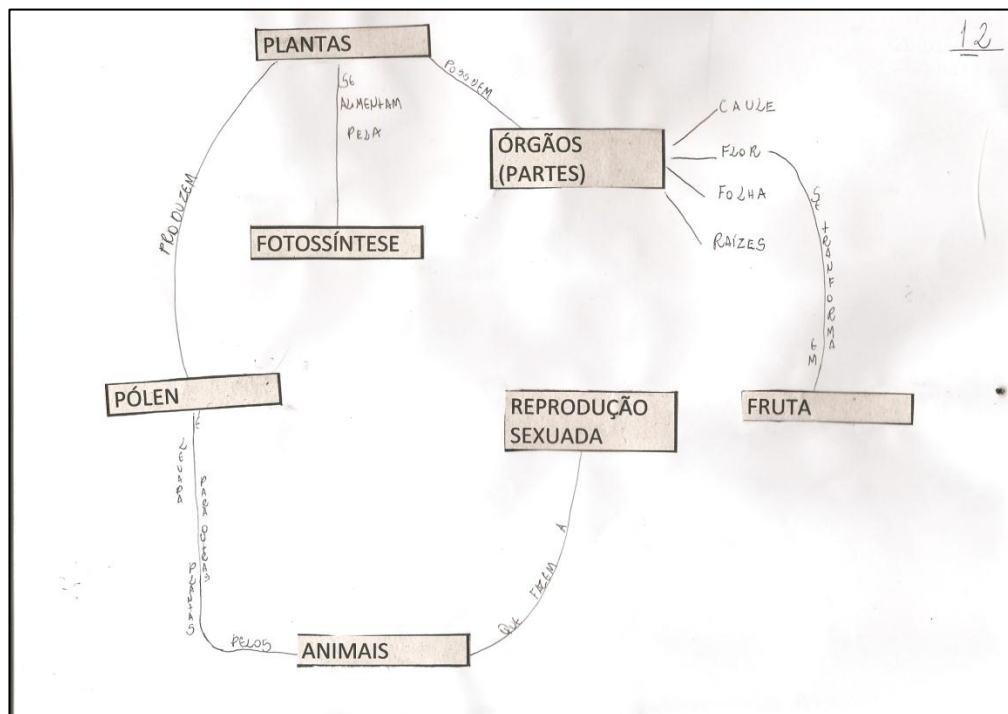


Fig.15 Mapa conceitual construído pelo aluno12 na primeira atividade (MC.1.12)

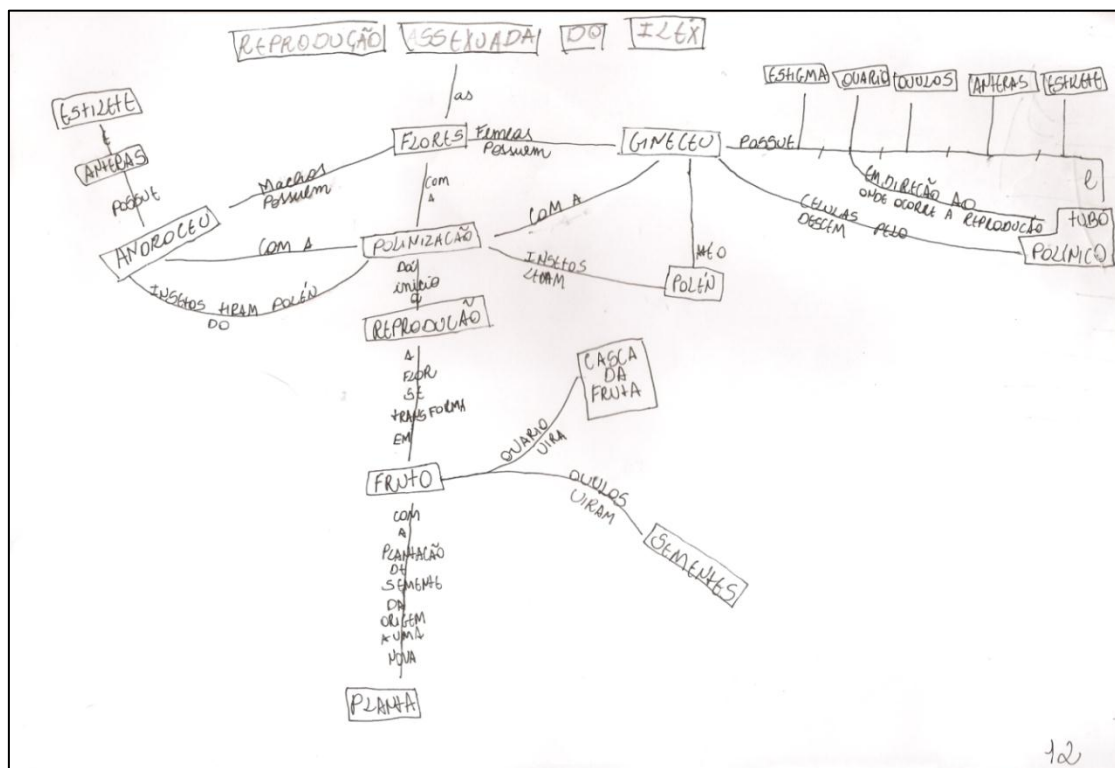
MC.3.12

O aluno apresenta 19 conceitos em 24 relações válidas, distribuídas em 8 níveis hierárquicos que se relacionam entre si, sendo possível observar o enriquecimento do seu vocabulário e sua rede de relações entre conceitos (Fig.16).

Demonstrou indícios do processo de diferenciação progressiva nos conceitos de FLORES, GINECEU E ANDROCEU, ao organizar corretamente a hierarquia, exemplificando ainda, o último nível com os órgãos constituintes de cada conjunto. O mapa também indica o processo de reconciliação integrativa, ao ampliar esses conceitos com novas ligações entre hierarquias formando proposições como:

“As FLORES fêmeas possuem GINECEU. Com a POLINIZAÇÃO os insetos levam o PÓLEN até o GINECEU, as células descem pelo TUBO POLÍNICO em direção ao OVÁRIO onde ocorre a reprodução”.

As ligações entre conceitos de diferentes níveis tais como: ANDROCEU-POLINIZAÇÃO-REPRODUÇÃO-FRUTO e, por sua vez, os conceitos: GINECEU-PÓLEN-REPRODUÇÃO-FRUTO-OVÁRIO-CASCA DA FRUTA, mostram reconciliações importantes para o entendimento da frutificação, podendo ser possível apontar estes fatos como indícios de uma aprendizagem significativa sobre o processo de frutificação.



Previamente havia também afirmado a relação entre a flor e fruto, na questão 11 do instrumento 1: “Por que a flor se transforma em pêssegos”, apresentando nos demais instrumentos um aprofundamento no seu entendimento, notadamente quando afirma na questão 3 do instrumento2: “Ele se solta das pétalas e ocorre a fecundação dos óvulos, o ovário incha e ela se transforma num fruto”; bem como no detalhamento das proposições apresentadas no MC.3.12.

7.7 Considerações finais:

Particularmente ressalta-se aqui a importância da Análise de conhecimentos prévios, antes de qualquer atividade de coleta de dados ou antes de qualquer aula que se venha desenvolver. Foi através deste instrumento primário que se deu a possibilidade de aprender sobre o que o aluno sabia e, a partir daí, realizar o planejamento adequado àquela turma.

A respeito dos instrumentos de pesquisa, percebe-se que os alunos foram estruturando melhor seus mapas ao longo da unidade. Cabe também apontar a necessidade de os alunos já estarem ambientados a esta metodologia, praticando mais com os alunos antes do desenvolvimento do projeto, para que eles tenham clareza da atividade ao desenvolvê-la, não prejudicando a investigação nem o próprio aproveitamento do aluno.

Nos três casos descritos, foi possível perceber um enriquecimento das relações conceituais estabelecidas pelos alunos. De forma mais geral também foi possível perceber um enriquecimento no vocabulário dos demais alunos, que desenvolveram proposições mais completas e com maior número de relações entre conceitos do que o anteriormente observado por nós.

Os alunos que já apresentavam alguns conceitos subsunçores mais fortemente presentes se apropriaram de forma mais visível dos novos conceitos, o que dentro da teoria ausubeliana já seria esperado. Parece que a diferenciação progressiva é um processo mais perceptível nos mapas e nas atividades descritivas, ou mais facilmente identificado pela pesquisadora, devido a sua pouca prática com esta metodologia. De qualquer forma, o processo de diferenciação progressiva foi

mais evidente do que o de reconciliação integrativa, o que caracteriza a ocorrência, em alguns casos, da Aprendizagem Significativa Subordinada, havendo a incorporação de novas informações aos subsunçores já existentes.

A visualização das estruturas tridimensionais amplia a compreensão dos processos observados (fecundação, polinização, germinação do pólen), sendo mais facilmente encontrados nas proposições construídas pelos alunos, principalmente nos mapas conceituais. O enriquecimento de detalhes na atividade de ilustração da flor também é perceptível.

O potencial motivador da Realidade Aumentada foi confirmado. Mesmo com a riqueza gráfica do recurso, onde é possível visualizar a transformação da flor em fruto, percebemos que nem todos os alunos, apesar de relacionarem a flor com o desenvolvimento do fruto, explicitaram claramente a sua relação na formação da parede dos frutos com o desenvolvimento do ovário. Outro aspecto interessante é o da senescência, que aparece no software e foi uma das etapas mais visualizadas (por escolha dos alunos), mas não é representada nos mapas conceituais.

Estes exemplos ilustram nossa conclusão a respeito da utilização dos recursos didáticos em sala de aula. O caminho teórico que busca compreender o processo de aprendizagem apresenta inúmeras variáveis. Seria ingenuidade esperar que um recurso didático sanasse e resolvesse todas as variáveis envolvidas no processo de aprendizagem. Desta forma, salienta-se aqui que um trabalho que visa o desenvolvimento da aprendizagem significativa não tem como se basear exclusivamente no recurso didático. O que faz a diferença neste processo é a interação entre o educador e o aluno e a apropriação dos conhecimentos pelo professor, o que lhe dá a autonomia para planejar estratégias que auxiliem o aluno a construir seu aprendizado. As estratégias poderão ou não se utilizar de recursos tradicionais, inovadores, modernos, arcaicos... A melhor escolha será feita pelo professor que aprender, antes de planejar sua aula, a conhecer seus alunos.

Partindo do pressuposto de que o Ensino de Botânica, que se desenvolve de forma geral e é reforçado pela organização curricular dos programas escolares e dos livros didáticos, preconiza o estudo de conceitos menos inclusivos para os mais

inclusivos (células-grupos de vegetais), qualquer intervenção que venha no sentido oposto, como é a teoria da Aprendizagem Significativa, enfrenta resistências múltiplas. Estas resistências são naturais, por parte dos alunos, já que esta dinâmica tira a ordem “natural” dos conteúdos e faz com que os alunos assumam a autonomia por sua aprendizagem, movimentando-se (corporal e cognitivamente), contra a resistência do sistema educacional, que tem suas falhas estruturais e organizacionais, às quais, se não enfrentadas perpetuar-se-ão; e também da própria educadora-pesquisadora, que considera este projeto um dos maiores desafios profissionais aos quais já se propôs. Trabalhar pensando passo a passo em por que e como o aluno aprende não é tarefa fácil e me causa inúmeros questionamentos, crises e reconstituições pessoais e profissionais.

Mesmo indo “contra a corrente”, percebe-se que esta pesquisa cumpre seu papel no que tange ao objetivo do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática⁹, no sentido de “desenvolver uma cultura profissional pautada pela autonomia, pela pesquisa em sala de aula (...) enfim, pelo desenvolvimento de ações que caracterizem sua intervenção na escola e o seu trabalho docente como os de um professor autônomo e pesquisador de sua prática”³

Desta forma, se coloca imersa dentro deste processo, sempre inacabado, sempre dinâmico e inerente à profissão de educadora pesquisadora.

⁹ Programa de Pós graduação em Ensino de Ciências e Matemática/Mestrado Profissional/UFPEL-
<http://ppgecm.ufpel.edu.br/apresentacao.htm>

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P., NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. (1980). **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- CARDOSO, A., LAMOUNIER Jr.; TORI, R.. **Interactive 3D Physics Experiments through the Internet**, Proceedings of the 4th SBC Symposium on Virtual Reality, pp.280-90, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil. Disponível em: <http://users.hub.ofthe.net/~mtalkmit/veshtml2.html>, November, 2001.
- CECCANTINI, Gregório. **Os tecidos vegetais têm três dimensões**. Rev. bras. Bot., São Paulo, v. 29, n. 2, June 2006. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010084042006000200015&lng=en&nrm=iso. Acessado em: 06 Nov. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042006000200015>.
- COSTA, M.V. **Material instrucional para ensino de botânica: CD-rom possibilitador da aprendizagem significativa no Ensino Médio**. Dissertação, (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.
- DEMCZUK, Oxana Marucya. **O uso de atividades didáticas experimentais como instrumento na melhoria do ensino de ciências: Um estudo de caso**. 2007. 72f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- GALEMBECK, Eduardo (org) e outros. **Manual do usuário: biologia em multimeios /** Campinas, SP, 2004.90p.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- González, José Fernández; Escartín, Nicolás Elortegui; Rodríguez, José Fernando García; Jiménez, Teodomiro Moreno. **¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?**. Sevilla: Díada Editorial, 1999.
- FLORES, Angelita Marçal. **A Informática na Educação: Uma Perspectiva Pedagógica**. Monografia, Universidade do Sul de Santa Catarina 1996. Disponível em: <http://www.hipernet.ufsc.br/foruns/aprender/docs/monogr.htm> (nov/2002)
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Esperança: Um reencontro com a Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.
- FREITAS, D. R. C., YOKAICHIYA, D. K., HORNINK, G. G., et al. Estômatos **Biblioteca Digital de Ciências**, 24 jan. 2006. Disponível em: <http://www.ib.unicamp.br/lte/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=74>. Acesso em: 06 nov. 2011.
- JÚNIOR, Airton José Vinholi. **Contribuições dos saberes sobre plantas Medicinais para o ensino de botânica na escola da comunidade quilombola Furnas do Dionísio, Jaraguari, MS**. 2009.156f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)- Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.

KIRNER, T.G.; SALVADOR, V.F.M.; KIRNER, C. Desenvolvimento de Ambientes Virtuais. In: Kirner, C.; Siscouto, R. Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos e Projeto. 1 ed., SBC, 2007, p. 90-107.

KIRNER, C.; TORI, R. **Fundamentos de Realidade Aumentada**. In: Claudio Kirner; Romero Tori; Robson Siscoutto. (Ed.). Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. Pré Simpósio SVR 2006, SBC, Belém, 2006, pp. 22-38

LE MOS, Evelyse dos Santos. A Aprendizagem Significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. **Aprendizagem Significativa em Revista**. Porto Alegre, v.1, p.25-35, abr.2011. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID3/v1_n1_a2011.pdf Acesso em 05 ago.2012.

LÉVY, P. **As Tecnologias da Inteligência**. Editora 34, Nova Fronteira, RJ, 1994.

LUÍS. Mônica Alexandra Correia. **A Hipótese de Progressão na Aprendizagem do Conteúdo “Reprodução” nas Plantas**. 2010.131f. Dissertação (Mestrado Dinamização das Ciências)- Universidade do Algarve, Portugal.

LUZ, R. A., RIBEIRO, M. W. D. S., CARDOSO, A., LAMOUSER JR, E., ROCHA, H., SILVA, W. **Análise de aplicações de realidade aumentada na educação profissional : um estudo de caso no SENAI DR / GO**. In 5º Workshop de Realidade Virtual e Aumentada – WRVA, 2009

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 8. ed. São Paulo: Hucitec, 2004.

MEIRELLES, Alessandra; CUNHA, André; COSTA, Berenice; SCHWONKE, Esmeralda; BARZ, Jéssica; LIMA, Joice; AL-ALAM, Júlia; TADEO, Salvador; LIMA, Joice; DE LA TORRE, Tatiana. Mais de Metade das escolas já dispõe de laboratório de informática. **Revista de prestação, de Contas da Prefeitura Municipal de Pelotas**. p.23, abr.2011.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa**. Brasília, UNB, 1999.

MOREIRA, M.A. **Teorias da aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999a.

MOREIRA, M. A. **Mudança conceitual: análise crítica e propostas à luz da teoria da aprendizagem significativa**. Ciência e Educação, Bauru, v. 9, n. 2, p. 301-315, 2003.

MOREIRA, M.A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006. 186 p.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Diagramas V**. Porto Alegre: Ed. Do autor, 2006b.

MOREIRA, M.A. Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A Teoria da aprendizagem significativa. **A aprendizagem significativa: a visão clássica**. p.6-29. Porto Alegre: 1ª ed. 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf> Acesso em 16 de junho de 2012.

MOREIRA, M. A. ; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes,1982.

MOREIRA, M. A.; SILVEIRA,F.L.da S. **Instrumento de pesquisa em Ensino & Aprendizagem**. Porto Alegre: EDIPUCRS ,1993.

MORTIMER, E.F. **Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?**

Investigações em Ensino de Ciências. v. 1, n.3, p.20-39, 1996.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

NOVAK, J. D. & A. J. CAÑAS, **La Teoría Subyacente a los Mapas Conceptuales y a Cómo Construirlos**, Reporte Técnico IHMC CmapTools

2006-01, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2006, disponible en:

<http://cmap.ihmc.us/>

Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf”

NOVAK, J.D. e GOWIN, D.B. **Aprender a aprender**. Lisboa, Plátano Edições Técnicas. Tradução para o português de Carla Valadares, do original Learning how to learn.1984.

PUCINELLI, Ricardo Henrique. **Aprendizado dos conceitos de flor e fruto e sua utilização pelos alunos de ciências biológicas do IB**. – USP. 2010,189f. Dissertação. Mestrado (Dissertação) Universidade de São Paulo.

RICHIT, A. **Implicações da teoria de Vygotsky aos processos de aprendizagem e desenvolvimento em ambientes mediados pelo computador** (2004). Disponível em http://www.rc.unesp.br/igce/demac/maltempi/cursos/curso3/Artigos/Artigos_arquivos/Artigo%20Vigotsky%20-2004.

SAISSE, Maryane Vieira. **A escola vai ao jardim e o jardim vai à escola: a dimensão educativa do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. 2003. Dissertação.(Mestrado em Educação)-Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SANTOS, E. R. D., SANTORO, C. E., GALEMBECK, E. . **Fotossíntese: Biblioteca Digital de Ciências**, 13 maio. 2010. Disponível em:

<<http://www.ib.unicamp.br/lte/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=1140>>. Acesso em: 06 nov. 2011.

SILVA,P. G. P.;CASAVAN ,O. **Avaliação das aulas práticas de botânica em ecossistemas naturais considerando-se os desenhos dos alunos e os aspectos morfológicos e cognitivos envolvidos**. Mimesis , v. 27, p. 33-46,2006.

SILVA,W.A.da,; LAMOUNIER,E.A.;RIBEIRO, M.W.S.;CARDOSO,A. **Interface para distribuição e integração de Realidade Aumentada com Realidade Virtual por meio da plataforma CORBA, tendo como estudo de caso ambientes multidisciplinares de**

biologia e química. 5o. Workshop de Realidade Virtual e Aumentada - WRVA´2008 UNESP- Bauru Disponível em:
<http://www2.fc.unesp.br/wrva/artigos/50119.pdf> Acesso em: 09 de novembro de 2012.

SILVA, W.A.da,. RIBEIRO,M.W.S.;JÚNIOR,E.L. CARDOSO, A.**Ambientes Interativos e Colaborativos baseados em Realidade Aumentada aplicados à Educação.**Anais do Workshop de Informática na Escola 2010 Rio de Janeiro UFRJ. Disponível em:
<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/2041/1803> Acesso em: 09 de novembro de 2012.

SFAIR, J. C., YOKAICHIYA, D. K., HORNINK, G. G., et al. **Ciclo de Vida em Vegetais: Biblioteca Digital de Ciências**, 24 jan. 2006. Disponível em:
 <<http://www.ib.unicamp.br/lte/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=71>>. Acesso em: 06 nov. 2011.

TAVARES, Romero. **Aprendizagem Significativa e o ensino de ciências.** In: 28ª Reunião Anual da Associação nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação; Caxambu: 2005. Disponível em: <http://www.anped.org.br/reunioes/28/inicio.htm> Acesso: 25 jul.2012.

TORI, Romero. **Realidade Aumentada e Educação a distância dá certo?** Disponível em <http://www.iea.org.br/noticias/realidade-aumentada-e-educacao-distancia-da-certo-0>
 Acessado em 08/11/2011.

VIGOTSKY, L.S. **A formação social da mente.** São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda, 1998.

WIGGERS, Ivonei.; STANGE,Carlos Eduardo Bittencourt. **Aprendizagem significativa no ensino de botânica.** Disponível em:
www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/733-4.pdf Acesso em: 10 abr 2012.

APÊNDICE 1

Instrumento de coleta dos conhecimentos prévios

Aos estudantes:

Esta pesquisa chama-se “Realidade Aumentada como Instrumento para o ensino de Botânica” e está sendo desenvolvido no curso de Mestrado Profissional de Ensino de Ciências e Matemática (UFPEL). Pretendemos desenvolver um recurso que auxilie na aprendizagem e torne as aulas mais interessantes, por isso, desde já agradecemos sua participação que é fundamental para o sucesso deste projeto.

Escreva aqui o seu número identificador: _____. Este número será usado para comparar nossa atividade de hoje com a que faremos no final do trabalho. Em nenhum momento haverá a identificação nominal dos alunos, pois suas respostas são confidenciais e serão utilizadas de forma anônima para o desenvolvimento do projeto, não sendo parte da avaliação formal da escola onde estudas.

Para começar nosso trabalho precisamos saber mais sobre seus conhecimentos, por isso solicitamos que responda as questões abaixo com bastante atenção.

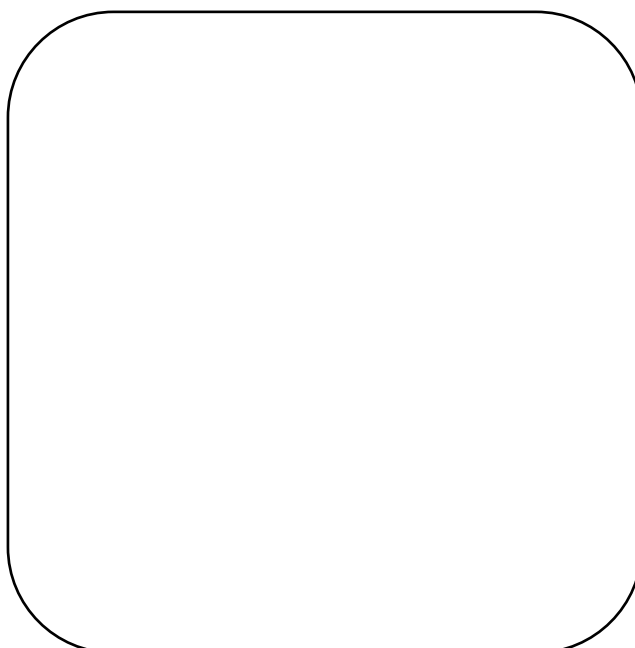
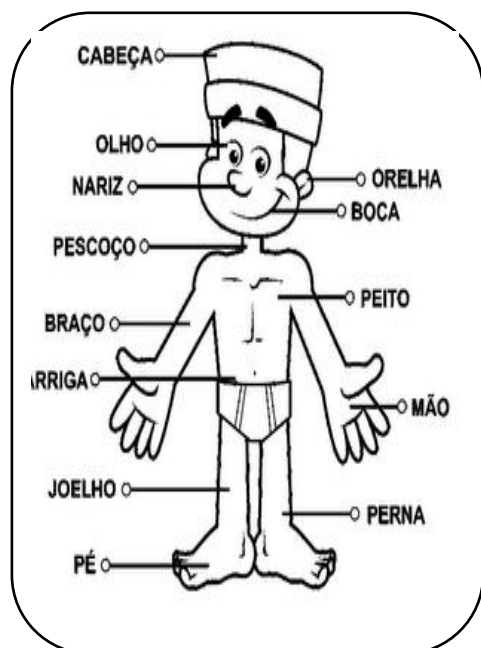
Obrigada

As autoras

2) Cita exemplos de plantas (vegetais) que tu conheces:

3) Qual a diferença entre um animal e um vegetal?

4) Desenha uma planta com todas as partes que tu consideras importante para que ela viva e se reproduza. Identifica essas partes, escrevendo o nome ao lado do desenho, conforme o exemplo:

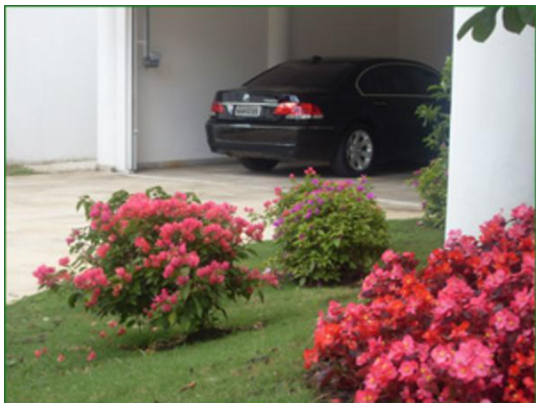


5) As plantas são importantes para ti? Explica.

6) As plantas são importantes na natureza? Por quê?

7) Ano passado, havia uma planta com flores no jardim da escola. Este ano descobri que há várias delas no mesmo lugar. De onde elas podem ter vindo?

8) No pátio da casa de João existe uma planta chamada “Três Marias”. Brincando de pega-pega ele sem querer quebrou um galho da planta. Antes que alguém visse enterrou uma parte do galho quebrado na terra, próxima a outra planta. O que pode acontecer com este galho?



9) Observa dois galhos de laranjeira. Em qual ou quais dos galhos irá nascer uma laranja? Explica a tua escolha.



10) Circula a parte ou as partes desta planta podem formar frutos:



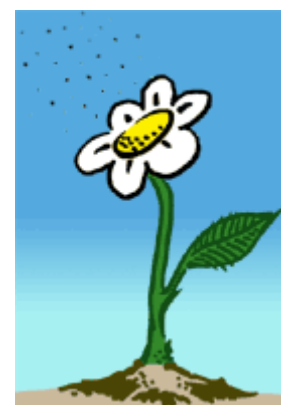
Explica tua escolha:

11) Observando a natureza, seguidamente podemos ver que os insetos (abelha, joaninha, borboleta) visitam as flores das plantas. Por que isso acontece?





12) Durante alguns períodos do ano, especialmente na primavera, muitas flores aparecem e espalham um “pozinho amarelo” pelo ar. O nome dele é PÓLEN. Para que ele serve?



13) Todos os dias, a caminho da escola, Zeca passa por um pomar.

Semana passada as flores do
pessegueiro estavam assim:

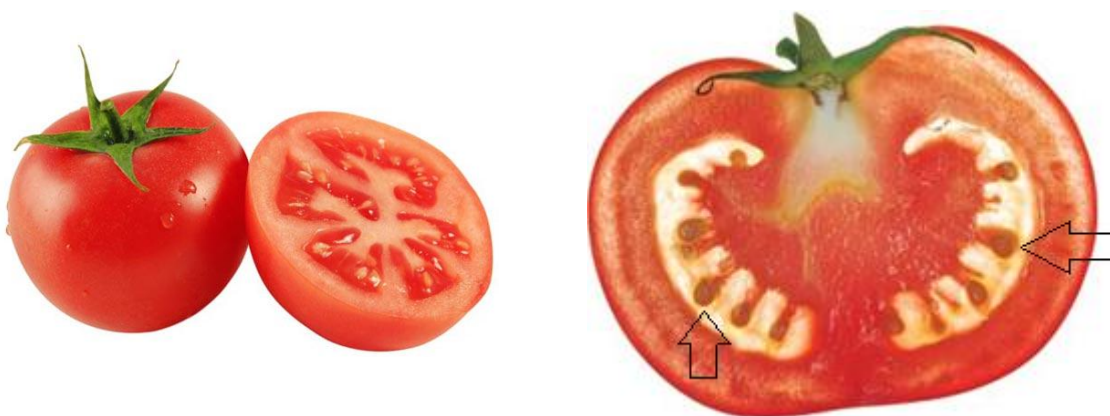


Agora estão desta forma:



O que aconteceu com as flores? Por que isso aconteceu?

14) Marina foi ajudar sua mãe a fazer o almoço. Ao cortar os tomates para a salada encontrou o seguinte:



13.1) O que são os pontinhos indicados com a seta?

13.2) Como eles foram parar dentro do tomate?

15) Observa as imagens dos alimentos abaixo. Ao lado delas estão escritos nomes das partes das plantas. Marca com um X a parte da planta que aparece na imagem.

14.1) Banana



() Folha () Flor () Fruto

() Semente () Caule () Raiz

() Outra. Qual? _____

14.2) Alface



() Folha () Flor () Fruto

() Semente () Caule () Raiz

() Outra. Qual? _____

14.3) Cenoura



() Folha () Flor () Fruto

() Semente () Caule () Raiz

() Outra. Qual? _____

14.4) Couve-flor



() Folha () Flor () Fruto

() Semente () Caule () Raiz

() Outra. Qual? _____

14.5) Feijão de vagem



() Folha () Flor () Fruto

() Semente () Caule () Raiz

() Outra. Qual? _____

14.6) Feijão



() Folha () Flor () Fruto

() Semente () Caule () Raiz

() Outra. Qual? _____

APÊNDICE 2

Este apêndice é constituído pelo livro desenvolvido para ser utilizado com o software de realidade aumentada. Para facilitar o manuseio foi colocado dentro da caixa do projeto, mas encadernado separadamente.

APÊNDICE 3

Instrumento de Investigação dos Indícios de Aprendizagem Significativa

Estamos chegando ao fim do nosso projeto, por isso precisamos que responda algumas perguntas para entendermos sobre o teu aprendizado neste período.

- 1) Desenha uma planta com todas as partes que tu consideras importante para que ela se reproduza. Identifica essas partes, escrevendo o nome ao lado do desenho.

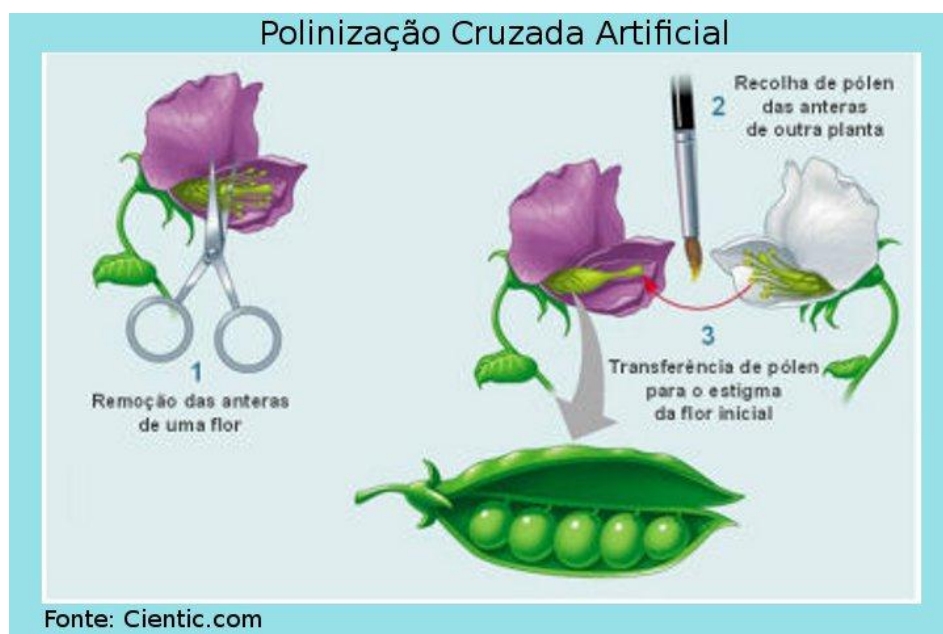
- 2) A imagem abaixo mostra uma planta fotografada em dois momentos diferentes. Ela se chama manacá (*Tibouchina mutabilis*). Explica o que pode ter acontecido com a flor entre estes momentos.





3) A imagem abaixo mostra o estigma com vários grãos de pólen. Quais mudanças acontecem na flor após a chegada do pólen ao estigma?

4) Quando não há polinizadores ou as condições climáticas impedem sua presença, agricultores recorrem a uma polinização artificial. O exemplo abaixo é da polinização manual da ervilha:



5) Por que os agricultores precisam que a polinização aconteça?

6) A imagem abaixo mostra flores de abóbora em várias fases de desenvolvimento. A partir da imagem e dos teus conhecimentos, responda: Podemos dizer que a abóbora é um fruto? Por quê?

Foto: Rosa Lia Barbieri



7) Em uma pitangueira existem frutos de várias cores, uns verdes, outros rosados, vermelhos e roxos



a) Por que a árvore está com frutos de cores diferentes?

b) Observando esta planta vi que os pássaros só comem os frutos vermelhos e roxos. Por que isto acontece?
