

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e
Matemática



Dissertação

**A Realidade Aumentada como recurso potencialmente
significativo para a aprendizagem sobre o processo de
frutificação**

Alline Bettin de Oliveira

Pelotas, 2013

ALLINE BETTIN DE OLIVEIRA

**A REALIDADE AUMENTADA COMO RECURSO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVO PARA A APRENDIZAGEM SOBRE O PROCESSO DE
FRUTIFICAÇÃO**

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 Morem Cóssio Rodriguez

Pelotas, 2013

Dados de Catalogação na Publicação:
Bibliotecária Simone Godinho maisonave – CRB-10/1733

O48r Oliveira, Aline Bettin de

A realidade aumentada como recurso potencialmente significativo para a aprendizagem sobre o processo de frutificação / Aline Bettin de Oliveira ; Leila Macias, orientadora ; Rita de Cássia Morem Cássio Rodriguez, coorientadora. – Pelotas, 2013.

252 f. ; il

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, 2013

1. Ensino de botânica 2. Aprendizagem significativa 3. Realidade aumentada 4. Frutificação I. Macias, Leila, orient. II. Rodriguez, Rita de Cássia Morem Cássio, coorient III. Título.

CDD 581.07

Banca examinadora:

Prof. Dr. Luís Gonzaga Pereira Dourado

Prof. Dr. Paulo Takeo Sano

Prof^a Dr^a Maria de Fátima Duarte Martins

AGRADECIMENTOS

E aprendi que se depende sempre
De tanta, muita, diferente gente
Toda pessoa, sempre é as marcas
Das lições diárias
De outras tantas pessoas
E é tão bonito quando a gente entende
Que a gente é tanta gente
Onde quer que a gente vá
E é tão bonito quando a gente sente
Que nunca está sozinho
Por mais que pense estar

(Caminhos do Coração- Gonzaguinha, 1982)

Esta dissertação teve a contribuição de diversas mãos, mentes e vozes que acompanharam meu caminho e que merecem o registro por fazer parte de cada caractere digitado neste trabalho. Desta forma, agradeço:

- ao meu companheiro Moisés, que inspirou e incentivou a continuidade dos meus estudos. Durante o curso, acompanhou todo o processo de ansiedade, alegrias e tensões que um mestrado proporciona, e mais do que isso, concretizou o *software* utilizado nesta pesquisa. Agradeço tua dedicação para que tudo isso se tornasse real. Este trabalho não existiria sem ti.

- a minha mãe, que sempre investiu em mim, sacrificando-se sobremaneira para garantir meu acesso a uma escola de qualidade e condições para me manter em um curso superior, acreditando na importância do conhecimento e da cultura e, além disso, compreendendo as ausências necessárias à dedicação acadêmica.

- a Prof^a Dr^a Leila, que mais uma vez me orientou primeiramente na graduação e hoje no mestrado. Dela tive incentivo para dedicar-me à docência, desde a graduação, onde exerceu um papel que hoje corresponde ao PIBID. Leila, tu foste o meu PIBID! Ensinou-me a enxergar as plantas com “olhos de ver”, durante a licenciatura e bacharelado e agora deu condições para que eu pudesse olhar para outros caminhos e enxergar mais longe.

-a Profª Drª Rita Cássio, que me deu a honra de ser minha coorientadora, estimulando, incentivando e desafiando-me a cada aula e orientação; colaborando imensamente no trabalho e mais do que isso, confiando em minhas potencialidades.

- a Diretora Roberta Link, a vice-diretora Carla Mendes e demais integrantes da equipe diretiva da E.M.E.F. Santa Teresinha (Pelotas-RS), pelo espaço para desenvolver o trabalho, bem como ao apoio dado a mim desde o início do mestrado, quanto à necessidade de troca de horários, participação em congressos, substituições, e o mais importante, por acreditarem na importância da formação continuada dos professores. Tenho orgulho de pertencer a esta instituição!

- a minha grande amiga Sabrina Pires, que além da amizade, consideração e afeto, também possibilitou a realização deste trabalho, autorizando e apoiando-o em sua turma de 5ª série.

- a minha amiga e colega Andrea Conceição, que sempre me traz motivação e confiança através de suas palavras de incentivo,

- as colegas Angela Neves e Luciane Ratto, pela generosidade nas trocas de horários, conversas e incentivos nos períodos de intervalos e informações a respeito da turma onde foi desenvolvido o trabalho.

- as colegas mais próximas do mestrado, que foram um ponto de apoio muito importante, em aula ou de forma virtual para “focar nos estudos”: Carla, Clara, Claudia, Cristiane, Liliam, Magda e Michele. Aprendi muito com vocês e sempre serei muito grata pela nossa convivência.

-ao Profº Dr. Paulo Ricardo Silveira, pelas “conversas filosóficas” que tanto me incentivaram e ensinaram.

-ao Rafael pela amizade construída em alguns anos de boa vizinhança e pelo auxílio na impressão da dissertação.

-a colega de docência Rosemeri Silva, com a qual tive uma despretenhosa conversa na sala dos professores, na qual tomei conhecimento de um “tal de curso de mestrado especial para professores”. A partir desta conversa e do teu incentivo minha vida mudou.

-ao carinho dos meus primos Afonso, Diogo e Tibiriçá e dos meus afilhados Isadora e Eduardo, que sempre me receberam saudosos e felizes nas poucas visitas que pude fazer nesse período, e dos quais perdi preciosas fases de crescimento.

-a todos os familiares, tias, avó, pai, cunhada, sogra, primos, comadre e compadre dos quais estive mais ausente do que gostaria ao longo destes dois anos.

- a todos os alunos com os quais tive a honra de conviver e em especial ao grupo com o qual pude desenvolver este trabalho, pela oportunidade de aprender com vocês como ser uma educadora- pesquisadora.

- ao Programa de Pós Graduação e em Ensino de Ciências e Matemática, na pessoa do Profº Dr. Verno Krüger e da Profª Drª Maira Ferreira que possibilitam oportunidades para que os educadores protagonizem seu processo de formação continuada, não afastando-se da docência.

-a todos e todas que não estão aqui nomeados, mas que de alguma forma fizeram parte desta história.

Se o que o processo educativo faz não é despertar e fazer brotar os universos selvagens que moram em nós, mas antes espalhar herbicidas para depois plantar as sementes da monocultura (afinal de contas, cada corpo deve ser útil socialmente...) que um Outro ali semeia, então o caminho da verdade exige um esquecimento: é preciso esquecer-se do aprendido, a fim de se poder lembrar daquilo que o conhecimento enterrou.

Rubem Alves. Correio Popular. 13/08/1991.

Resumo

OLIVEIRA, Alline Bettin. **A Realidade Aumentada como recurso potencialmente significativo para a aprendizagem sobre o processo de frutificação**. 2013. 260f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática)-Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

Esta dissertação é fruto da caminhada da pesquisadora ao longo do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (UFPEL) no processo de problematização da própria prática pedagógica como professora de ciências do Ensino Fundamental, que culmina na busca de subsídios para o aperfeiçoamento do ensino de botânica. A partir da dificuldade em desenvolver o conceito de frutificação, objetivou-se investigar as potencialidades da tecnologia denominada Realidade Aumentada como recurso potencialmente significativo para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa deste conceito. Essa tecnologia permite a visualização e interação do aluno com estruturas tridimensionais previamente modeladas pelo professor, atendendo as particularidades necessárias para cada conteúdo. Para tanto, foram utilizados como aportes teóricos aspectos da Psicologia Educacional de Ausubel, na qual foi baseada a pesquisa; já a estratégia de intervenção desenvolveu-se a partir de Moreira para a constituição de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. A investigação foi desenvolvida em uma turma de 17 alunos da 5ª série do Ensino Fundamental de uma escola municipal de Pelotas (RS), dentro do turno de estudos regular. A partir da investigação dos conhecimentos prévios dos alunos, feita mediante perguntas descritivas e mapa conceitual, foram desenvolvidos a unidade, que contou como recurso didático um livro com a temática da erva-mate, e os modelos tridimensionais digitais. As atividades propunham propiciar os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. O acompanhamento das atividades e avaliação da aprendizagem foram feitos através de questões descritivas e mapas conceituais. A avaliação dos alunos ocorreu de forma processual, considerando o desenvolvimento individual dos mesmos. Aqueles em que foram identificados mais subsunçores disponíveis apresentaram em suas avaliações maiores evidências de interação entre os novos conceitos e os conhecimentos prévios. A fecundação, um dos conceitos necessários para a compreensão da frutificação, mostrou não estar presente de forma regular nas avaliações, apesar de ser demonstrada em forma de animação modelada, no recurso. Este fato corrobora a ideia de que o recurso por si só não garante a aprendizagem, necessitando de condições como significado lógico e psicológico, disposição para aprender e subsunçores para interagir na estrutura cognitiva. Conclui-se que o recurso, utilizado dentro destas condições, ou seja, em uma perspectiva que entenda aprendizagem como um processo, utilizando conceitos prévios dos alunos para interagir com os aqueles trabalhados pelo material didático produzido, pode tornar-se potencialmente significativo.

Palavras-chave: Ensino de botânica. Aprendizagem Significativa. Realidade Aumentada. Frutificação.

Abstract

OLIVEIRA, Aline Bettin. **Augmented Reality as a potentially significant resource for learning about the process of fruiting**. 2013. 260f. Dissertation (Professional Masters in Teaching Science and Mathematics) –Faculty of Education, Federal University of Pelotas, Pelotas, RS.

This dissertation is the result of the researcher walk along the Professional Masters in Teaching Science and Mathematics (UFPel) in the process of questioning their own teaching practice as a science teacher in the elementary school, which culminates in seeking grants for the improvement of teaching botany. From the difficulty of developing the concept of fruiting, it was decided to investigate the potential of the technology called Augmented Reality as a resource potentially significant 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 necessary particulars for each content. To that end, we sought the theoretical in Educational Psychology from Ausubel to the research base. For the intervention strategy we sought Moreira for the establishment of a Teaching Unit Potentially Significant. The research was carried out in a class of 17 students from 5th grade on a municipal school in Pelotas (RS), within the hours of regular studies. From the investigation of students' previous knowledge through questions and descriptive conceptual map was developed the unit which had a book with the theme of yerba mate and three-dimensional digital models. The activities proposed to facilitate the process of progressive differentiation and integrative reconciliation. Monitoring of activities and evaluation of learning was done through descriptive questions and conceptual maps. The assessment of students was procedurally considering individual development. Those that were identified more subsumers showed in their assessments more evidence of interaction between new concepts and prior knowledge. The fecundation, one of the concepts necessary for understanding of fruiting, was not present in a regular way in the evaluations, despite being shown in animated form modeled in the resource. This corroborates the idea that the resource by itself does not guarantee learning, requiring conditions as logical meaning and psychological, readiness to learn and subsumers to interact in the cognitive structure. It was concluded that the resource used in these conditions, in other words, from a perspective that considers learning as a process, using preconceptions of students to interact with those worked by didactic material produced, can become potentially significant.

Keywords: Teaching botany. Meaningful Learning. Augmented Reality. Fruiting

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação dos tipos de frutos, a partir de MACIAS e LÜDTKE (2012).	39
Figura 2 - 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.	49
Figura 3 - Exemplo de aprimoramento do conceito de caule pelo processo de aprendizagem Subordinada Correlativa. Imagem inspirada em JÚNIOR,2009,p.15.	50
Figura 4 - Aprendizagem Significativa de grupos de plantas. FONTE: Júnior, 2009, p.16.....	51
Figura 5 - Imagem real de vários marcadores de papel sobre uma mesa. Fonte: SILVEIRA, 2011	58
Figura 6 - Imagem visualizada pelo aluno na tela do computador. Fonte: SILVEIRA, 2011. .	58
Figura 7 - Processo de captação da imagem real e inserção de objeto virtual a partir de um marcador apontado para a câmera do computador. Fonte: LUZ, 2009.....	58
Figura 8 - Mapa conceitual dos conceitos trabalhados na UEPS.....	84
Figura 9 - MC.2.A1	88
Figura 10 - MC.2.A2.....	89
Figura 11 - MC.2.A3	92
Figura 12 - MC.2.A4.....	93
Figura 13 - MC.2.A5.....	95
Figura 14 - MC.2.A6.....	96
Figura 15 - MC.2.A7	98
Figura 16 - MC.2.A8.....	99
Figura 17 - MC.2.A9.....	101
Figura 18 - MC.2.A10.....	102
Figura 19 - MC.2.A11	103
Figura 20 - MC.2.A12.....	105
Figura 21 - MC.2.A13.....	106
Figura 22 - MC.2.A14.....	108
Figura 23 - MC.2.A15.....	109
Figura 24 - MC.2.A16.....	110
Figura 25 - MC.2.A17.....	111

Lista de abreviaturas e siglas

AS- Aprendizagem Significativa

AM- Aprendizagem Mecânica

DP- Diferenciação Progressiva

FAE- Faculdade de Educação

LDB- Lei de Diretrizes e Bases

MC – Mapa conceitual

RA- Realidade Aumentada

RI- Reconciliação Integrativa

RS- Rio Grande do Sul

SBB- Sociedade Botânica do Brasil

PCN- Parâmetros Curriculares nacionais

UEPS- Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

UFPEL- Universidade Federal de Pelotas

Sumário

A professora-pesquisadora em primeira pessoa	14
1. Introdução	19
1.1 Problematização	22
1.2 Objetivo geral	23
1.2.1 Objetivos específicos	23
1.3 Justificativa	23
2. Breve histórico do ensino de Ciências no Brasil	26
2.1 Especificidades no ensino de botânica	32
2.1.1 A frutificação no ensino de botânica	37
3. Aprendizagem significativa	43
3.1 Condições para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa	46
3.2 Os tipos e formas de aprendizagem significativa	48
4. Realidade Aumentada	55
4.1 Como funciona a Realidade Aumentada (RA)	57
4.2 Modelos em Realidade Aumentada como recurso didático	59
5. Metodologia de pesquisa	62
5.1 Delimitação e contexto de pesquisa	62
5.2 Percorso metodológico	65
5.2.1 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)	67
5.3 Etapas da intervenção didática	77
5.3.1 A escolha da temática da frutificação	77
5.3.2 Planejamento da UEPS	77
5.3.3 Desenvolvimento dos recursos didáticos	78
5.3.4 Desenvolvimento da UEPS	82
5.3.5 Análise dos dados	85
6. Resultados	128
6.1 A1	129
6.2 A2	130
6.3 A3	131
6.4 A4	133

6.5	A4	134
6.6	A6	135
6.7	A7	135
6.8	A8	137
6.9	A9	138
6.10	A10	138
6.11	A11	140
6.12	A12	140
6.13	A13	141
6.14	A14	142
6.15	A15	143
6.16	A16	144
6.17	A17	145
7.	Conclusões.....	147
	REFERÊNCIAS.....	152
	Apêndices	160
	Anexos	249

A professora-pesquisadora em primeira pessoa

Peço licença ao leitor para neste momento inicial despir-me das formalidades acadêmicas e colocar-me em primeira pessoa no texto que abre este trabalho. É que preciso compartilhar que eu, como professora do ensino básico que desenvolveu este trabalho, já havia atuado em escolas particulares, conhecendo alguns dos recursos didáticos mais modernos implementados na cidade onde morava até então, e pude também, e ainda bem, conhecer a escola pública e as suas entranhas. Pude conhecer a riqueza e a miséria dos que contam somente com o estado para tutoriar sua educação e pude perceber que a diferença entre a essência das pessoas que circulavam nestes dois ambientes simplesmente não existia.

Em ambos locais de ensino encontrei carências, distúrbios de comportamento, pais relapsos e colegas relapsos, assim como em ambos os lugares encontrei riquezas, alunos brilhantes, pais e colegas dedicados. O que diferencia a escola pública da privada não é foco deste trabalho, é apenas a origem da inquietação da pesquisadora que pairou sobre um conceito específico do ensino de ciências, a frutificação.

E por que justamente este conceito? Consigo pensar em dois motivos para ter focado a atenção e energia no propósito de pesquisa para este conceito. Primeiramente, e o mais coerente para justificar este trabalho, foi a dificuldade que tive em trabalhar a frutificação nas escolas em que atuei. Mesmo tendo acesso a laboratório, amostras, livros e internet, não consegui fazer o trabalho a contento. Foi satisfatório para a escola, para as avaliações tradicionais, para o boletim que precisava de um registro, mas para a própria professora faltava algo... Mesmo com o brilho nos olhos dos alunos ao voltar de uma aula prática, talvez o conceito não

estivesse sendo construído, estivesse sendo recebido. Mal sabia a docente iniciante que só o recurso não bastava...

Um segundo motivo, e não menos importante, mas ligado ao significado particular que tal conceito tem para mim, foi como aprendi este conteúdo na faculdade. Talvez queira fazer jus e proporcionar aos alunos o mesmo encantamento que tive nas aulas de morfologia de fanerógamas de que tive oportunidade de participar. As aulas práticas já faziam parte de uma tradição no curso de Ciências Biológicas da UFPEL e já eram esperadas pelos calouros desde o primeiro semestre: as saídas de campo e a aula prática de frutos. Antes da faculdade, nunca tinha tido aulas de botânica. Do Ensino Fundamental, não tenho nenhuma memória de estudo das plantas, a não ser a “clássica” experiência do feijão, que defendo, desde que bem fundamentada, como válida e significativa.

Sou de uma cidade do interior, Canguçu, bem próxima de Pelotas, outra cidade ao bem ao sul do Brasil, onde fiz o curso de Mestrado, resido e trabalho. Na minha cidade natal fiz o curso de Magistério, do qual tenho várias lembranças que me marcaram e me constituíram positivamente como profissional. Mas a biologia deixou a desejar... Um ano de Biologia Geral, mas sem nenhum tópico dedicado à botânica. Concomitantemente fiz o curso de Técnico em Química, na já extinta Escola Técnica Federal de Pelotas (ETFPEL), e viajava à tardinha para a cidade de Pelotas, pois estudava no turno da noite. No curso técnico tivemos novamente Biologia Geral voltada para programas de saúde. Nesse misto entre um Ensino Médio voltado para a área das humanas e um curso voltado para a área técnica, finalizo esta etapa de estudos e opto pela licenciatura e bacharelado em Biologia, sentindo como se fosse um “híbrido” entre as exatas e as humanas.

Sobre o ensino de biologia na formação básica nada de novidade, pois, como veremos no histórico do ensino de botânica, essa área é ignorada ou deixada para o final do ano letivo, então não há surpresa em também ter passado por isso. Surpreende-me chegar à Pós-Graduação e encontrar o mesmo cenário na pesquisa efetuada. O que restou foi arregaçar as mangas e trabalhar para mudar esta situação, pelo menos nas próprias aulas.

Atualmente trabalho somente na rede municipal, em que pude acompanhar o processo de implantação de um laboratório de informática em uma das escolas e, por conta disso, fiz um curso de capacitação para trabalhar com o Linux educacional, continuando a aprender sobre a área.

Concomitantemente conheci um recurso, que permitia captar a nossa imagem em frente ao computador e inserir objetos nesta imagem, como se estivéssemos em um filme de animação: era a Realidade Aumentada. Imediatamente comecei a pensar o quanto os alunos poderiam gostar do recurso e em como poderia fazer para utilizá-lo em sala de aula. Os modelos tridimensionais existentes na internet não eram nada didáticos, tudo era ainda muito novo e eu não tinha conhecimentos de programação.

A ideia de produzir modelos tridimensionais digitais para uso didático começou com o ímpeto de utilizar uma novidade para chamar a atenção dos alunos. Já que os modelos disponíveis na rede não eram adequados, acabou sendo necessário construir os modelos apropriados para a biologia. Por conta disso, a ideia tomou a forma de um projeto interdisciplinar, uma vez que a professora pôde contar com a ajuda de um cientista da computação. Os modelos, sem o trabalho do programador, não se concretizariam; e, sem a professora-pesquisadora, não se constituiriam como um recurso didático.

Para que eu fizesse o trabalho de transformar modelagens tridimensionais em recursos passíveis de utilização em sala de aula, mesmo tendo acesso à tecnologia, faltavam subsídios teóricos. Em busca de suporte para desenvolver este trabalho, candidatei-me a uma vaga no curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da UFPel.

Fui aprovada e reencontrei como orientadora, novamente, a mesma professora que trouxe o “encantamento” com sua aula de frutos no início da graduação e incentivou-me à docência durante o curso de licenciatura. Junto à minha mestra, conheci a professora e co-orientadora, que completou a equipe, abrindo espaços e mostrando caminhos, através do campo do ensino-aprendizagem de ciências.

No mestrado pude amadurecer a ideia de utilizar a tecnologia como recurso didático e orientar o foco da atenção como docente ao processo de aprendizagem do aluno e não somente ao recurso didático. O resultado dessa caminhada concretiza-se nessa dissertação, que tem como produto uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa que orienta o desenvolvimento de estratégias de ensino com o *software* Ilex 1.5, também produto deste trabalho.

Quis iniciar o trabalho contando um pouco da perspectiva pessoal da professora que volta à Universidade em busca da formação continuada e que desenvolve um projeto ligado à tecnologia, contando com a colaboração de um programador que faz parte do seu núcleo familiar. Este projeto, portanto, além de contar com uma equipe interdisciplinar, envolveu e contou com o apoio fundamental da família nuclear da pesquisadora. Passei pela falta de apoio institucional durante o mestrado. Mesmo desenvolvendo um trabalho voltado para a escola pública, mesmo sem ter solicitado nenhum auxílio financeiro, arcando com todas as despesas, trabalhando turnos extras para a implantação do projeto, não tive o apoio da administração municipal para atender a uma solicitação de licença de estudos.

Acredito que a minha situação represente um pouco do quanto a maioria dos professores de ensino básico precisam abrir mão para poder voltar a estudar. Não são somente as condições financeiras, que são exíguas, mas há também a imensidão do tempo e dedicação necessários para superar a rotina diária da escola, norteadas por um sistema que exige aperfeiçoamento, mas não favorece o acesso ao mesmo.

Os mestrados profissionais se configuram como um oásis no deserto de perspectivas do educador, que anseia por uma qualificação, mas não tem o apoio das instituições que constitui. Por ser um curso de horários acessíveis, e pensado para o profissional que está na escola, posso dizer que no meu curso, os professores têm a oportunidade para se qualificar.

Neste posicionamento inicial, a perspectiva pessoal mistura-se à perspectiva da pesquisadora, sem conflitos, mas na tentativa de “(re)encontrar espaços de interação entre as dimensões pessoais e profissionais, permitindo aos professores apropriar-se dos seus processo de formação e dar-lhes um sentido no quadro das

suas histórias de vida” (NÓVOA,1997, p.25) . Dessa forma, trouxe na abertura do trabalho não uma queixa, mas uma ambientação, mostrando um pouco sobre quem e sob quais condições este trabalho foi gerado, dentro da história de vida da professora.

Apresento agora, a introdução acadêmica à dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática.

1. Introdução

A presente pesquisa parte da experiência da pesquisadora, atuando como professora de ciências do Ensino Fundamental em escolas da esfera pública e privada. A partir das suas vivências, a pesquisadora problematizou a sua dificuldade em desenvolver os conceitos relacionados ao processo de frutificação das angiospermas, grupo de plantas com flores com maior número de espécies do planeta. As dificuldades para desenvolver este conteúdo de botânica podem ter ocorrido por falta de recursos adequados em alguns casos, ou por um desconhecimento mais pontual sobre o processo de aprendizagem, o que pode ter prejudicado o estabelecimento das estratégias de ensino desenvolvidas pela pesquisadora.

Desde o início do exercício da docência, em 2005, a pesquisadora acompanha 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.

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, proporcionando, deste modo, uma nova perspectiva sobre o objeto de estudo. Não se propõe, aqui, substituir o contato do aluno com espécimes reais ou amostras coletadas diretamente do ambiente natural, mas sim proporcionar uma alternativa à falta destes materiais.

Neste projeto, objetiva-se, através da pesquisa aplicada em sala de aula, a produção de um recurso didático com modelos tridimensionais digitais, que visa a auxiliar no desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa (AS) sobre o processo de frutificação das angiospermas.

A AS é a teoria de aprendizagem desenvolvida por David Ausubel, em meados dos anos 1960, que considera como fator mais importante para a aprendizagem conhecer o que o aluno já sabe e, a partir disso, relacionar os novos conhecimentos aos pré-existentes, propiciando a aprendizagem. Ausubel trabalha com a ideia de subsunções, 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 no qual a estrutura cognitiva também se modifica ao receber novas informações (1980).

A informática no ensino de botânica vem sendo contemplada em algumas pesquisas acadêmicas. Dentre elas, destacam-se como relevantes para este projeto: a produção de *software* para o ensino dos grupos vegetais para o Ensino Médio (COSTA, 2011), e o trabalho do Laboratório de Tecnologia Educacional da UNICAMP¹, que há 11 anos vem desenvolvendo e divulgando materiais educativos digitais voltados para o ensino de biologia. Para o ensino de botânica, destacam-se

¹ LTE- UNICAMP. Disponível em: <http://www.lte.ib.unicamp.br/bdc/index.php>. Acesso em 06 ago 2013.

as produções do CD multimídia “Biologia em multimeios” (GALEMBECK, 2004), e os *softwares* “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 com conteúdos e metodologias indicados para o Ensino Médio.

A escassa oferta de materiais instrucionais com o cunho educacional visando ao ensino de botânica exclusivamente para o nível de Ensino Fundamental, foi outro motivo, além das questões da *práxis* da pesquisadora, que justifica este trabalho. 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”.

Além da escassez de materiais para este nível, temos especificamente no ensino de biologia a necessidade de trabalhar com modelos. Estes, conforme anteriormente enunciado, por questões de estrutura escolar, dificuldade de acesso e conservação de amostras, nem sempre são viáveis de produção e utilização. A partir deste fato, surgiu a ideia de se produzir um material didático de fácil reprodução, com baixo custo e praticidade de utilização, para que fosse possível propiciar uma visualização mais aproximada das estruturas biológicas.

Para produzir um recurso com essas 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.

A investigação será apresentada em seis capítulos. Do subcapítulo 1.1 ao 1.3 serão descritas a problematização, a justificativa e os objetivos da pesquisa. O segundo capítulo traz um breve panorama do ensino de ciências no Brasil e posteriormente, no capítulo 3, é especificado o caso do ensino de botânica. O referencial de aprendizagem do trabalho, baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, é apresentado no capítulo 4.

O capítulo 5 discorre sobre a tecnologia na qual se baseiam os modelos tridimensionais construídos para constituir o recurso didático. Também são trazidos

alguns exemplos da utilização desta tecnologia na área da educação.

No capítulo 6 é descrita metodologia utilizada e o processo de intervenção, organizado em forma de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), proposta por Moreira (2012), estudioso da Aprendizagem Significativa. Neste capítulo é descrito como se deu o planejamento da proposta, dos recursos e dos instrumentos de análise, bem como a descrição das avaliações dos alunos. A UEPS desenvolvida encontra-se no Apêndice A.

Os resultados são descritos no capítulo 7, no qual são reunidas as informações obtidas ao longo da Unidade desenvolvida, tecendo um parecer sobre a participação de cada aluno durante a Unidade. Por fim, as conclusões desta investigação são apresentadas no capítulo 8.

1.1 Problemática

A partir da experiência como educadora, foi percebida a dificuldade dos alunos em assimilar a morfologia de algumas estruturas biológicas. Na rotina escolar, em geral, é propiciada aos alunos a apresentação de estruturas biológicas através de ilustrações em livros, de *slides*, vídeos e, em casos em que há a disponibilidade de outros recursos, modelos didáticos concretos, exemplares ou exsiccatas para facilitar a aprendizagem dos mesmos.

Como os exemplares são, em geral, amostras biológicas, frágeis e que necessitam de alguns cuidados específicos de conservação, estes recursos não estão disponíveis em todas as escolas para observação, manuseio e estudo. Em locais nos quais nenhum outro recurso está disponível, o aluno apenas visualiza um material ilustrativo e plano, como nos livros didáticos e pôsteres, o que dificulta a percepção tridimensional das estruturas estudadas.

A partir do exposto, constitui-se o seguinte problema de pesquisa: os objetos tridimensionais digitais em Realidade Aumentada constituem-se em um recurso potencialmente significativo, colaborando para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa sobre o processo de frutificação das angiospermas no

Ensino Fundamental?

A partir desta problematização, foram elaborados os objetivos desta investigação.

1.2 Objetivo geral

Verificar se o recurso didático desenvolvido na forma de um software que utiliza a Realidade Aumentada é potencialmente significativo, ou seja, colabora para a Aprendizagem Significativa sobre o processo de frutificação das angiospermas com alunos do 6º ano (5ª série).

1.2.1 Objetivos específicos

- Elaborar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, cuja sequência de etapas propicie a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, promovendo uma Aprendizagem Significativa da frutificação das Angiospermas;
- Elaborar atividades com modelos digitais que representem o processo de polinização, fecundação e frutificação, utilizando-se da tecnologia da Realidade Aumentada;
- Desenvolver a Unidade de Ensino 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.

1.3 Justificativa

A oportunidade de trabalhar em espaços públicos e privados com alunos do 1º ao 9º anos do Ensino Fundamental, bem como a troca de ideias com colegas, propiciaram a percepção e a vivência de certa dificuldade ao trabalhar os conteúdos relacionados à botânica. A nomenclatura botânica, a dificuldade de proporcionar

saídas de campo com os alunos, obter amostras nas diferentes estações do ano e a falta de material diversificado são fatores que talvez contribuam para esta dificuldade.

Dentro desse 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, gerando uma visão estereotipada dos mesmos.

Sabendo que os livros e as aulas essencialmente teóricas apresentam obstáculos para a percepção real das estruturas biológicas, 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 dessa 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, considera-se relevante o desenvolvimento deste trabalho. Ao desenvolver e divulgar um recurso didático digital, as escolas contarão com mais uma possibilidade para trabalhar o conteúdo de ciências, de modo a não haver o desgaste das amostras, as quais, em geral, são perecíveis.

Sabe-se 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 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 reutilizar os modelos de forma praticamente atemporal.

Mas “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 Ensino, baseada na teoria de aprendizagem de Ausubel.

Os próximos capítulos dedicam-se ao desenvolvimento do referencial teórico que embasou esta investigação. É feito um pequeno resgate histórico do ensino de ciências e posteriormente do ensino de botânica. Os referenciais da Aprendizagem Significativa são descritos a seguir e, posteriormente, a tecnologia da Realidade Aumentada como recurso didático será apresentada.

2. Breve histórico do ensino de Ciências no Brasil

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 (KRASILCIIH, 2000)”; não seria possível desenvolvermos um trabalho sobre o ensino de ciências sem considerarmos sua evolução histórica.

Conhecer a história é importante porque ela influencia a forma como vemos e fazemos o ensino de ciências hoje. Conseguimos perceber as nuances de influências políticas que existiram e ainda existem para controlar a população, dando origem às tradições, regras escolares e até mesmo ao imaginário a respeito do professor e do cientista no campo educativo.

Para Bizzo (2004), o ensino de biologia no Brasil tem seu início relacionado às influências jesuítas, que iniciaram o ensino formal em suas Missões, e aos portugueses que, ao expulsarem os jesuítas, promoveram uma reforma educacional a partir da assunção de Marques de Pombal. O Marquês traz Alexandre Rodrigues Ferreira em 1783 para uma viagem com fins de estudos da história natural. O material de coleta desta viagem acabou sendo perdido para a França, o que, para o professor Mello Leitão², condenou a biologia brasileira ao atraso e à dependência dos franceses.

Os materiais que daqui foram levados não serviram como fonte de informação para elaboração de materiais didáticos adequados, já que no século XIX os livros franceses utilizados no Brasil traziam a fauna brasileira como um misto da

² Mello Leitão foi um famoso professor de biologia brasileiro, tendo escrito “A biologia do Brasil” (1937), e em resposta aos livros didáticos franceses incorporados às escolas brasileiras sem a devida adaptação (BIZZO, 2004, p.148).

de outros continentes. Como reação a estes erros grosseiros, Mello Leitão publica *Zoologia*, em 1917.

A tradição científica brasileira inaugura-se com a fundação de institutos de pesquisa como Manguinhos e Butantã, que também faziam serviços educacionais em menor escala. Em 1918 é fundada a Sociedade Eugênica de São Paulo, relacionado a um contexto mundial, anterior à 1ª Guerra Mundial, que priorizava um ensino de biologia voltado para a saúde e higiene, com aspectos influenciados por um ideal eugênico internacional, que culminou com campanhas de esterilização em massa em diversos países.

Nos anos 30, o manifesto dos pioneiros da Educação Nova trouxe diversas reivindicações ao ensino no sentido de introduzir métodos mais ativos, espaço ao laboratório e às aulas práticas (KRASILCHIK, 1989). Esta posição procurava opor-se à educação tradicional, que era centrada no professor e na transmissão dos saberes. Para uma escola renovada, os conteúdos giram em torno dos interesses do aluno, que é o centro do processo educativo, cabendo ao professor despertar o interesse e a curiosidade. A observação deve ser atingida pelo aluno a partir de sua experiência (SILVA, 1986).

Nas décadas de 50 e 60, houve mudanças em função do grande desenvolvimento científico impulsionado pela corrida espacial. No Brasil, a criação de centros de pesquisa como CNPQ, IBECC, FUNBEC, apoiou a formação de professores, em geral financiados por organizações internacionais, no sentido de adaptar-se às novas exigências educativas de estímulo à educação científica. O objetivo era estimular o desenvolvimento de novos cientistas. Foram elaborados livros, manuais e *kits* de experimentos que se tornaram muito populares. Especificamente, o IBECC recebe apoio da Ford e da Fundação Rockefeller, Pan American e USAID, com objetivo de produzir e disseminar propostas de cunho experimental para o ensino de ciências. *Kits* e livros didáticos são produzidos e adaptados (Krasilchik. 1980).

Diferenciando-se de outras propostas, o IBECC também fez um projeto próprio de iniciação à ciência, em que os estudantes também vivenciavam o método científico, e tornava obrigatórias as experiências.

A formação de professores essencialmente licenciados não era o foco do período, uma vez que foi estabelecida a Campanha de Difusão e Aperfeiçoamento do Ensino Secundário (CADES), na qual bacharéis de várias formações davam aulas. A campanha promovia uma didática fundamentalmente europeia e americana e o ensino tecnicista na formação de professores.

Em síntese, parece-nos que o movimento de mudança no ensino das ciências e na formação de professores, até a tomada de poder dos militares em 1964, desenvolveu-se com as mesmas características do desenvolvimento socioeconômico e político do país: um clima de renovação, um progressivo atrelamento a centros de poder externos, mas com espaço para iniciativas locais originais e variadas (VILLANI, *et al.* 2002, p.4).

Em 1968, ocorreu a reforma universitária. Foi instituído o vestibular para o acesso ao ensino superior e os conteúdos do processo seletivo acabaram influenciando o que precisava ser trabalhado no Ensino Médio da época, o que redundou em consequências sentidas no ensino até hoje.

Já na década de 70, a LDB 5692/71 reformulou o foco das disciplinas científicas, agora profissionalizantes, descaracterizando sua função no currículo. Essa LDB foi resultado da ditadura militar, que considerava a escola como peça importante para o desenvolvimento econômico do país (KRASILCHIK, 2000, p.86).

A referida lei também formava os ginásios polivalentes de formação geral e técnica e o estudo obrigatório de oito anos. Houve um aumento nas matrículas no Ensino Médio e em consequência uma nova política de estado: a aprovação das licenciaturas de curta duração (Res. CFE nº 30/74), a partir do modelo requerido pelo Banco Mundial. Isso influenciou não só o ensino de ciências, mas obviamente as demais disciplinas, favorecendo uma formação docente superficial e mais dependente dos livros didáticos e manuais, conforme afirma Krasilchik:

O livro passou a ser uma peça de importância central, impondo-se o modelo chamado de estudo dirigido, termo mal aplicado a exercícios, em geral compostos por questões de múltipla escolha que dependiam apenas da leitura ou, mais raramente questões dissertativas que requeriam transcrição literal do texto. Paralelamente, foi se estabelecendo uma posição controversa entre o espírito da lei, que era formar o trabalhador, ajustado a um sistema de produção massificador, e o objetivo explícito do ensino de Ciências, aceito consensualmente como sendo o de desenvolver a capacidade de pensar lógica e criticamente (Krasilchik, 1987 p.18-19).

Nessa década ocorreu ainda a instituição do Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PREMEN), no qual a resolução CFE 30\74 fixou os mínimos de conteúdo e duração a serem observados na organização do curso de licenciatura em Ciências e Matemática. Depois desta etapa o estudante optava por química, física ou biologia.

Nessa época, a didática de ciências começava a se estabelecer como pesquisa autônoma com influência das ideias de Piaget, que aprofundava a teoria da equilibração, explicitando os mecanismos de assimilação e acomodação que influenciaram a década seguinte, interagindo com os modelos de mudança conceitual. Por sua vez, Ausubel ao introduzir a Aprendizagem Significativa, conseguiu contrapor-se ao behaviorismo e valorizar o esforço cognitivo (VILLANI, *et al.* 2002).

Sobre a contribuição de Ausubel, Moreira (1983), afirma que a perspectiva de investigação de organizadores prévios do aluno valoriza o trabalho do professor, pois ele teria que organizar o conteúdo potencialmente significativo para que se constituísse como ponte entre a estrutura cognitiva do aluno e conhecimento a ser aprendido.

Estas condições favoreceram o construtivismo sobre a soberania behaviorista que até então se afixava no campo educacional, descentralizando o ensino somente no campo comportamental e considerando aspectos mais abrangentes e relacionados ao cotidiano e às vivências dos alunos, como os conhecimentos prévios, por exemplo.

Na década de 80, o Brasil preparava-se para seu processo de redemocratização, o qual foi finalmente iniciado. Para Borges e Lima (2007, p.167), a reconstrução de uma sociedade democrática repercutiu também no ensino de ciências, produzindo uma variabilidade de concepções e de projetos no ensino de tal área, mobilizando várias instituições relacionadas ao ensino, como Secretarias de Educação, Universidades e grupos independentes de professores.

Nesse sentido, a educação passou a ser entendida como uma prática social que poderia contribuir para a transformação da sociedade ou para a manutenção

do *status quo*. Buscava-se nesse momento a formação de cidadãos preparados para viver em uma sociedade que exigia igualdade e equidade; as propostas para o ensino de ciências questionam a neutralidade e objetividade do fazer científico, estimulando propostas de ensino para a tomada de decisão. A educação ambiental e a educação para a saúde também são temáticas constantes, mas através de programas que assumiam posições ingênuas ou conservacionistas, sem investigação das origens que causavam as problemáticas ambientais (Krasilchik, 1987; 1996).

A temática ambiental e as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade também são constantes na década de 90, quando se reforça a problematização da neutralidade científica, a perspectiva salvacionista da ciência e a supremacia das decisões tecnocráticas.

Nesta década, a chamada “Década da Educação”, institui-se a nova LDB, 9.394/96, com uma série de normatizações e diretrizes materializadas nos PCN e PCNEM. O exame nacional do Ensino Médio também inaugura uma nova forma de ingresso à universidade, que mantém a estrutura de influência do processo seletivo no currículo escolar. Além disso, apesar dos conteúdos mínimos serem extintos da universidade, com a nova LDB os exames nacionais dos cursos superiores avaliam e mantêm o governo no controle da universidade, dentro da lógica neoliberal.

Para Villani *et al*, a década de 90 é caracterizada por ambiguidades na formação de professores de ciências no Brasil. Isso em função de os documentos oficiais sinalizarem um interesse na educação, baseando-se nas teorias mais modernas, necessárias para suprir as demandas da economia globalizada; mesmo que as medidas práticas governamentais demonstrem que o critério dominante da década foi a contenção de gastos e como consequência uma tendência reducionista quanto às implicações práticas das propostas curriculares (2002, p.15).

Complementando essa documentação norteadora de mudanças, na década seguinte são lançados os PCN+ (2002), intencionando orientar a construção de currículos que considerem as transformações globais provocadoras das mudanças econômicas e tecnológicas. As necessidades formativas foram pressionadas pela reconfiguração dos modos de produção e explicitadas nos PCN+, esboçando novas

estratégias para a condução do ensino de biologia (BORGES e LIMA, p.168, 2007).

Intensifica-se o debate sobre as relações CTS, mas para Nascimento (2009), no contexto atual, a ciência continua detendo um conhecimento universalmente válido, com suas formas de produção e seus efeitos sociais cada vez mais visíveis. O desenvolvimento científico e tecnológico é um processo conformado por fatores culturais, políticos, econômicos, epistêmicos, por valores e interesses que fazem da ciência e da tecnologia processos sociais. Apesar disso, a produção científica e tecnológica não está acessível à maioria dos brasileiros, evidenciando a desigualdade social, o que requer uma reconstrução urgente do ensino de ciências numa perspectiva crítica. Para o autor, o conhecimento científico na educação básica ainda restringe-se ao oferecimento de conhecimentos prontos e acabados aos estudantes, sem considerar as ambiguidades decorrentes dos processos de produção e utilização dessas atividades.

Esse oferecimento de conhecimentos prontos é a simplificação da tentativa da prática de ensino; entende-se que este seja um dos reflexos gerados pela desvalorização e pelas más condições de trabalho a que são submetidos os educadores. O educador, como parte integrante da sociedade, também sofre as pressões de um sistema que cobra maior produtividade com menor investimento, lógica neoliberal que acaba refletindo no ensino.

A intensificação que leva aos professores a seguir por atalhos, a economizar esforços, a realizar apenas o essencial para cumprir a tarefa que têm entre mãos; obriga os professores a apoiar-se cada vez mais nos especialistas, a esperar que lhes digam o que fazer, iniciando um processo de depreciação da experiência [...] A qualidade cede o lugar à quantidade (APPLE & JUNGCK, 1990 *apud* NÓVOA, 1997, p.24).

Mesmo que por um lado isto ocorra, há também iniciativas de pesquisa e ensino de forma a se diferenciar deste fato. Com o aumento da oferta de pós-graduações na área educacional, houve também uma crescente procura pela formação continuada.

A intensa busca dos professores por cursos na área de Ensino de Ciências demonstra o interesse desses em modificar suas práticas, buscando novas formas de atuação em sala de aula. [...] A procura que essas instituições têm recebido indica, pelo número de professores que já realizaram cursos oferecidos por elas, que há um crescente interesse por parte destes para a melhoria da prática de ensino (MARANDINO, p.175, 2011).

Este processo de formação continuada tem gerado novas pesquisas e práticas em sala de aula, como é o caso deste trabalho. Em pesquisa realizada a respeito dos trabalhos publicados na última década, a produção em ensino de biologia se concentra em trabalhos sobre a formação de professores e a aprendizagem de conceitos científicos (SOARES et al, 2008). Já para Sales (2011) os recursos didáticos e a área de Ensino Fundamental são os temas aos quais os pesquisadores se restringem na cena acadêmica no ensino de biologia.

O presente trabalho pretende contribuir para a continuidade do ensino de ciências, sendo reflexo da construção histórica na qual a área vem sendo constituída, desenvolvido em um momento de estímulo às pós-graduações em ensino de ciências e na necessidade de aliar as tecnologias à educação escolar.

2.1 Especificidades no ensino de botânica

O Ensino de Botânica no Brasil compartilha do contexto sócio histórico que constituiu o ensino de ciências. Mas, por questões que serão desenvolvidas a seguir, é colocado quase à parte na área das Ciências Biológicas, sendo preterido ao ensino de zoologia, por exemplo. Por essa condição se faz necessário que neste capítulo haja um panorama para situar o leitor a respeito do que está sendo feito e quais são as lacunas existentes nesta área de ensino. 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.

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

Segundo Silva (2003, p.8), o tópico “Ensino de botânica” 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, contabilizam-se 127 trabalhos apresentados voltados para o ensino de botânica: destes, 29% estão voltados para o ensino superior, os demais para os níveis fundamental e médio.

O ensino também esteve presente nos congressos de botânica em forma de *workshops*, primeiramente em 1995 com “Ensino de botânica: relatos de experiência”, depois em 1997 com o tema “Ensino da Botânica: adequação à realidade atual” e em 1988 com “Ensino da Botânica indissociado da pesquisa e da extensão” (BARRADAS & NOGUEIRA 2000, p.157).

A preocupação com o ensino de botânica, apesar de concretizar-se somente nas décadas de 80 e 90, já era registrada no relatório de abertura da 3ª Reunião Anual da SBB em 1952 com o objetivo de:

propugnar pela intensificação da pesquisa botânica em todos os seus ramos e pela melhoria do ensino de botânica desde os cursos secundários promover o maior intercâmbio possível entre as instituições que se dedicam a este ramo da ciência e divulgar, de maneira mais ampla, os resultados das pesquisas botânicas constituem apenas algumas das atribuições dos nossos associados” (BARRADAS & NOGUEIRA, 2000, p.54).

A melhoria no ensino pode ser suposta pelo contexto histórico do ensino de ciências na época, talvez estivesse relacionada com a divulgação científica e o estímulo à formação de novos pesquisadores, objetivo comum à década do estímulo à educação científica.

Gullich (2008, p.90) destaca em sua pesquisa, a respeito da perspectiva epistemológica do ensino de botânica nos trabalhos apresentados nos CNB, que a maioria desses trabalhos apresenta como preocupação qual seria um modo de produzir aulas práticas, decorrente do excessivo uso de hierarquizações na taxonomia, base da botânica e das ciências biológicas, em detrimento das investigações quanto ao processo de ensino aprendizagem, sendo observada uma prevalência da concepção positivista de ciência assentada na racionalidade técnica.

As investigações quanto ao processo de ensino-aprendizagem da botânica são reduzidas, portanto, urgem pesquisas sobre o modo de ensinar, as concepções docentes e discentes, o estado da arte e a história da construção desse conhecimento no Brasil, entre outros aspectos (GÜLLICH; PANSERA-DE-ARAÚJO; TISSOT-SQUALI, 2002, p. 304).

Após dez anos dessa pesquisa, este panorama vem se modificando, mas ainda encontra alguns empecilhos. Em busca de subsídios para caracterizar o desenvolvimento do ensino de botânica atual, constatou-se que a dificuldade no ensino de botânica é partilhada por vários educadores e vem sendo pontuada por

autores da área de ensino de ciências. Estas dificuldades, para Kinoshita *et al* (2006), estão relacionadas à ênfase conferida aos aspectos teóricos – que desestimula os alunos –, à subvalorização da área dentro do ensino de Ciências e Biologia, às condições de infraestrutura e à deficiência na formação dos professores.

As temáticas da botânica, que podem ser trabalhadas com fim de desenvolvimento de conceitos, poderiam ser relacionadas ao cotidiano do aluno. Mesmo com uma presença intensa na vida diária, com fibras compondo as vestimentas, frutos e grãos integrando a alimentação, essências e princípios ativos servindo de medicamentos, à botânica não é dada a devida importância nos currículos e nem a devida atenção.

Esta desconsideração com a área foi conceituada como “cegueira –botânica” (WANDERSEE *et al.*, 2001), caracterizada como a dificuldade em reconhecer a importância das plantas na biosfera e sua relação com a vida humana, valorando-as como inferiores aos animais.

As causas da cegueira botânica vão além da limitação visual humana: são um conjunto de fatores, dentre eles a própria negligência curricular a esta área no ensino de biologia e uma tendência nos meios de comunicação em favorecer a zoologia. Um aspecto importante que favorece a negligência às plantas é a ausência quase total de personagens de plantas em desenhos animados, filmes, livros, brinquedos e jogos, que são preenchidos com milhares de personagens animais antropomórficos (HERSHEY, 2002). Além do não favorecimento na mídia, os próprios livros didáticos vêm historicamente construindo um estereótipo do reino vegetal a partir dos biomas considerados padrões.

Um dos problemas encontrados nas imagens trazidas pelos livros didáticos é a presença marcante de paisagens e espécies estrangeiras, substituindo a flora nativa do Brasil. Além disso, as ilustrações relacionadas aos diferentes grupos vegetais apresentam limitações para o processo de ensino e aprendizagem, retratando um momento ou uma visão daquele que as produziu, nem sempre representando a realidade de tamanhos, formas, texturas e de outras características morfológicas, uma vez que estes fatores podem variar em uma mesma espécie e até num mesmo indivíduo (PINHEIRO e CAVASSAN, 2002; CAVASSAN e SILVA, 2005).

Não é objetivo de este trabalho desqualificar o livro didático, mas, como qualquer recurso, é necessário que o professor saiba claramente, no que tange às suas concepções sobre a aprendizagem, quais são seus objetivos e como ele fará uso do livro em aula. Sem esta clareza, o livro se torna, conforme Loguercio *et al.* (1999), um refúgio que define o trabalho docente em função da intensificação do trabalho do professor e das dificuldades que tornam os saberes de sua prática difíceis de serem gerenciados.

Uma forma de superar a cegueira botânica, a fim de possibilitar o ensino da botânica de forma contextualizada e propiciar o contato com a vegetação do local, são as saídas de campo. Para Chapani e Cavassan (1997, p.34), o estudo do meio é uma estratégia de ensino de Ciências e se caracteriza por utilizar espaços extraclasse a fim de promover atividades que levem à construção e à ampliação do conceito de ambiente. Dependendo da forma como for conduzida, essa estratégia pode cobrir diferentes aspectos relacionados ao ensino de Ciências, possibilitando o desenvolvimento de conteúdos do currículo e proporcionando condições para a sensibilização e para a reflexão sobre as atuais preocupações com as questões ambientais.

Mas nem sempre há disponibilidade de locais, transporte e outras condições para saídas de campo. Nesse caso, a utilização de aulas práticas em sala de aula ou no laboratório, através da coleta de plantas vivas para serem estudadas, já representa um grande avanço, principalmente quando seu estudo é feito, abordando-se a aplicabilidade da botânica em seu trabalho e considerando-se as questões ambientais atuais presentes na mídia (SILVA, 2008, p.96).

Saídas de campo, aulas práticas e recursos didáticos são iniciativas que podem ser pontuadas como características atuais na qualificação do ensino de botânica. Em busca de subsídios para caracterizar o desenvolvimento desta área de ensino foram encontrados, no banco de Teses da CAPES, usando as palavras-chave “ensino de botânica”, quase 50 trabalhos. Em uma leitura preliminar, foi possível identificar que os trabalhos eram voltados para vários focos: Educação Ambiental, educação formal do Ensino Médio, Fundamental e Superior, concepções e formação de professores, pesquisa histórica documental sobre o expoente botânico, livros didáticos e etnobotânica e espaços não formais de educação.

Destes últimos, destacam-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. Carniello (1998) também trata da Aprendizagem Significativa, mas na 6ª série do Ensino Fundamental.

A questão da sistemática botânica foi trabalhada por Wiggers (2008) 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.

Além desses trabalhos, é importante relacionar esse processo evolutivo do ensino de botânica com a qualificação dos professores. Algumas iniciativas de formação continuada para professores da educação básica são encontradas na USP, documentadas em Kinoshita *et al.* (2006) e Santos *et al.* (2012). Já a tese de Silva (2013) marca a investigação da percepção sobre o ensino de botânica em professores universitários que atuam nas licenciaturas, trazendo as reflexões pedagógicas na forma da necessidade de uma formação continuada também no ensino superior.

Nesse panorama, foi possível identificar que o ensino de botânica vem apresentando uma ampliação em termos de investigações, sendo problematizado do Ensino Fundamental até o Ensino Superior a partir de vários enfoques: desde o entendimento e construção de conceitos, até a criação de estratégias e do uso de materiais didáticos, passando pela formação de professores.

A próxima seção do texto dedica-se a desenvolver o conceito tema da dissertação e quais as abordagens que vem sendo desenvolvidas para trabalhá-lo.

2.1.1 A frutificação no ensino de botânica

A frutificação que se trata no presente trabalho está relacionada às Angiospermas, divisão botânica que tem seu nome derivado do grego *angio* (urna) e *sperma* (semente). O termo que denomina esta divisão ilustra o fruto que abriga a semente.

Seu nome encerra sua característica principal, que difere o grupo das demais plantas. As angiospermas evoluíram de forma surpreendente, acrescentando cor, aroma, formas às suas estruturas, com fins de incrementar as estratégias reprodutivas e garantir sua sobrevivência, superando as Gimnospermas e Pteridófitas que até então dominavam o planeta.

Os fósseis mais antigos de angiospermas foram encontrados em forma de grãos de pólen, de cerca de 127 milhões de anos de idade, no período do Cretáceo inferior. As flores fósseis mais antigas encontradas tinham entre 120 e 135 milhões de anos. (RAVEN, 2001, p.377; JUDD, 2008, p.175). Recentemente pesquisas encontraram pólen fossilizado que indica que já havia plantas com flores no Triássico médio, cerca de cem milhões de anos antes do que se tinha comprovação (HOCHULI e FEIST-BURKHARDT, 2013).

A evolução deste grupo vegetal trouxe mudanças para a ecologia do planeta, interferindo na disponibilidade de alimento para os animais e na cobertura do solo, influenciando o clima e a composição química do solo.

As angiospermas compõem o maior grupo de plantas do mundo, apresentando características muito diversas, variando de tamanho – variando entre 100m de altura e pequenas monocotiledôneas de 1mm de comprimento. Apresentam, além disso, sementes características diferenciais como as flores e frutos (RAVEN, 2001, p.354).

Elas são consideradas o grupo de plantas dominantes no ambiente terrestre, dividindo-se em dois outros grandes grupos: monocotiledôneas, com um único cotilédone e pólen monossulcado, e eudicotiledôneas, com dois cotilédones e grãos de pólen predominantemente tricolpados (JUDD, 2008, p.225). Em seu ciclo de vida, as angiospermas passam pela geração gametofítica e esporofítica. Na geração gametofítica há a produção das células reprodutivas (gametófitos), enquanto que a geração esporofítica é o período após a fertilização em que se desenvolve um esporófito maduro, o qual eventualmente produz flores.

O florescimento tem exclusivamente a função reprodutiva, pois as características de cores, formas e cheiros das flores são necessárias para atrair polinizadores, podendo ser observadas ao longo do período de floração, coincidindo com o período de atividade dos polinizadores (AFONSO, 1997).

Portanto, para que uma angiosperma se reproduza, nas flores ocorrem os processos de gametogênese, a polinização, fecundação e a embriogênese. A gametogênese é a formação dos gametófitos nas flores, que são os órgãos sexuais. Essa fase requer a especificação e a diferenciação dos gametas na antera e no óvulo. A polinização se inicia com a transferência do gametófito masculino da antera para o estigma presente no carpelo, ou seja, com a transferência do pólen entre as flores. Posteriormente, ocorre a fertilização, o gametófito masculino forma o tubo polínico que leva os dois gametas masculinos até o saco embrionário em que ocorrerá a dupla fecundação: já dentro do ovário, um gameta fertiliza a célula ovo enquanto o outro se une aos núcleos polares (KARASAWA, 2009, p.35).

Este processo de dupla fertilização, que dará origem ao endosperma, é exclusivo das angiospermas (JUDD, 2008, p.88). O gameta que se une com a célula ovo produz um zigoto, que formará a semente. O gameta que se une aos núcleos polares dá origem ao tecido nutritivo denominado endosperma. O ovário, local em que ocorreu este processo, desenvolve-se, algumas vezes com outras partes da flor, formando o fruto que envolve a semente (RAVEN, 1999, p.372). O fruto, deste modo, é definido como o último estágio de desenvolvimento do gineceu, fecundado ou não (BARROSO *et al.*, 1999).

Há estruturas, portanto, resultantes do desenvolvimento do ovário, mas que não são resultado da fecundação do gameta feminino, e por isso são denominados frutos partenocárpicos, como por exemplo, *Musa paradisíaca* (banana). Há também estruturas que se desenvolvem juntamente com o ovário, dando a falsa impressão

de que são oriundos do mesmo tecido vegetal, como por exemplo, o pedúnculo do caju e o receptáculo que forma a maçã.

Frutos são tão diversos quanto as flores das quais derivam e podem ser classificados morfologicamente em termos de sua estrutura e desenvolvimento, ou funcionalmente, em relação à sua maneira de dispersão. A Fig. 1 organiza os diferentes tipos de frutos e suas classificações em um mapa conceitual, a partir de MACIAS e LÜDTKE (2012).

No mapa foi exemplificado um único fruto, a drupa, que é o tipo do fruto da erva-mate, tema da intervenção de que se trata este trabalho. O exemplo foi incluído no mapa com intuito de mostrar que um fruto pode ser classificado de diferentes formas, atendendo a diferentes critérios. A partir da prática da pesquisadora, foi sendo avaliado que essas classificações nem sempre são claramente explicitadas nos livros didáticos ou apresentadas de forma superficial (OLIVEIRA, *et al.* 2012).

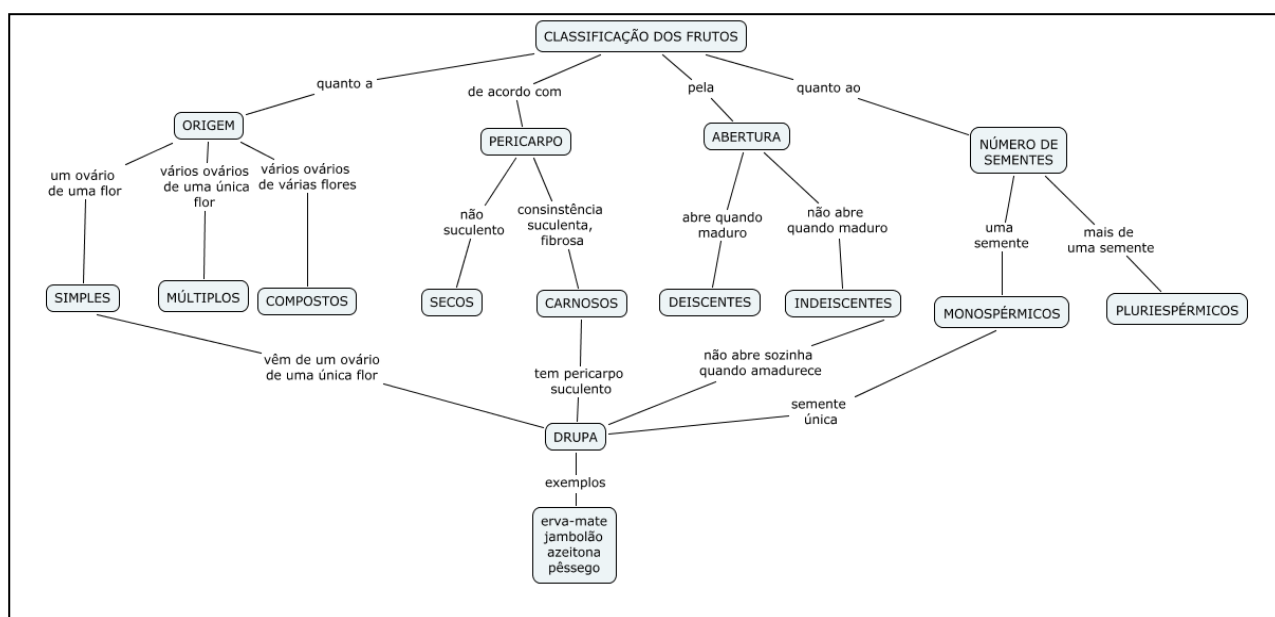


Figura 1 – Classificação dos tipos de frutos, a partir de MACIAS e LÜDTKE (2012).

Os frutos e seu processo de desenvolvimento nas plantas merecem atenção no currículo escolar. São necessários para a alimentação humana e não humana, sendo essenciais no estabelecimento da cadeia alimentar. Os frutos são o ápice da estratégia evolutiva, permitindo a dispersão dos vegetais, que realizam diversos papéis responsáveis pelo equilíbrio dos ecossistemas, desde a fixação de carbono até a regulação climática do planeta, passando pela contenção da erosão do solo e pela manutenção da umidade do ar.

Por conta destas razões, a frutificação é um fenômeno da natureza que não pode passar despercebido pelo ensino de ciências. Conforme explicitado anteriormente, a pesquisadora motiva-se para o ensino deste tema, pois encontrou dificuldades em desenvolvê-lo em sua prática pedagógica, uma vez que a compreensão do mesmo pelos alunos parecia superficial ou memorística.

Alguns fatores podem contribuir para que o ensino de botânica não se dê a contento, os quais foram relatados na seção anterior. No caso específico da frutificação, entende-se que o corpus de estudo seja aparentemente parte do cotidiano em função de ser um alimento e um fenômeno que ocorre na natureza. Temos que considerar que devido a condições socioeconômicas nem todos os alunos têm acesso a frutos na alimentação, e o contato com o ambiente natural, para os que moram na zona urbana, é praticamente inexistente, afastando a possibilidade e dificultando o desenvolvimento da observação dos fenômenos naturais.

Na escola, de que forma este conteúdo é desenvolvido? A partir do que foi pesquisado sobre o ensino ciências, sabe-se que o livro didático continua sendo o recurso de grande apoio aos professores.

Em muitas situações, e no ensino de Botânica não é diferente, ele é mais do que um recurso auxiliar nas mãos do professor, é a fonte de informação sobre conceitos e sobre estratégias de ensino. Por conta dessa distorção no papel desempenhado por esse instrumento, cada vez mais é necessário todo cuidado não apenas na escolha como também no uso de livros didáticos em sala-de-aula (SANO, p.43, 2004).

Os livros didáticos têm a vantagem de reunir as informações, disponibilizar imagens e possibilitar a muitos alunos talvez o único acesso possível a livros impressos. Mesmo assim, é apenas um dos recursos a serem utilizados, e que pode, e deve, ser enriquecido com fontes variadas de informação e estratégias de ensino fundamentadas.

Para Sano (2004), a botânica dos livros didáticos é descritiva, com a proposição de nomes de difícil assimilação, associados a figuras nem sempre adequadas ao contexto. Dessa forma, o livro didático tem um papel importante no ensino, mas sua utilização inspira parcimônia por parte do educador. Na pesquisa sobre livros didáticos sempre é enfatizada a importância da formação do educador, para que consiga analisar o seu material de trabalho e fazer as suas opções.

São os conhecimentos científicos que possibilitam avaliar a veracidade das informações contidas no LD, apontar reducionismos ou erros e apresentar a Ciência como uma construção social e, portanto, sujeita a alterações. O conhecimento pedagógico contribui para que possamos discutir seu papel e compreender as limitações dessa ferramenta ao encontro de buscar ações educativas para superá-las (SARTIN, et al. 2012, p.8).

Entende-se agora que a motivação para este trabalho tenha advindo não só da insatisfação da pesquisadora com a sua prática pedagógica, mas também da falta de recursos didáticos para o trabalho com esta temática. A representação das estruturas biológicas nos livros didáticos é plana, impossibilitando a percepção tridimensional do que é representado e reduzindo a experiência sensorial.

A dificuldade de coletar e disponibilizar amostras botânicas para um considerável número de alunos na maioria das vezes torna essa alternativa pedagógica inviável, devido não só às condições logísticas (deslocamento, carga horária do professor, número de turmas), mas também às condições de manutenção ou conservação destas amostras.

Uma alternativa disponível para o ensino de ciências, que cabe bem aos fins da botânica, são os modelos didáticos. Para Krasilchik (2004, p.67), os modelos didáticos sempre foram muito usados pelos professores de biologia para mostrar objetos tridimensionais, mas podem apresentar problemas ao induzir o entendimento de uma simplificação do objeto real ou a momentos de um processo dinâmico. A autora salienta, ainda, que os modelos não sejam usados em situações em que a observação da realidade seja possível e adequada.

A partir das condições que a pesquisadora encontra em sua práxis, considera que seja apropriada a utilização de modelos tridimensionais para o ensino de frutificação, pois superam as dificuldades de aquisição de amostras e a dependência das imagens do LD. Os modelos a que se referiu Krasilchik em geral são modelos concretos, muitas vezes feitos pelo próprio aluno, o que pode trazer algumas vantagens, se for feita uma pesquisa orientada anterior à construção do modelo. O trabalho disponibilizando modelos previamente preparados ou adquiridos para manipulação e análise também se presta para os fins educacionais.

Atualmente pode-se contar com a modelagem tridimensional digital, que constrói as estruturas biológicas em três dimensões, podendo, através de outros

recursos, acrescentar ações às estruturas. Assim pode ser demonstrado não só um modelo da flor, mas sim uma flor sendo polinizada, para representar de forma um pouco mais fidedigna à realidade que se propõe estudar.

Este trabalho construiu modelos tridimensionais digitais, dentro de uma proposta de investigação de seu uso como recurso potencialmente significativo para o ensino da frutificação. A tecnologia utilizada para a elaboração do recurso será tratada no item 5.4. Anteriormente aos pormenores do recurso, é necessário explicitar o referencial teórico que norteou a construção dos modelos e a estratégia de intervenção com o objetivo de contribuir na superação dos empecilhos a um ensino de botânica de qualidade. A Aprendizagem Significativa é a base teórica na qual nos apoiamos para desenvolver a estratégia de ensino-aprendizagem e será o próximo tópico descrito.

3. Aprendizagem significativa

Nesta seção, é apresentada a base teórica de ensino-aprendizagem que fundamentou o presente trabalho. É trazido um panorama geral do processo de aprendizagem, primeiramente diferenciando a Aprendizagem Significativa (AS) da Aprendizagem Mecânica (AM) e a necessidade de interação com os subsunçores para a ocorrência da primeira. Posteriormente, são apresentados os tipos de AS e os processos cognitivos de reconciliação integrativa e diferenciação progressiva que possibilitam a aprendizagem.

Entende-se, 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 AS a respeito do conteúdo frutificação através de recursos potencialmente significativos.

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.

A palavra “significativo”, do latim *significativu*, é o que serve para significar, exprimir ou manifestar claramente; sugere ou contém algum sentido disfarçado ou especial. Assim, é possível 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. A partir da perspectiva da AS, o indivíduo desenvolve os significados de forma particular, idiossincrática, pois ela ocorre a partir das relações entre os conhecimentos novos e os pré-existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Na Aprendizagem Significativa o novo conhecimento nunca é internalizado de maneira literal, porque no momento em que passa a ter significado para o aprendiz entra em cena o componente idiossincrático da significação. Aprender significativamente implica atribuir significados e estes tem sempre componentes pessoais (MOREIRA, 2010, p.18).

Por isso, a AS 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, na qual os conceitos hierarquicamente mais importantes ancoram o novo aprendizado, ao mesmo tempo em que os modificam.

Compreende-se, portanto, que de forma geral a AS baseia-se na interação entre os conhecimentos que o aluno já possui (suas vivências, leituras, conhecimentos e opiniões), chamados subsunçores, e 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 ou aprimorado em novos conhecimentos.

No contraponto da AS 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 ligar a subsunções específicos. (MOREIRA, 2009, p.10).

A AM também tem a sua importância, principalmente quando não existem os subsunções 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 AS.

Para Novak e Cañas (2010), a AM é necessária quando se aprende algo em uma área de conhecimento totalmente nova e pode ser usada para que haja organizadores prévios, caso não existam subsunções consistentes. Estes dois tipos de aprendizagem não são dicotômicos, podendo representar um continuum.

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

No contexto atual, a organização curricular e o contexto escolar podem contribuir para a utilização de estratégias que privilegiam a Aprendizagem Mecânica e Receptiva, ou seja, sem relação com os conhecimentos prévios, e com o conteúdo apresentado em sua forma final.

A AM 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 AS e AM 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, destaca-se a diferenciação entre a AS e AM; por sua vez, a AM também foi distinguida da aprendizagem por Recepção. 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 que uma AM ou AR torne-se significativa é a interação. A interação entre as informações na estrutura cognitiva não ocorre de forma aleatória: para que isso aconteça, são necessárias condições, explicadas a seguir.

3.1 Condições para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa

A existência de conhecimentos prévios ou a utilização de recursos didáticos de forma isolada não contribuem para a AS. Moreira (1982; 2009) afirma que, para que ela ocorra, as seguintes condições na estrutura do aprendiz e no material a ser aprendido³ são necessárias:

- a) A potencialidade de significado do material: o material deve ser “potencialmente significativo”, ou seja, deve interagir 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 (MOREIRA, 2009).

³ “Material a ser aprendido” ou “material estruturante” são termos que se referem aos conteúdos propriamente ditos.

- b) A intencionalidade do aprendiz: a intencionalidade do aprendiz relaciona-se com a condição anterior, em que o material precisa possuir um significado psicológico para interagir na estrutura cognitiva do aluno. A partir deste significado psicológico, haverá a motivação, que é individual, particular e intrínseca a 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-arbitrariamente (MOREIRA, 2009,p.13).

Por isso, entende-se que, além de um conteúdo e de recursos que promovam a AS, é preciso envolver o aluno no processo, buscando conhecê-lo para descobrir o que o motiva e quais são seus conhecimentos prévios. A partir desta investigação, é possível estabelecer novas interações 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 adquiridos de forma gradual e particular por cada pessoa. Na infância os subsunçores se formam a partir da aprendizagem por descoberta. Na idade escolar, os alunos já possuem conceitos que permitem que a AS 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. Nesses 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 o desenvolvimento de subsunçores que possam funcionar como pontes cognitivas seja promovido. Podem

funcionar como organizadores prévios recursos tais como: textos, vídeos, debates e demonstrações (MOREIRA, 2009, p.14).

Para propiciar o conhecimento das condições necessárias para a AS 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.

3.2 Os tipos e formas de aprendizagem significativa

Tendo diferenciado os tipos de aprendizagem e as condições para a ocorrência de uma AS, cabe agora abordar de forma geral, os três diferentes tipos de AS definidos por Ausubel (1980), e também teorizados por Moreira (1982; 2009): 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 Fig. 2 está apresentado o conceito subsunçor caule e seus exemplos, que claramente se relacionam ao subsunçor.

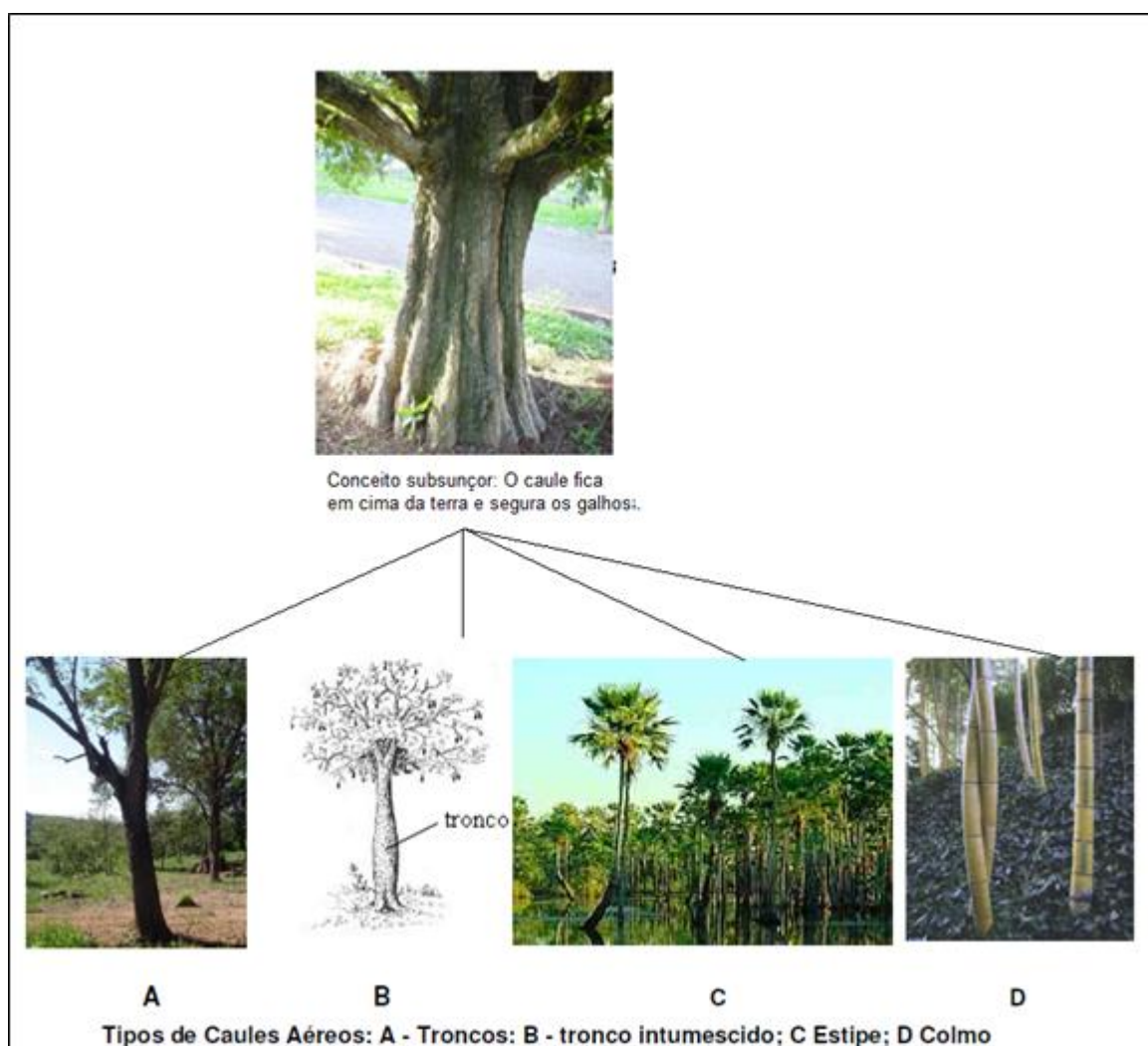


Figura 2 - Exemplo de Aprendizagem Subordinada Derivativa, onde os tipos de caule são exemplos que se relacionam ao conceito subsunçor já existente na estrutura cognitiva. Montagem inspirada em Júnior, 2009, p.15.

Quando a aprendizagem ocorre incorporando um novo material como uma elaboração (qualificação) do que já se possui, a aprendizagem é considerada como 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 informação pré-existente.

Como exemplo, na Fig. 3, o entendimento geral de caule e a aprendizagem

subordinada correlativa, que pode acontecer 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.

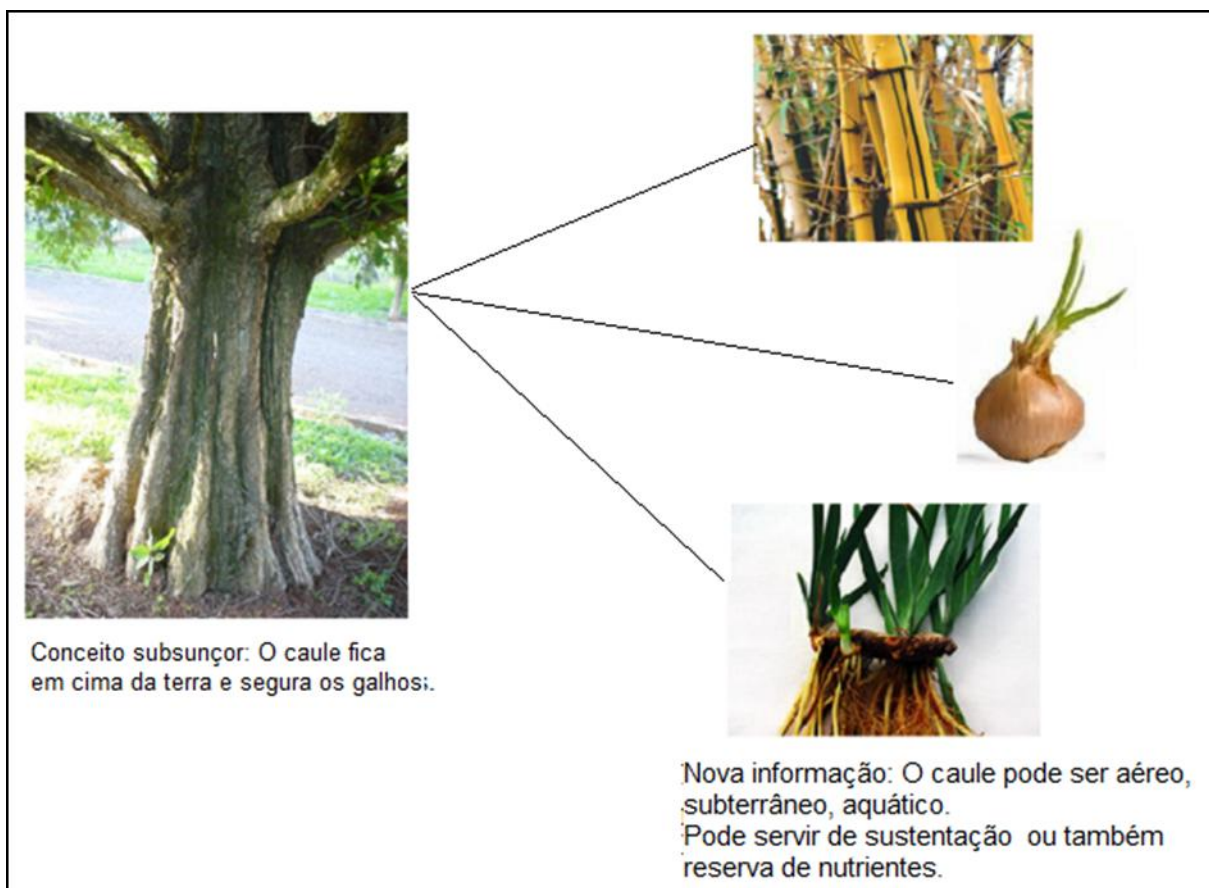


Figura 3 - Exemplo de aprimoramento do conceito de caule pelo processo de aprendizagem Subordinada Correlativa. Imagem inspirada em JÚNIOR, 2009, p.15.

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 aprendizagem 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 estudantes 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 daria de forma combinatória, pois esses conceitos não estão subordinados ou superordenados a “Angiosperma”. A fig. 4 apresenta este exemplo, bem como outros tipos de aprendizagem, tendo “Angiospermas” como conceito central.

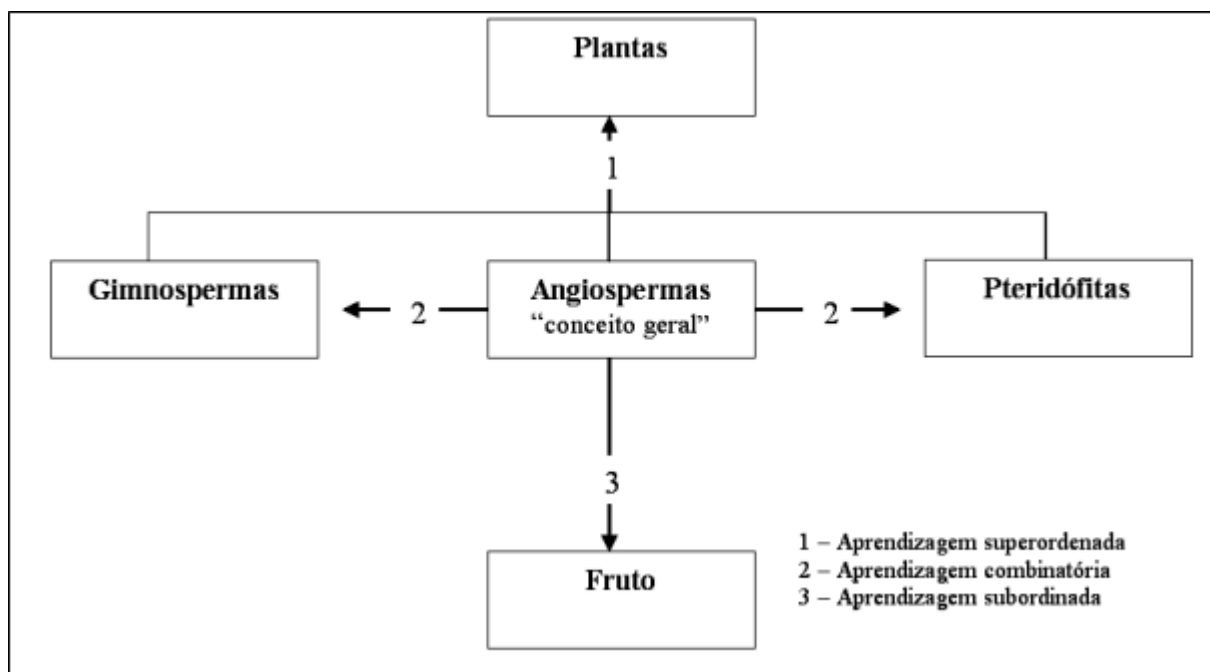


Figura 4 - Aprendizagem Significativa de grupos de plantas. FONTE: Júnior, 2009, p.16.

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 AS, conclui-se 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 AS 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 detalhar a Diferenciação Progressiva e a Reconciliação Integrativa, os processos cognitivos que proporcionam a AS:

- a) Diferenciação Progressiva (DP): Ocorre quando há a modificação do subsunçor, ou seja, em geral, quando um conceito é aprendido por subordinação: no momento em que conceitos gerais são apresentados e, a partir deles, vão sendo desenvolvidos novos conhecimentos os quais, 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 corresponde presumidamente 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 familiares.

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 (subsunção).

- 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 exploram explicitamente relações entre ideias, quando se assinalam semelhanças e diferenças significativas entre elas ou ainda se reconciliam inconstâncias reais ou aparentes.

Ao refletir sobre estes processos e sobre a própria prática pedagógica da pesquisadora, foi possível perceber, ao longo dos estudos e da elaboração desta dissertação, algumas discordâncias entre a teoria da AS, a organização curricular e os 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 com o processo de Diferenciação Progressiva descrito por Ausubel. A organização curricular, em que os conteúdos dos trimestres não se relacionam ou mesmo os conteúdos entre as unidades desenvolvidas dentro de um mesmo trimestre são

independentes entre si, colabora para que o aluno “não precise” relacionar os conteúdos, não contribuindo no processo de Reconciliação Integrativa.

O ensino em sala de aula é predominantemente organizado em termos de aprendizagem receptiva, na qual não há a necessidade de descobrir princípios, conceitos e proposições a fim de aprendê-los e usá-los significativamente (Moreira, 1982; 1999). Entende-se, a partir da afirmação de Lemos (2011), que uma pessoa, ao entrar em contato com uma nova informação, mesmo que não seja em uma situação de ensino formal, pode ou não aprender o significado da informação a que foi apresentada. 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 conceitos não aceitos (alternativos) podem encontrar condições de interação com a estrutura cognitiva e estabilizarem-se como subsunçores. Da mesma forma, ideias e proposições corretas podem ser aprendidas de forma Mecânica, caso não existam subsunçores que as assimilem.

É importante salientar o caráter dinâmico da estrutura cognitiva, devido às interações entre os subsunçores e os novos conceitos. Moreira (2003) defende que as relações estabelecidas entre os conceitos, sendo estes considerados “corretos” ou não, estão sempre em desenvolvimento e não em substituição. Para o autor, a substituição de conceitos alternativos por conceitos científicos é uma ilusão. Os conhecimentos construídos de forma alternativa coexistem com os conhecimentos científicos, chamados de significados aceitos. 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.

O trabalho aqui proposto desenvolveu uma estratégia de ensino que, ao utilizar um recurso didático potencialmente significativo, procurou propiciar as condições descritas no capítulo para que a AS ocorresse. O recurso didático desenvolvido procura abarcar estas condições de significado lógico e psicológico, relação com os subsunçores e estimular o aluno a se dispor para aprender. Na próxima etapa do texto, será descrita a tecnologia que permitiu a construção dos modelos tridimensionais digitais que constituem o recurso didático deste trabalho.

4. Realidade Aumentada

A crescente popularização de produtos e serviços digitais vem proporcionando mudanças em diversos setores da sociedade – 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, produção cultural e comunicações.

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 pode utilizar-se destes recursos, propiciando a interação e a aprendizagem, desde que coerentemente utilizados. Lévy 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 (LÉVY, p.7, 1994).

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

videoconferências, exposições e bibliotecas virtuais⁴ 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 à atual conjuntura social, mediante, principalmente, a 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 através de situações mediatizadas, que venham a dar um novo significado ao processo de aprendizagem (RICHIT, 2004).

Por isso, de nada adiantam computadores, vídeos ou livros didáticos se não houver uma intencionalidade transformadora no processo educativo, pois corre-se o risco de apenas se reproduzirem 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, entende-se 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 de um projeto estruturado de ensino. Desta forma, é trazido neste projeto o desenvolvimento de um *software* educativo que se utiliza da tecnologia da Realidade Aumentada (RA) para construir modelos digitais que supram algumas necessidades bem específicas do campo do ensino das ciências.

Atualmente, a tecnologia permite desenvolver modelos virtuais (estáticos ou

⁴ 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/>).

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.

4.1 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 a uma tela de computador e a uma câmera, possa visualizar objetos tridimensionais e interagir com eles.

A RA 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 funciona, resumidamente, da seguinte forma:

O aluno exibe uma imagem em preto e branco, denominada como “marcador” (Fig.5), 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.6). 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.



Figura 5 - Imagem real de vários marcadores de papel sobre uma mesa. Fonte: SILVEIRA, 2011



Figura 6 - Imagem visualizada pelo aluno na tela do computador. Fonte: SILVEIRA, 2011.

A fig. 7 mostra simplificadaamente parte deste processo, no qual 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.

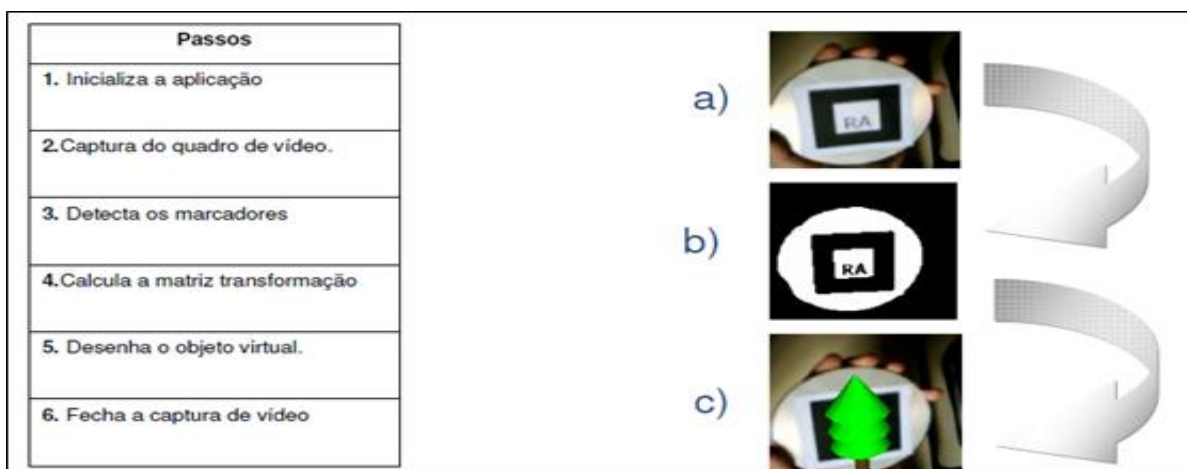


Figura 7 - Processo de captação da imagem real e inserção de objeto virtual a partir de um marcador apontado para a câmera do computador. Fonte: LUZ, 2009.

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), bem como no desenvolvimento de recursos educacionais para aulas presenciais ou à distância.

4.2 Modelos em Realidade Aumentada como recurso didático

Dentre os recursos pesquisados, pode-se destacar a produção de jogos do tipo “quebra-cabeças” tridimensionais e o enriquecimento de livros: 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 os recursos foram produzidos por Kirner (2006).

Outro interessante trabalho foi desenvolvido por Luz (2009), que introduziu a realidade aumentada nos cursos técnicos (profissionalizantes). Nesse momento, foram utilizados marcadores para aumentar a realidade de alguns equipamentos didáticos utilizados nos cursos técnicos, partindo, por exemplo, 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 RA 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, quanto em cursos 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 a 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. Essa carência, portanto, 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 pretendeu verificar como facilitadora da aprendizagem é a utilização de modelos tridimensionais virtuais das estruturas biológicas em questão. Esses modelos foram confeccionados em um programa denominado Blender 3D⁵. A partir deste ponto, foi definido de que forma o aluno interagiria 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, foi usada a ferramenta ARToolkit⁶, que, com a ajuda de um marcador (uma figura impressa que seria apontada para a câmera, e estaria nas mãos do usuário), projetaria na tela a imagem animada com movimento e/ou som.

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

Assim, entende-se que a RA pode vir a contribuir para o desenvolvimento de uma AS, 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;

⁵ *Software* de modelagem tridimensional que é um *software* livre, ou seja, gratuito e de código aberto. (<http://www.blender.org/>)

⁶ Conjunto de funções computacionais que facilita o desenvolvimento de aplicativos. (<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>)

- 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 AS sobre a frutificação.

5. Metodologia de pesquisa

Assim como cada planta possui necessidade de nutrientes no solo, em quantidades mínimas e máximas para seu melhor desenvolvimento e produtividade, cada objetivo de pesquisa necessita de uma metodologia adequada para sua concretização. 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 como a pesquisa é desenvolvida também necessitam de atenção, pois com elas buscam-se respostas acerca da realidade e, por isso, a escolha dos métodos de abordagem e dos procedimentos é fundamental para o resultado e a qualidade da “colheita”.

Neste capítulo é apresentado o contexto da pesquisa, caracterizando a escola e a turma na qual foi realizada a intervenção. Posteriormente, são descritas as opções metodológicas adotadas para a pesquisa e análise.

5.1 Delimitação e contexto de pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida com alunos da 5ª série (6º ano) do Ensino Fundamental da Escola Municipal de Ensino Fundamental Santa Teresinha, situada em Pelotas, RS – na mesma escola em que a pesquisadora trabalha no turno da tarde e foi realizado o projeto piloto desta pesquisa no ano de 2012⁷.

⁷ OLIVEIRA, A.B. et al. **A Aprendizagem Significativa da frutificação utilizando como recurso modelos tridimensionais construídos com a tecnologia da Realidade Aumentada**. Anais do IX ENPEC: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Águas de Lindóia: 2013 (No prelo).

A escola está 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. Fundada em 1963, completando neste ano seu cinquentenário, foi criada e dirigida por muitos anos pelo Padre Roberto Oliveira da Silva, pároco da Igreja Santa Teresinha, que fica ao lado da escola. Durante muitos anos, essa escola funcionou com professores cedidos pela prefeitura. Mesmo atualmente toda a equipe sendo regida pela prefeitura municipal, a escola ainda é conhecida como a “Escola do Padre Roberto”: a estrutura física ainda pertence à Igreja Santa Teresinha, sendo alugada para a prefeitura municipal.

Atualmente a escola atua nos turnos matutino e vespertino, atendendo 435 alunos através de uma equipe de 45 professores e de 15 funcionários. A estrutura é formada por 11 salas de aula, contando também com refeitório e cozinha conjugados, uma sala de recursos para alunos com necessidades especiais, um laboratório de ciências e uma biblioteca. Não há laboratório de informática.

A estrutura física da escola, sendo locada da igreja e somente administrada pela prefeitura, dificulta a realização de obras de ampliação e modificações estruturais muito amplas. A pesquisadora acompanha o intenso trabalho da equipe diretiva em busca de recursos e da superação de entraves burocráticos para a manutenção, ampliação e construção de novas salas, como o laboratório de informática, por exemplo, que faria fundamental diferença no desenvolvimento deste projeto. Como edificação, a estrutura física da escola tem suas salas distribuídas em uma edificação em forma de “C”, com um pátio interno coberto com brita, onde são realizados o intervalo e as aulas de educação física, e ainda uma praça de 6 m². Nessa pequena praça, reservada somente à Educação Infantil, há três árvores de jambolão⁸ e, ao lado do portão principal, há um jacarandá⁹.

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 Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) são organizados desta forma. No

⁸ *Syzygium cumini*

⁹ *Jacaranda mimosifolia*

entanto, no município de Pelotas, houve uma divisão curricular diferenciada em função da extensão dos conteúdos destinados à 6ª série (7º ano), que englobam 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. Dessa forma, supõe-se que seus conhecimentos sejam mais espontâneos e menos vinculados ao ensino formal.

Antes do início das atividades, a diretora assinou uma autorização para que fosse possível iniciar a intervenção. Anteriormente a essa formalização, foi feito um contato com a professora titular em que a turma foi solicitada e informações sobre o projeto, seus objetivos e o tempo de intervenção foram prestadas. Tendo sua aprovação e apoio, foi-se à equipe diretiva formalizar o pedido. Os alunos estudam no turno da manhã e têm em sua maioria 11 anos de idade, havendo apenas três alunos com idade mais avançada para a série. A turma escolhida, 5ª A, tem 17 alunos e teve a preferência por ter os horários mais adequados à disponibilidade da pesquisadora, que no início da intervenção trabalhava em outra escola também no turno da manhã.

A pesquisadora já havia interagido com os alunos desta turma, pois eles participam do projeto “Clube de Ciências” que ela desenvolve durante o turno da tarde. Nesse projeto, os alunos participam através de duas modalidades: por solicitação da professora titular, quando são desenvolvidas atividades práticas de apoio ao conteúdo desenvolvido no turno regular, ou voluntariamente, quando a pesquisadora divulga a temática da semana e os alunos se inscrevem para participar das aulas em turno inverso.

Como atividade solicitada pela professora titular, os alunos da 5ª A já haviam produzido junto à pesquisadora no espaço do projeto um modelo de célula eucariótica e um folder a respeito da leptospirose. Cinco alunos desta turma também eram participantes voluntários frequentes das atividades temáticas do Clube de ciências, portanto é possível afirmar que os alunos e a pesquisadora já estavam de certa forma familiarizados.

5.2 Percurso metodológico

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 também 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 sua profissão (Schön,2000). Por isso, entende-se que a pesquisa em sala de aula é uma fonte inesgotável de oportunidades de investigação e aprendizagem, não só para os alunos, mas também, no caso da pesquisa, para o professor.

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

Tendo em mente a característica supracitada, é possível afirmar que o trabalho desenvolvido nessa pesquisa 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 AS 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 também, acredita-se, trará contribuições para o campo educacional, além dos resultados práticos no próprio *locus* de aplicação.

Por isso, aponta-se que esta pesquisa se localiza em um delineamento qualitativo e possui elementos que a aproximam de uma pesquisa-ação, por objetivar “produzir conhecimentos que tenham alguma utilidade para a ação, a partir dos problemas colocados pela prática cotidiana” (MONCEU, 2005, p.472).

A prática de uma pesquisa-ação educacional, ao problematizar a prática cotidiana, colabora para a formação continuada do professor, aprimorando seu ensino e consequentemente modificando as experiências dos alunos, pois:

A pesquisa-ação educacional é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos, mas mesmo no interior da pesquisa-ação educacional surgiram variedades distintas. (TRIPP, 2005, p.445).

Para o autor, somente a “participação” dentro da pesquisa-ação não é suficiente para caracterizar a pesquisa, surgindo modalidades que a diferenciam. Quando o pesquisador está introduzindo uma prática nova para a situação, implementando ou adotando uma ideia extraída de outro lugar, ou utilizando o projeto com o intuito de desenvolver ideias próprias novas e originais, a pesquisa caracteriza-se na modalidade de **pesquisa-ação prática**¹⁰ (TRIPP, 2005, p.456).

Identificam-se neste trabalho elementos dessa modalidade de pesquisa, pois é desenvolvida uma estratégia didática em forma de UEPS para o estudo da frutificação (uma prática já conhecida, mas ainda não utilizada para este conteúdo), bem como uma ideia nova para o trabalho: a utilização dos modelos tridimensionais digitais dentro da estratégia já conhecida.

Basicamente, a pesquisa-ação está organizada de forma cíclica, em quatro momentos básicos: investigação do problema, planejamento da ação, monitoramento e descrição dos efeitos da ação e avaliação – que levam,

¹⁰ As outras modalidades são: a) Pesquisa-ação técnica: onde o pesquisador toma uma prática existente e a implementa em sua própria realidade para realizar uma melhoria, a ação do pesquisador é inteiramente mecânica. b) Pesquisa-ação política: refere-se à mudança ou às limitações de uma cultura institucional. *Ibid* p.457.

novamente, ao planejamento. É um ciclo pelo qual se aprimora a prática por meio da oscilação sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela¹¹.

A problematização que precede o processo de investigação, a reflexão para a elaboração da ação, sua implementação com atenção do professor para uma avaliação formativa, que reorientará a ação, levando a novas problematizações, são características da organização de uma pesquisa-ação, que se conjuga à forma de organização da estratégia escolhida para a intervenção. A etapa de ação este trabalho terá a forma de uma UEPS que também apresenta característica cíclica de investigação, planejamento, ação e avaliação, descritas no próximo item.

5.2.1 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

Uma UEPS é uma sequencia didática estruturada fundamentalmente na teoria da AS, referencial adotado para este trabalho. Proposta por Moreira (2011), objetiva facilitar a AS de tópicos específicos de conhecimentos, considerando o ensino como o meio e a AS como o fim. Os materiais para esta aprendizagem devem ser potencialmente significativos.

Destacam-se alguns dos princípios das UEPS, que tem como fundamento teórico a AS (MOREIRA, 2011, p.2-3):

- a) A majoritária influência dos conhecimentos prévios para a AS;
- b) A disposição para aprender do aluno, decidindo se quer aprender determinado conhecimento;
- c) A importância dos organizadores prévios relacionando novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- d) O sentido dado aos novos conhecimentos através das situações problema, que também podem funcionar como organizadores prévios, sendo propostas em níveis crescentes de complexidade;
- e) Organizar o ensino levando em consideração a reconciliação integrativa e a consolidação;
- f) Considerar a progressão da aprendizagem buscando evidencias em sua avaliação;

¹¹ *Ibid.*p.446.

- g) O professor tem o papel de prover situações problema, priorizando a interação social e a linguagem;
- h) Propiciar a relação triádica entre aluno docente e materiais educativos nos episódios de ensino;
- i) Estimular a AS pela busca de respostas através da variedade de estratégias e materiais, superando a memorização.

Para respeitar esses princípios que caracterizam uma UEPS, são sugeridos alguns aspectos sequenciais que serão utilizados para nortear a estratégia adotada neste trabalho, descritos a partir de MOREIRA (2011, p.3-5):

- 1) Definição do tópico a ser abordado.
- 2) Criação de situações (discussão, situação problema, mapa conceitual) que leve o aluno a compartilhar seu conhecimento prévio.
- 3) Propor situações problema em nível introdutório, que levem em consideração o conhecimento prévio do aluno e preparem para a introdução do conhecimento que se pretende ensinar.
- 4) Apresentar o conhecimento que é objeto da unidade, levando em conta a diferenciação progressiva, ou seja, iniciando pelos aspectos mais gerais e inclusivos para só assim abordar os aspectos específicos. As atividades colaborativas nesta fase são indicadas.
- 5) Retomar aspectos estruturantes mais gerais, mas em nível mais alto de complexidade; propor situações problemas, destacar semelhanças e diferenças de exemplos trabalhados, favorecendo a reconciliação integrativa. Propor novamente atividade colaborativa que levam à negociação de significados.
- 6) Dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo de uma forma integradora, através de uma nova apresentação oral, por exemplo, ou o uso de um recurso computacional ou áudio- visual. O mais relevante é trabalhar novas situações problema em níveis mais altos de complexidade, resolvidas de forma colaborativa e depois sejam apresentadas ou discutidas com o grande grupo.
- 7) A avaliação é realizada ao longo da implementação, em forma de registro do que pode ser considerado como uma evidência da AS. A avaliação somativa individual ocorre após o sexto passo, em que deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão que evidenciem captação de

significados. A avaliação da UEPS precisa estar baseada de forma igualitária na avaliação formativa (tarefas colaborativas e registros do professor) e na avaliação somativa (individual).

8) A UEPS terá alcançado seus objetivos se a avaliação dos alunos trouxer evidências de AS no sentido de: captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema. Sendo considerada progressiva, a ênfase é dada em evidências e não em comportamentos finais.

A partir desta sequência que caracteriza a UEPS, deu-se a estruturação para a constituição da intervenção junto aos alunos, etapa descrita na próxima seção.

5.2.1.1 Instrumentos de coleta e metodologia de análise de dados

Objetivando encontrar indícios da aprendizagem a respeito do processo de frutificação no material de pesquisa, optou-se por realizar uma análise descritiva do conjunto dos dados coletados a partir das atividades que foram desenvolvidas durante a UEPS. Para este fim, foram feitas as seguintes atividades: as perguntas do instrumento de investigação de conhecimentos prévios, os mapas conceituais (MC.1) e (MC.2) e o livro elaborado pelo aluno, ou seja, as proposições construídas pelos alunos na estruturação do seu livro.

Acredita-se que as estratégias de coleta e análise dos dados que serão utilizados são complementares a uma avaliação mais abrangente do que se considerados isoladamente. Nesta etapa do trabalho, cabe pormenorizar a constituição e a estratégia de análise utilizada para cada instrumento.

5.2.1.2 Análise de conhecimentos prévios

Ao trabalhar objetivando a AS é preciso, fundamentalmente, dar atenção aos conhecimentos prévios dos alunos. Nesse sentido, o levantamento e identificação dos subsunçores existentes é de fundamental importância para promover a AS, porém é necessário um planejamento de atividades de ensino que estabeleça relações entre o que os alunos já sabem e o novo conhecimento. Para Ausubel e

Novak (1980, p.137), a estrutura cognitiva existente é o fator primordial que influencia na AS. O material logicamente significativo só poderá ser aprendido em relação a um conteúdo previamente assimilado de conceitos relevantes, tornando possível a emergência de novos significados, ampliando a retenção e a organização.

Caso não existam os subsunçores necessários, será preciso organizar atividades que promovam a formação de organizadores prévios, por isso, esta fase da investigação adquire um caráter de avaliação diagnóstica, pois

visa a conhecer e caracterizar educandos quanto à existência ou não de habilidades, potencialidades e interesses, com objetivo de identificar pontos aos quais seja necessário dar mais atenção, proporcionar experiências, recursos técnicos e didáticos adequados ao seu desenvolvimento. (NASCIMENTO E MOTA, 2004, p.822).

Esta etapa, portanto, pretendeu investigar quais conhecimentos estavam presentes na estrutura cognitiva do aluno e para quais deles seria necessário um trabalho mais minucioso para que o objetivo do aprendizado da unidade fosse atingido. Essa etapa influenciou o planejamento da unidade, que já estava semiestruturado.

5.2.1.2.1 Instrumento 1 de investigação de conhecimentos prévios

O instrumento foi elaborado e aplicado pela pesquisadora e encontra-se reproduzido no Apêndice D. As atividades propostas foram avaliadas anteriormente à sua aplicação por duas professoras do ensino básico que também atuam no Ensino Fundamental da rede municipal de Pelotas, tendo experiência com a série em que o projeto foi desenvolvido.

Questões descritivas foram elaboradas, constituindo-se no Instrumento 1, elaborado a partir dos seguintes critérios que foram investigados:

- a) Reconhece os vegetais como seres vivos;
- b) Nomeia alguns tipos de plantas;
- c) Reconhece a importância dos vegetais como fonte alimentar;
- d) Reconhece a importância dos vegetais no equilíbrio do ecossistema;
- e) Identifica as partes básicas de um vegetal;

- f) Conhece os processos de reprodução das plantas;
- g) Relaciona a polinização com a reprodução;
- h) Identifica a flor como estrutura que origina o fruto.

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.

Estes critérios foram estabelecidos no sentido de identificar os pontos pelos quais os alunos seriam acompanhados ao longo da unidade, não objetivando a comparação entre os alunos – o que seria característica de uma avaliação normativa¹² –, mas sim servir de base para, conforme Nascimento (2004, p.825), planejar atividades pedagógicas com vistas ao diagnóstico das dificuldades dos educandos e o desenvolvimento de qualidades de cada um deles, o que pode apresentar a garantia de informações e eficiência do processo.

Nesse sentido, Gonzalez também afirma que:

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 carácter de hipótesis que se contrasta com su puesta em práctica (GONZÁLEZ, *et al*, 1999,p.28. Grifo do autor)¹³.

A avaliação, tendo esse enfoque, serviria como fonte de informações para que, no desenvolvimento desta proposta, fossem realizadas reavaliações que possibilitassem reorientar o rumo da unidade, suprimindo falhas, introduzindo elementos de interesse dos alunos que possam ter sido desconsiderados, retomando conceitos não totalmente desenvolvidos e reelaborando estratégias. Não se resume, portanto, a um momento inicial de investigação de conhecimentos prévios e outro final, tendo como intermediário uma intervenção didática.

¹² Para Nascimento (2004, p.825) uma avaliação normativa é aquela que pressupõe a comparação entre sujeitos pertencentes a um mesmo grupo, a fim de produzir a seleção, a classificação e a competição entre eles.

¹³ A partir desta posição, é conveniente adotar a abordagem de avaliação formativa, em que a informação é recolhida na avaliação sendo utilizada para redirecionar continuamente o que não está indo bem. Todo o planejamento da unidade adquire o caráter de hipótese que se contrasta com sua própria prática.

Tendo a intenção formativa, 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 proporcionassem os dados necessários para análise.

5.2.1.2.2 Instrumento 2 de investigação de conhecimentos prévio: Mapas conceituais

Entende-se a necessidade da utilização de mapas conceituais (MC) como instrumentos de coleta, principalmente por ser um instrumento que se apoia na AS para se constituir como tal. Os MC 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 (2006a, 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 MC em sala de aula reflete sobremaneira a estrutura cognitiva do aluno. Desta forma, entende-se que dentro de uma abordagem de AS, a utilização de um MC é fundamental. Por isso, um MC foi utilizado após o primeiro instrumento de análise de conhecimentos prévios, durante as atividades da UEPS, sendo um instrumento que pode propiciar alguns dos momentos de Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa.

A análise dos dados do Instrumento 1 propiciou condições de identificar quais os conceitos já eram existentes na estrutura cognitiva do aluno e propor sua utilização, acrescido de outros conceitos que se julgavam necessários, na construção do primeiro MC da fase II da unidade.

Esse 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 MC, representações concisas das

estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e que provavelmente facilitarão a aprendizagem das mesmas (MOREIRA, 2006a, p.49).

Para que um MC atinja os objetivos como um eficiente instrumento de coleta de dados, é necessário que os alunos já estejam familiarizados com a sua construção. Por isso, na fase I da unidade foram desenvolvidas oficinas de MC, para que os alunos conhecessem e tivessem clareza de como se desenvolve esse tipo de atividade, tornando-a mais proveitosa para o aprendizado do aluno e consequentemente qualificando a coleta de informações.

Ao longo da UEPS, foram elaborados alguns MC individuais e coletivos. Os MC elaborados na fase da Pré-Unidade foram desenvolvidos com objetivo de que os alunos se apropriassem do instrumento, tendo temas variados – não sendo, portanto, o foco desta pesquisa. O mapa desenvolvido de forma coletiva faz parte da avaliação formativa, sendo considerado ao longo da unidade. Neste momento, a avaliação se dá individualmente sobre os mapas desenvolvidos como Instrumento 2 de Investigação de conhecimentos prévios (MC.1 da etapa 1 da UEPS).

Com o objetivo de investigar os conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva dos alunos, complementar as informações obtidas com o Instrumento 1 (questões descritivas) e obter uma visualização da situação cognitiva do aluno quanto à organização dos conceitos necessários para a compreensão do processo de frutificação, foi proposta a atividade de desenvolvimento de um MC em que os alunos demonstrassem seu entendimento sobre as plantas.

Para Novak e Gowin, um dos modos “de avaliar o tipo e a extensão da diferenciação dos conceitos é selecionar 1 a 15 conceitos de uma nova matéria de estudo e pedir aos alunos para construírem um mapa conceptual utilizando estes conceitos” (p.117, 1984).

Para isso, na atividade de elaboração do MC.1 os alunos receberam fichas com alguns conceitos para serem utilizados na construção do MC. Os conceitos fornecidos também foram produto da análise do Instrumento de coleta 1. A utilização de todos os conceitos não era obrigatória, e, além disso, os alunos poderiam acrescentar conceitos além daqueles fornecidos, utilizando-se de fichas em branco que poderiam ser preenchidas.

Para orientar a descrição e avaliação dos mapas, será utilizada a identificação

conforme o exemplo:

MC.1.A10= Mapa conceitual , atividade 1, do aluno 10.

Em que: MC representa a atividade Mapa Conceitual.

Ordem da atividade (Primeiro mapa conceitual da unidade).

A10- Identificação do aluno.

A partir da experiência obtida com o projeto piloto, foi mantida a estratégia de avaliação, norteadas por Novak e Gowin (1984), observando os níveis conceituais, as relações conceituais e as ligações entre diferentes níveis hierárquicos, considerando de importância maior os níveis conceituais do que as relações conceituais.

Em suma foram consideradas as seguintes indicações:

- A existência de relações que formem proposições válidas¹⁴: 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).

Novak e Gowin ainda sugerem que os níveis, relações conceituais e ligações entre diferentes níveis hierárquicos podem ser valorados, gerando uma avaliação quantitativa, por exemplo: estabelecendo que cada relação conceitual tem o valor 1, cada nível conceitual terá o valor 5, já que os níveis representam o processo de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

¹⁴ Como proposição válida, consideram-se dois ou mais termos conceituais ligados por palavras de modo a formar uma unidade semântica (NOVAK, 1984, p.31).

As ligações de conceitos entre níveis diferentes sugerem “possivelmente reconciliações integradoras importantes e podem ser por isso, melhores indicadores de aprendizagem significativa do que os níveis hierárquicos” (1984, p.123). Dessa forma, a partir da sugestão de Novak, este aspecto no exemplo teria um valor três vezes maior do que o valor pontuado para cada nível conceitual, sendo, portanto igual a 15.

Mesmo considerando as indicações teóricas e a possibilidade de valorar quantitativamente estas atividades, entende-se que uma descrição da situação cognitiva dos alunos a respeito do tópico frutificação, a partir dos MC seja mais proveitosa para obter as informações necessárias para subsidiar esta pesquisa. Para isso, essa pesquisa está em consonância com Moreira quando afirma que:

A análise de mapas conceituais é essencialmente qualitativa. O professor, ao invés de preocupar-se em atribuir um escore ao mapa traçado pelo aluno, deve procurar interpretar a informação dada pelo aluno no mapa a fim de obter evidências de aprendizagem significativa (MOREIRA, 2010, p.24).

Assim, os mapas conceituais produzidos foram descritos e discutidos no Apêndice E, não sendo considerado necessário nessa etapa produzir um mapa de referência com objetivo de comparação com o dos alunos ou quantificação, conforme sugestão de Novak (1984, p.52), pois neste momento os mapas revelaram as diferentes concepções prévias dos alunos, não tendo como prever quais seriam suas conceituações e relações. O mapa de referência será elaborado para a avaliação *a posteriori* do desenvolvimento da unidade (MC.2), em que já há algumas perspectivas de conceituações e proposições que objetiva-se que o aluno desenvolva.

5.2.1.3 Panorama dos conhecimentos prévios e influência da análise no planejamento da UEPS

A partir dos dois instrumentos de análise de conhecimentos prévios, foi construído o seguinte panorama a respeito dos subsunçores aparentemente presentes na estrutura cognitiva dos alunos:

Apenas um aluno não identifica os vegetais como seres vivos. Apesar disso, a maioria das respostas diferencia os animais dos vegetais pelo critério da capacidade de realizar movimentos. Este dado obtido é coerente com o que Piaget

(1997), define como 4º estágio do desenvolvimento do conceito de vida, em que dos 11 anos em diante a vida se restringe aos animais e às plantas, superando o 3º estágio (seis a oito anos) no qual tudo o que se move é considerado vivo.

Três alunos diferenciam as plantas dos animais quanto à presença de órgãos, não reconhecendo as estruturas que compõem as plantas como órgãos.

Os alunos nomearam uma grande variedade de plantas, em geral citavam tanto aquelas mais conhecidas por seu emprego paisagístico quanto as utilizadas na alimentação.

Quanto à importância dos vegetais para si, citam fatores como a produção de oxigênio (10 alunos), alimentação (seis), uso medicinal (dois) e beleza cênica (dois). Quanto à importância dos vegetais como componente do ecossistema, citam a produção de oxigênio (nove alunos), alimentação (um), beleza cênica (dois), uso medicinal (um).

Quanto aos processos de reprodução, quatro alunos demonstraram reconhecer a reprodução através das sementes, mas a maioria demonstrou conhecimento sobre a reprodução assexuada por brotamento. Apenas um aluno nomeou a fotossíntese como processo de reprodução.

A relação entre polinização e reprodução e trazida por nove alunos, em sua maior também relacionada com a função de alimentação de animais, que foi a segunda resposta mais frequente (seis alunos). Já nos mapas conceituais, essa relação não foi tão aparente, tendo 11 alunos que apresentam o pólen como um conceito isolado ou não o utilizado na construção do mapa.

Uma minoria (cinco alunos) identifica a flor como estrutura que origina o fruto, da mesma forma (seis alunos) relacionam a formação da semente com a formação do fruto.

Esses resultados propiciaram a confirmação do planejamento prévio da unidade, em que já estava programado trabalhar aspectos gerais das plantas com os vídeos e textos; e, principalmente, a questão da polinização que dará subsídios para o desenvolvimento dos demais conceitos. É imprescindível o trabalho a respeito da polinização em função deste ser o conceito subsunçor necessário para a

compreensão da fecundação e frutificação.

5.3 Etapas da intervenção didática

De forma geral, foi escolhida uma temática organizada em uma UEPS a ser desenvolvida em uma turma de 5ª série do Ensino Fundamental. A escolha da temática, a delimitação do contexto da pesquisa, os recursos utilizados e o planejamento em si são explicitados a seguir.

5.3.1 A escolha da temática da frutificação

Conforme já enunciado no texto introdutório da dissertação, a escolha da problematização do conceito de frutificação junto aos alunos do Ensino Fundamental ocorreu em função do descontentamento da pesquisadora com sua prática pedagógica. A frutificação das angiospermas, evento que parece ser tão presente no cotidiano em função da sua fundamental importância na questão alimentar, acaba passando despercebido e desconhecido para a maioria dos alunos com os quais a própria pesquisadora havia trabalhado. O caráter de mistério, magia ou simplesmente desconhecimento que parece envolver a existência dos frutos ou a transformação da flor em fruto para aqueles que já possuem esse conhecimento prévio, pode ser trabalhado de forma a exercitar a observação dos fenômenos naturais, abrindo espaço para a aquisição de novos conhecimentos relacionados às ciências naturais, não somente na área da botânica.

5.3.2 Planejamento da UEPS

A UEPS: Frutificação foi planejada tendo como referência a experiência do projeto piloto desenvolvido anteriormente. Alguns aspectos foram modificados em função das colaborações dos professores participantes da qualificação, bem como das conclusões obtidas pela experiência refletida e teorizada, oportunizada pela implantação do piloto. A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa: Frutificação é descrita no Apêndice A, mas cabe explicitar algumas opções

recursivas e metodológicas.

A intervenção foi dividida em duas etapas: Pré-unidade e Unidade. Na Pré-unidade, foram feitas atividades de construção de mapas conceituais, instrumento de constituição e análise de conhecimentos que até então era desconhecido pelos alunos, bem como a ambientação com os recursos didáticos: computador, câmeras e marcadores. Na Unidade, ocorreu o desenvolvimento do trabalho para a aprendizagem do conceito de frutificação propriamente dito.

Como plantas-modelo, foram escolhidas duas espécies: a erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.-Hill.), já contemplada no *software* do projeto piloto, escolhida em função da sua forte presença na cultura da população rio-grandense através do seu produto mais conhecido, a erva para o preparo do chimarrão. A segunda espécie foi o jabolão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels), espécie exótica, mas amplamente difundida na região, presente inclusive na área da escola. Apresenta fruto de cor escura que na época de amadurecimento, ao cair da árvore, deixa marcas nas calçadas e ruas onde é plantado. A descrição botânica mais detalhada das espécies encontra-se no Apêndice B.

A escolha das espécies ocorreu não só em função dos aspectos psicológicos, da ligação cultural e dos conhecimentos prévios dos alunos sobre as plantas, mas também suas características morfológicas foram importantes para a constituição da unidade. A partir dessas duas plantas seria possível construir o modelo de uma flor unissexuada (erva-mate) e de uma hermafrodita (jabolão). A necessidade de trabalhar os dois tipos de flores é de fundamental importância e foi observada a partir do piloto da dissertação, em que só havia sido construído o modelo da flor unissexuada – o que gerou questões a serem aprimoradas para este trabalho. Assim o *software* produzido para a UEPS é a versão aprimorada daquela que foi apresentada no projeto de qualificação, sendo denominado de “Ilex 1.5”.

5.3.3 Desenvolvimento dos recursos didáticos

Objetivou-se produzir como recurso modelos tridimensionais que permitissem a visualização e interação com os alunos, funcionando como

facilitadores da aprendizagem. Tendo claros os objetivos e o papel do recurso dentro de uma organização didática é que se deu a elaboração dos recursos propriamente ditos.

Os recursos produzidos para a Unidade são o livro “Conversando com a erva-mate” (Apêndice C, a ficha com três marcadores para os modelos do jambolão (Apêndice H) e o *software* denominado “Ilex 1.5”, que permite a utilização dos modelos. Os dois recursos só fazem o sentido pedagógico nessa intervenção se utilizados conjuntamente, mas serão explicados em itens a parte em função de algumas especificidades.

5.3.3.1 O livro “Conversando com a erva-mate”

O livro é constituído por dezoito páginas impressas em folha ofício recicladas e encadernadas. Foi elaborado de forma a trazer um referencial concreto do material a ser trabalhado, trazendo um texto em que a planta erva-mate conta a sua história e, no lugar de ilustrações, são apresentados marcadores que permitem a visualização dos modelos, quando posicionados frente à câmera de um computador que está executando o *software* Ilex 1.5.

O livro foca na morfologia das flores da erva-mate e nos processos de polinização, fecundação e frutificação. O texto é escrito de forma contínua, sem subdivisões de capítulos ou indicações de início ou fim da lição. O que se tenta afirmar aqui é que o recurso foi idealizado como sendo utilizando dentro de um planejamento, em que o professor percebe qual é o momento de retomada e de reconciliação do material trabalhado, não havendo a obrigatoriedade de terminar um capítulo ou trecho determinado por aula.

O texto apresenta alguns conceitos em negrito, na tentativa de que funcionem como organizadores perceptivos. Para Ausubel (1980, p.309), esses organizadores fornecem recursos mecânicos que tornam o material perceptivamente mais evidente e compreensível, todavia, sob certas circunstâncias, o autor também afirma que os organizadores perceptivos podem vir a ter efeitos verdadeiramente integrativos, quando enfatizam conceitos principais, distinguem ideias ou revelam a estrutura organizacional do material.

A interação do aluno com o material não se resume à leitura e observação dos modelos, pois há um espaço de interação textual, no qual, ao longo da história, o aluno é convidado a registrar suas observações sobre alguns fenômenos, como, por exemplo, sua hipótese sobre o que irá acontecer à flor feminina após a fecundação (Apêndice C, p.12), sobre as mudanças mais visíveis após a fecundação (Apêndice C, p.15), e ainda buscando relação com os conhecimentos do aluno quando é questionado sobre quais frutos que ele conhece que mudam de cor (Apêndice C, p.17). Mesmo que as atividades da unidade sejam realizadas em grupo (em decorrência do número de computadores), cada aluno recebeu um livro individualmente para que pudesse realizar seus próprios registros.

Além da apresentação do material a ser aprendido propriamente dito, a organização do recurso em forma de livro dinamizou a disposição dos marcadores e a sua utilização pelos grupos em sala de aula.

5.3.3.2 O *software* Ilex 1.5

Para construir o recurso didático foi necessário contar com a colaboração de um cientista da computação que realizou o trabalho de modelagem tridimensional das plantas escolhidas, bem como a programação do *software* que reconhece os marcadores e exibe os modelos na tela do computador.

O *software* utilizado na modelagem foi o Blender 3D, escolhido em função de ser um *software* livre¹⁵, não gerando custos para o desenvolvimento do projeto. Depois de modelados, foram elaboradas as formas de interação dos modelos, o que cada um iria demonstrar e também que movimentos poderiam apresentar.

Para que o modelo apareça na tela de acordo com a página do livro escolhida, foi necessário utilizar uma biblioteca chamada ARToolkit¹⁶. Esta biblioteca é responsável por analisar imagens e procurar padrões (neste caso, os marcadores),

¹⁵ *Software* livre é denominado aquele que tem seu código fonte disponível, dando liberdade a seu usuário para executá-lo em quantos computadores quiser e em qualquer sistema operacional. O usuário pode ainda estudá-lo, modificá-lo e compartilhá-lo. Fonte: Free Software Foundation. Disponível em: <<http://www.fsf.org/about/what-is-free-software>>.

¹⁶ ARToolKit é uma biblioteca de *softwares*, ou seja, de ferramentas para a construção de aplicações de realidade aumentada. Além de suas funcionalidades esta ferramenta também foi escolhida por sua licença gratuita para uso não-comercial (General Public License – GNU), é disponibilizado gratuitamente no site da Universidade de Washington. Fonte: Human Interface Technology Lab. Disponível em: <<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>>.

calculando também a posição e orientação desses padrões dentro da imagem.

O *software* Ilex 1.5 captura uma imagem através da câmera, passa essa imagem para que Artoolkit procure os marcadores e devolva como resposta a informação de qual marcador foi encontrado, qual é sua posição e orientação. De posse dessa informação, o *software* Ilex 1.5 exibe e posiciona o modelo 3D sobrepondo-o à imagem captada pela câmera e exibida ao usuário na tela do computador em tempo real. Essa sobreposição do modelo à imagem captada pela câmera é o que caracteriza a RA, conforme definido no capítulo 5.

A denominação de Ilex 1.5 ocorreu em função de que este *software* é a versão aprimorada do que foi desenvolvido no projeto piloto (versão 1.0), pois contém modificações no modelo de polinização da erva-mate além de três modelos relacionados à planta jambolão.

Os seguintes modelos foram produzidos e representados no *software*:

- 1) Folha da erva-mate (3D);
- 2) Árvore da erva-mate (imagem plana);
- 3) Corte transversal e longitudinal do fruto da erva-mate;
- 4) Flor pistilada da erva-mate;
- 5) Flor estaminada da erva-mate;
- 6) Flor pistilada da erva-mate com interação que permite visualizar o nome das estruturas individualmente;
- 7) Flor estaminada da erva-mate com interação que permite visualizar o nome das estruturas individualmente;
- 8) Processo de polinização;
- 9) Imagens planas de diversos polinizadores;
- 10) Flor estaminada senescendo;
- 11) Fecundação;
- 12) Flor pistilada em transformação após a fecundação;
- 13) Crescimento do ovário e sua transformação em fruto;
- 14) Mudança na coloração do fruto;
- 15) Imagem plana da árvore da erva mate e do dispersor de suas sementes, o sabiá;
- 16) Flor do jambolão;

- 17) Flor do jambolão em corte longitudinal;
- 18) Fruto Jambolão.

Além destes modelos, o *software* também foi utilizado para exibir as ilustrações produzidas pelos alunos na avaliação final da unidade, atividade descrita no item 6.3.5.2.

5.3.4 Desenvolvimento da UEPS

Nessa seção pretende-se apenas localizar o leitor no espaço-tempo da intervenção, uma vez que o diário de implementação da UEPS encontra-se no Apêndice I, no qual é possível encontrar a descrição de todo o desenvolvimento da unidade.

O desenvolvimento da unidade começa no final de junho de 2013. Os alunos da 5ª A estavam sem aulas de matemática, tendo períodos vagos nas sextas feiras, dia cuja manhã a pesquisadora tinha disponível, já que atuava em outra escola municipal de segunda a quinta.

Como a escola não dispunha de laboratório de informática, os materiais foram levados pela própria pesquisadora e constituíram-se de quatro *webcams* e quatro *laptops*.

Após a obtenção da autorização pela escola, ocorreu o primeiro encontro com os alunos nos horários destinados às aulas de matemática. A intenção inicial foi de aproveitar estes períodos vagos na etapa da Pré-Unidade, em que foram trabalhadas as estratégias com mapas conceituais. Posteriormente houve as férias de julho e a contratação da professora de matemática, o que levou a intervenção a acontecer nos horários das aulas de ciências (3h semanais) conforme o planejamento inicial. Algumas trocas de horários com professores de outras disciplinas permitiram que o projeto fosse desenvolvido em alguns momentos em 4h semanais.

A unidade foi desenvolvida em 16 encontros em horário de aula regular e dois encontros de dois períodos no turno inverso, totalizando 31 horas aula. O primeiro encontro no turno inverso foi para a ambientação dos alunos com o programa de RA e o segundo foi o fechamento da unidade, com a participação dos

alunos na Exposição de Ciências da escola.

Todo material produzido foi organizado em uma pasta classificadora, com a finalidade de compor um portfólio das atividades desenvolvidas.

5.3.4.1 Avaliação de indícios da Aprendizagem Significativa

Essa etapa da unidade, conforme indicação de Moreira (2011), deve propiciar um momento de avaliação somativa individual, em que o aluno tenha a oportunidade de utilizar os conhecimentos trabalhados, mas de forma diferenciada, preferencialmente por meio de situações problema. Com esta finalidade foram elaboradas duas atividades, primeiramente a elaboração de um MC e a elaboração de uma história, ambas descritas nos tópicos abaixo.

5.3.4.1.1 Mapa Conceitual (MC.2)

O MC.2 da etapa 6 da UEPS objetivou que os alunos vivenciassem uma situação problema na tentativa de que explicassem uma aparente contradição (MOREIRA, 2011, p.11): a reprodução de uma planta com flor hermafrodita, sendo que a unidade foi desenvolvida com uma planta que apresenta flores unissexuadas.

Assim como o MC.1, a atividade também se deu de forma individual, mas foi feita coletivamente uma lista de conceitos no quadro negro, para que os alunos organizassem e escolhessem os conceitos prefeririam utilizar.

Conforme sugestão na qualificação do projeto de dissertação, e como indica Novak (1984, p.52), foi elaborado um MC de referência – apresentado na Fig. 8 – no sentido de situar o leitor sobre as perspectivas de relações entre conceitos possíveis de serem estabelecidas a partir das estratégias desenvolvidas na UEPS. A avaliação dar-se-á de acordo com as indicações observadas para o do MC.1 (Item 6.3.4.2.2).

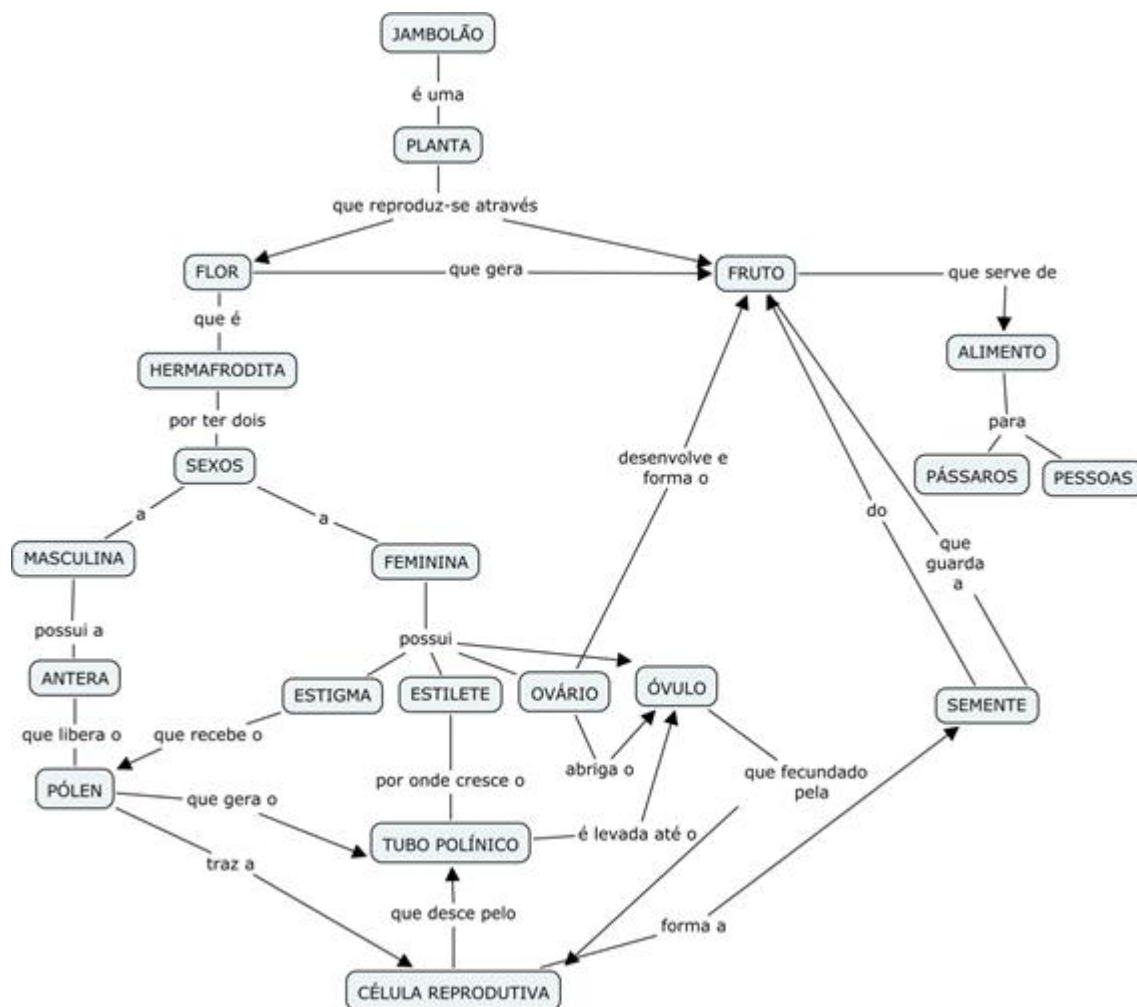


Figura 8 - Mapa conceitual dos conceitos trabalhados na UEPS.

5.3.4.3.2 Livro

Como atividade final, além da elaboração do MC.2 sobre a frutificação do jambolão, foi elaborada uma atividade de escrita. Foi proposto para os alunos que eles escrevessem uma história cuja personagem principal fosse uma planta que explica a sua origem: de onde ela veio, como sua semente foi formada, se tem flores ou frutos, quem é seu polinizador... Esta atividade foi inspirada na desenvolvida por Lemos & Moreira (2011), que no ensino de embriologia propuseram que os alunos escrevessem uma carta na qual um zigoto humano relata à sua mãe o seu desenvolvimento.

Os alunos deveriam planejar sua história em uma folha rascunho (Apêndice

F), com as frases e ilustrações, para depois transcrevê-la para o um caderno com dez folhas de ofício recicladas, que cada aluno recebeu para que o livro fosse concretizado.

Com intuito de motivação, foi proposto que os alunos escolhessem uma das ilustrações do livro para ser reproduzida através de marcadores na tela do computador. Cada aluno escolheu no seu rascunho um desenho para ser transcrito em uma folha à parte; essa folha foi escaneada pela pesquisadora e integrada ao *software* de RA. Na página escolhida pelo aluno para que a ilustração fosse exibida, foi colado um marcador. No momento da apresentação os alunos utilizavam o computador e a câmera para mostrar a página com o seu desenho em RA.

Uma proposta de elaboração de história, com elementos motivadores e dentro de um planejamento contextualizado com o conteúdo desenvolvido, traz até certo caráter de informalidade à avaliação. Acredita-se que, com isso, as tensões e preocupações que bloqueiam os alunos nas avaliações mais tradicionais sejam minimizadas, favorecendo a elaboração e exposição dos indícios de aprendizagem.

A proposta foi construída objetivando que o aluno pudesse recombina e reorganizar os conceitos trabalhados na unidade e, com isso, explicar a fecundação e frutificação, com a possibilidade de complementar as informações coletadas nos mapas conceituais.

Aqui novamente a UEPS proporciona uma situação problema, pois reelaborar as informações trabalhadas e expressá-las a partir de uma atividade criativa caracteriza um processo progressivo de aprendizagem, sendo passível de serem encontradas evidências de AS caso esta tenha ocorrido.

5.3.5 Análise dos dados

As folhas de planejamento da história, os livros e o MC.2 foram recolhidos e encontram-se com a pesquisadora. As atividades desenvolvidas pelos alunos, isto é, a folha em que planejaram a história que foi transcrita no livro e o MC.2, foram digitalizadas.

Nessa seção serão descritos os resultados individuais de cada instrumento de análise. No capítulo 6, será descrito o resultado final, com as duas atividades

finais da UEPS, analisadas em conjunto com a evolução do aluno ao longo da própria unidade.

5.3.5.1 Análise do Mapa Conceitual (MC.2)

Para a análise dos mapas conceituais (MC.2), foi elaborado um MC de referência, não tendo como objetivo que os alunos desenvolvessem o mesmo mapa ou o mais parecido possível, mas sim elaborado a fim de que houvesse uma visão geral dos conceitos trabalhados e algumas possibilidades de hierarquização de conceitos.

Foram observados os mesmos aspectos do MC.1 da Análise de conhecimentos prévios: conceitos utilizados, ligações entre conceitos, proposições válidas, hierarquização e ligações entre diferentes níveis hierárquicos. Para situar o leitor, a apresentação dos mapas se dá na seguinte ordem:

- Identificação do aluno e atividade;
- Número de conceitos;
- Número de relações entre conceitos;
- Número de hierarquias conceituais;
- Número de proposições;
- Proposições numeradas;
- Análise descritiva.

Como os objetivos deste mapa diferem do primeiro, os critérios observados para avaliação também foram diferenciados. Esse mapa problematiza a reprodução de uma planta com flores hermafroditas, constituindo uma situação problema para os alunos que trabalharam na unidade com a reprodução de plantas unissexuadas. Dessa forma, objetiva-se que o aluno utilize-se dos conhecimentos trabalhados durante a unidade para solucionar o problema proposto, podendo trazer indícios de uma AS.

Foram analisados nos mapas indícios da AS sobre o desenvolvimento do

conceito do processo de frutificação e sua relação com a polinização e fecundação, conforme foram os objetivos enunciados na UEPS.

- MC.2.A1

- Seis conceitos;
- Cinco relações entre conceitos;
- Uma proposição:

1) JAMBOLÃO é um FRUTO que NASCE do OVÁRIO que se REPRODUZ depois de muito TEMPO.

No momento do desenvolvimento do mapa, o aluno ofereceu resistência à etapa de organização dos conceitos, pois queria desenhar o mapa diretamente, sem a organização hierárquica inicial, o que pode ter refletido na estruturação do mapa. A estrutura apresentada é linear, em que a proposição central formada é válida, mas não há uma evidente organização hierárquica entre os conceitos. Este tipo de organização sugere a não aquisição de significados de forma subordinada.

O aluno identifica o fruto que se desenvolve do ovário, mas não traz a origem deste desenvolvimento, não mencionando a relação do fruto com a flor, a polinização ou a fecundação. A partir dos conceitos e relações apresentadas, considera-se que A1 não apropriou-se significativamente dos conceitos trabalhados na unidade, não tendo como relacioná-los de forma a elaborar uma solução para o problema apresentado na atividade do MC.

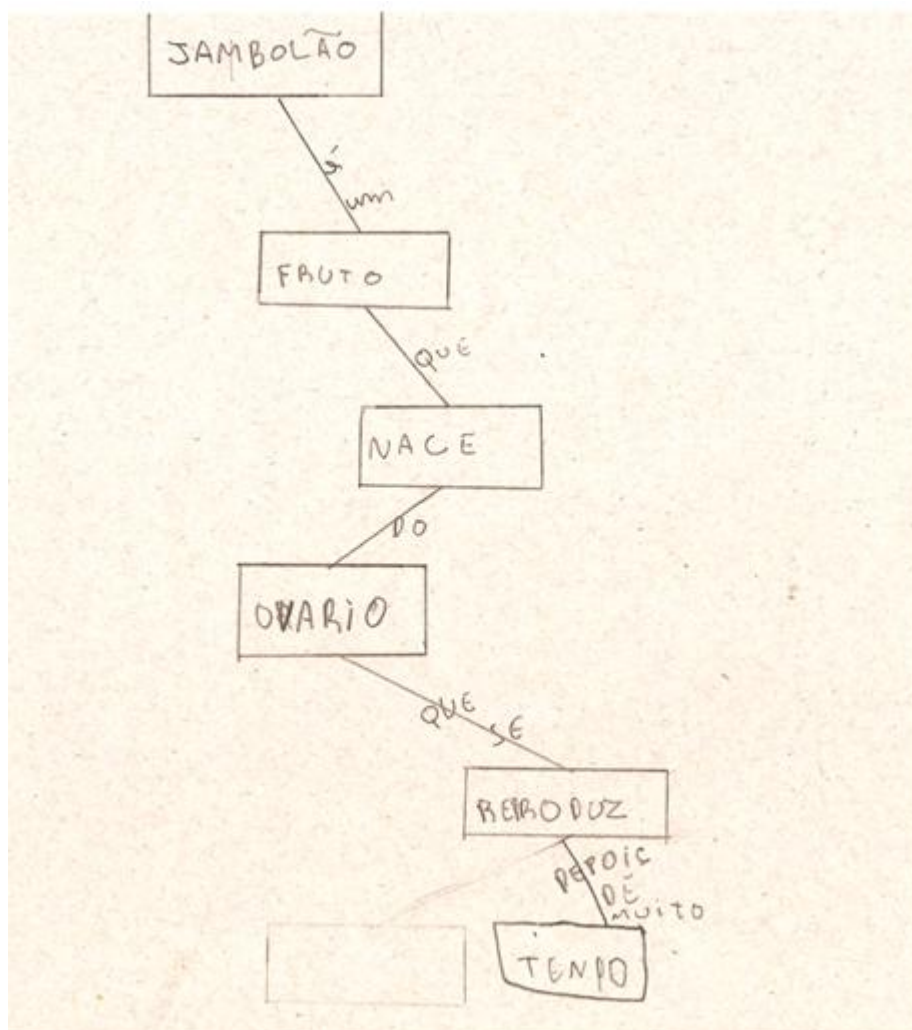


Figura 9 - MC.2.A1

- MC.2.A2

- 10 conceitos;
- Nove relações entre conceitos;
- Cinco hierarquias;
- Uma relação entre níveis hierárquicos.
- Seis proposições:
 - 1) JAMBOLÃO é uma ÁRVORE.
 - 2) JAMBOLÃO sua REPRODUÇÃO é pela FLOR.
 - 3) FLOR que tem OVÁRIO forma o FRUTO.
 - 4) OVÁRIO forma o FRUTO que tem a SEMENTE.
 - 5) FLOR que tem OVÁRIO e tem o ÓVULO.
 - 6) Sua REPRODUÇÃO pela FLOR e o POLINIZADOR é a ABELHA.

O aluno identifica flor como um órgão reprodutivo, superando a visão da flor

como uma estrutura de ornamentação da planta. A particularidade da flor do jambolão ser hermafrodita não foi considerada como relevante, não sendo pontuada no mapa.

A polinização é citada, mas não é desenvolvida de forma mais detalhada, sendo ligada à flor, mas também à semente. A origem e destino no pólen não são descritos, consequentemente, a fecundação também não é representada no MC, não sendo encontrado o conceito de célula reprodutiva. O aluno relaciona o ovário com o fruto, mas não faz o mesmo com óvulo fecundado e a semente. Portanto, o conceito de frutificação em si ainda necessita de uma maior estruturação dos conceitos de polinização e fecundação para ser ancorado.

A partir da análise do mapa, pode-se interpretar que o aluno está ainda desenvolvendo seu entendimento sobre o processo reprodutivo em uma fase mais generalista, não considerando as singularidades de cada planta. Desta forma, dentro do que o aluno possui como conceitos na estrutura cognitiva, ele consegue explicar a reprodução da planta, mas de forma mais inclusiva.

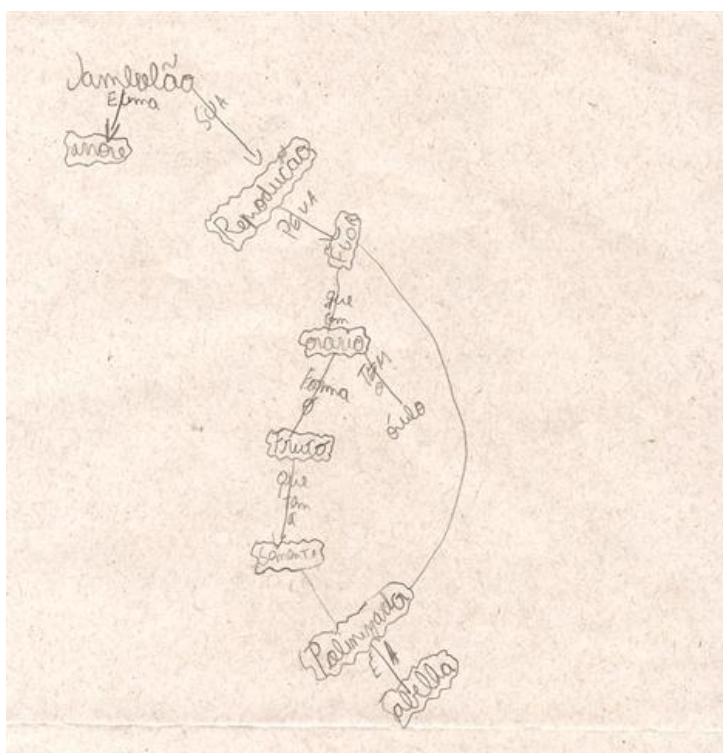


Figura 10 - MC.2.A2

- MC.2.A3

- 16 conceitos;
- 15 relações entre conceitos;
- Quatro níveis hierárquicos;
- 10 proposições:
 - 1) O JOÃOBOLÃO tem sua COR para avisar que FRUTO que serve para os ANIMAIS comerem está pronto para as ABELHAS.
 - 2) O JOÃOBOLÃO tem partes MASCULINAS e FEMININAS.
 - 3) O JOÃOBOLÃO tem partes FEMININAS tem o OVÁRIO.
 - 4) O JOÃOBOLÃO tem partes FEMININAS tem o ÓVULO que se transforma na SEMENTE.
 - 5) O JOÃOBOLÃO tem partes FEMININAS tem o ESTIGMA.
 - 6) O JOÃOBOLÃO tem partes MASCULINAS tem o FILETE e a ANTERA.
 - 7) O JOÃOBOLÃO é um FRUTO que serve para os ANIMAIS comerem.
 - 8) O JOÃOBOLÃO tem FLORES que tem PÓLEN transmitido pelas ABELHAS.
 - 9) O JOÃOBOLÃO é uma ÁRVORE que nasceu de uma SEMENTE.
 - 10) O JOÃOBOLÃO às vezes tem flores HERMAFRODITAS.

O aluno foi o único a trazer outro nome comum, dos diversos que o *Syzygium cumini* possui, por isso chama a planta de “joão-bolão”.

As proposições construídas partem sempre da palavra central e em alguns pontos se relacionam entre si no que tange à descrição do fruto e à transformação do óvulo (que o aluno não especifica que esteja fecundado) em semente.

A proposição 1 mostra que o aluno relaciona o amadurecimento do fruto como um sinal para a alimentação das abelhas, confundindo-se com a polinização. A proposição 10 mostra que o aluno compreende que a condição de hermafroditismo é eventual, demonstrando a não compreensão do conceito.

Especificamente na proposição número dois, a compreensão de que se tratava de uma hierarquia se deu com a leitura do mapa pelo aluno. Onde se vê escrito no mapa “O JOÃOBOLÃO e FEMININAS”, lê-se juntamente com a linha conectiva ao lado, formando a proposição: “O JOÃOBOLÃO tem partes MASCULINAS e FEMININAS”.

O mapa apresenta quatro níveis hierárquicos bem distintos com conceitos mais gerais passando para os mais específicos, por exemplo: FEMININA, OVÁRIO, ÓVULO, SEMENTE.

Os demais níveis hierárquicos não são tão definidos, pois alguns conceitos poderiam estar ligados entre si para que formassem a hierarquia, por exemplo: FRUTO e OVÁRIO ficaram isolados entre si.

A partir das proposições desenvolvidas percebe-se que o aluno apresentou um enriquecimento conceitual que pode ter sido memorístico, devido à falta de relações entre alguns conceitos chave. Apesar de identificar que a planta possui estruturas femininas e masculinas e citá-las, ele não as relaciona com a flor, que é o órgão que apresenta estas estruturas; também não relaciona o ovário ao fruto, relação chave neste processo. O aluno identifica a origem da semente, mas não identifica a necessidade do óvulo estar fecundado para que a transformação ocorra (Proposição 4). Há duas ligações entre níveis hierárquicos que sugerem o processo de reconciliação integrativa, ambas formando proposições parcialmente válidas: a primeira a respeito do ÓVULO que origina a SEMENTE e que dá origem a uma nova ÁRVORE; a segunda relacionada à mudança de coloração dos frutos.

A partir da avaliação da situação-problema apresentada, pode-se identificar que o aluno encontra-se no momento denominado *continuum* entre a aprendizagem mecânica e a significativa, em que alguns novos conceitos que foram memorizados servem de subsídios para a aprendizagem que está sendo elaborada.

nasce ÁRVORE.

10) Tem parte FEMININA, o ÓVULO fica no OVÁRIO que se transforma no FRUTO.

11) FRUTO muda de COR para saber se tá bom para CONSUMO.

As proposições elaboradas são todas válidas e abrangem o conteúdo desenvolvido. Apenas a proposição 9 foi considerada parcialmente válida, pois mostra que o aluno não deixa claro que o óvulo precisa ser fecundado para se transformar em semente. Os níveis hierárquicos mostram-se suficientemente claros, deixando visível o processo de diferenciação progressiva.

O mapa parece indicar indícios da elaboração do processo de frutificação na estrutura cognitiva, possibilitando que o aluno superasse o problema proposto na atividade.

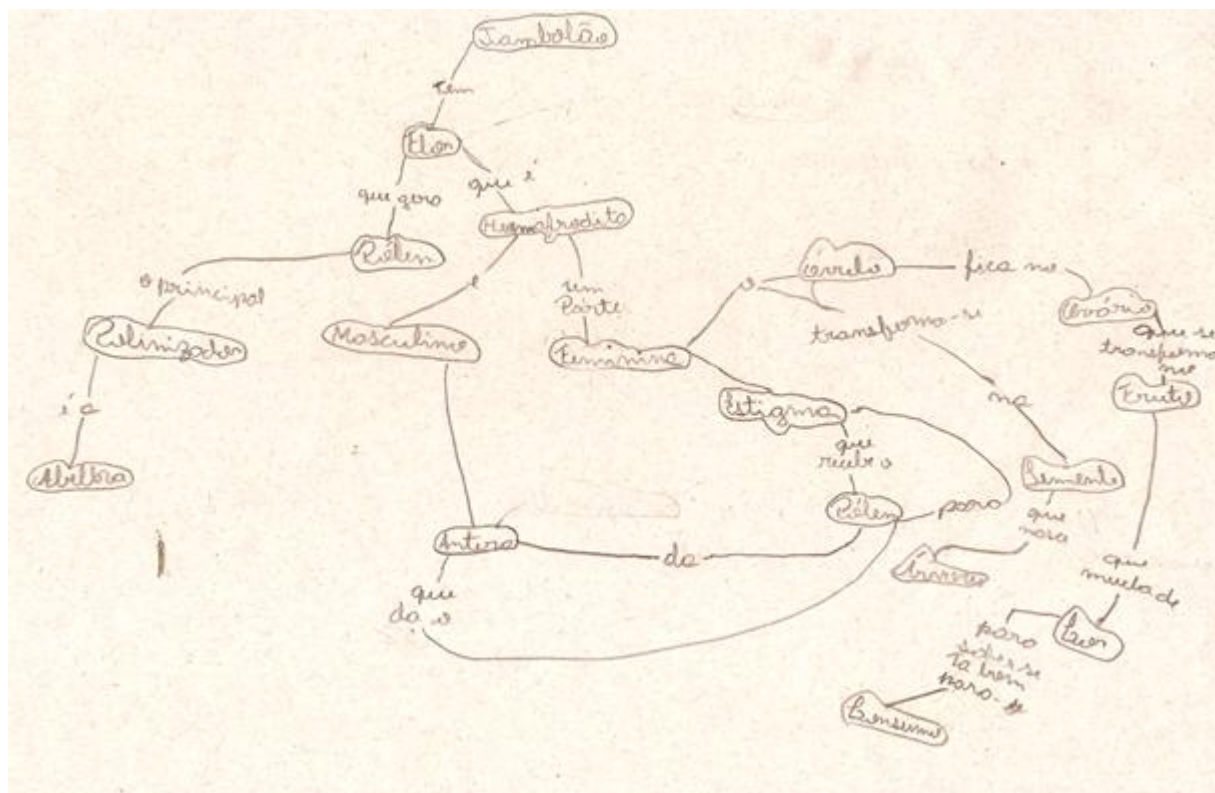


Figura 12 - MC.2.A4

- MC.2.A5
 - Nove conceitos.
 - Quatro níveis hierárquicos.
 - Oito relações entre conceitos.

o Três proposições:

- 1) JAMBOLÃO é a REPRODUÇÃO do OVÁRIO se torna FRUTO.
- 2) ÓVULO se torna SEMENTE.
- 3) Tudo isso recebe a ajuda dos ANIMAIS, um dos mais importantes é a ABELHA e o PÁSSARO.

As proposições formadas são válidas e representam as relações estabelecidas a respeito da frutificação e polinização. O mapa apresenta níveis que demonstram a hierarquização dos conceitos (JAMBOLÃO, FRUTO, REPRODUÇÃO, OVÁRIO, ÓVULO e SEMENTE), caracterizando o processo de diferenciação progressiva.

A ligação entre os níveis representados pelos conceitos FRUTO-REPRODUÇÃO-OVÁRIO-ÓVULO, que mostra uma relação entre os conceitos, traz elementos que parecem caracterizar o processo de reconciliação integrativa. A frutificação do jambolão foi explicada de forma geral, resolvendo a situação problema proposta, mas não incluindo conceitos específicos como as partes da flor e suas funções.

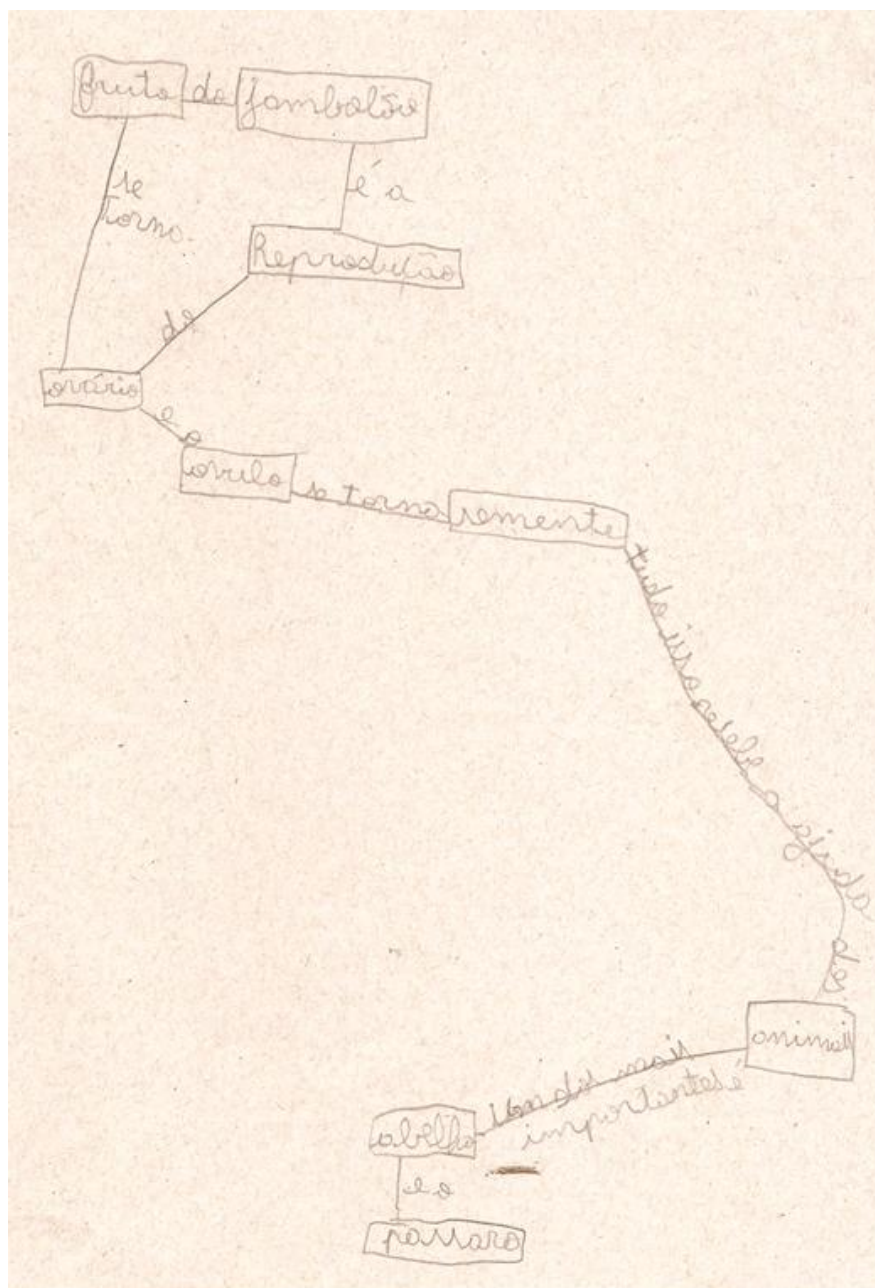


Figura 13 - MC.2.A5

- MC.2.A6
 - 12 conceitos;
 - 13 relações entre conceitos;
 - Sete níveis hierárquicos;
 - Oito proposições:
 - 1) SEMENTE cresce para ser uma FLOR.
 - 2) FLOR pode ser HERMAFRODITA.

- 3) HERMAFRODITA é que é FEMININA e MASCULINA.
- 4) FEMININA pega o PÓLEN.
- 5) MASCULINA solta o PÓLEN pela ANTERA.
- 6) SEMENTE que é espalhada pelo ANIMAL que se alimenta do FRUTO.
- 7) FRUTO que nasce do OVÁRIO, ÓVULO.
- 8) ÓVULO forma a semente.

As proposições desenvolvidas são válidas, excetuando a número 8, na qual se considera que o óvulo fecundado é que forma a semente. A nº 5 consegue organizar hierarquicamente os conceitos apresentados, diferenciando os conceitos relacionados à estrutura do fruto e da flor hermafrodita, mas sem relacioná-los entre si. Por exemplo: O aluno afirma que o fruto nasce do ovário (proposição 7) mas não relaciona o ovário com a flor feminina.

Não apresenta evidências de estabelecer relação a respeito da polinização e fecundação, não relacionando a liberação do pólen à produção da semente (proposições 5 e 8), isolando-as no mapa.

Desta forma parece que o mapa atende parcialmente à resolução do problema proposto, podendo indicar que o aluno esteja no processo de elaboração de significados para os conceitos trabalhados na unidade.

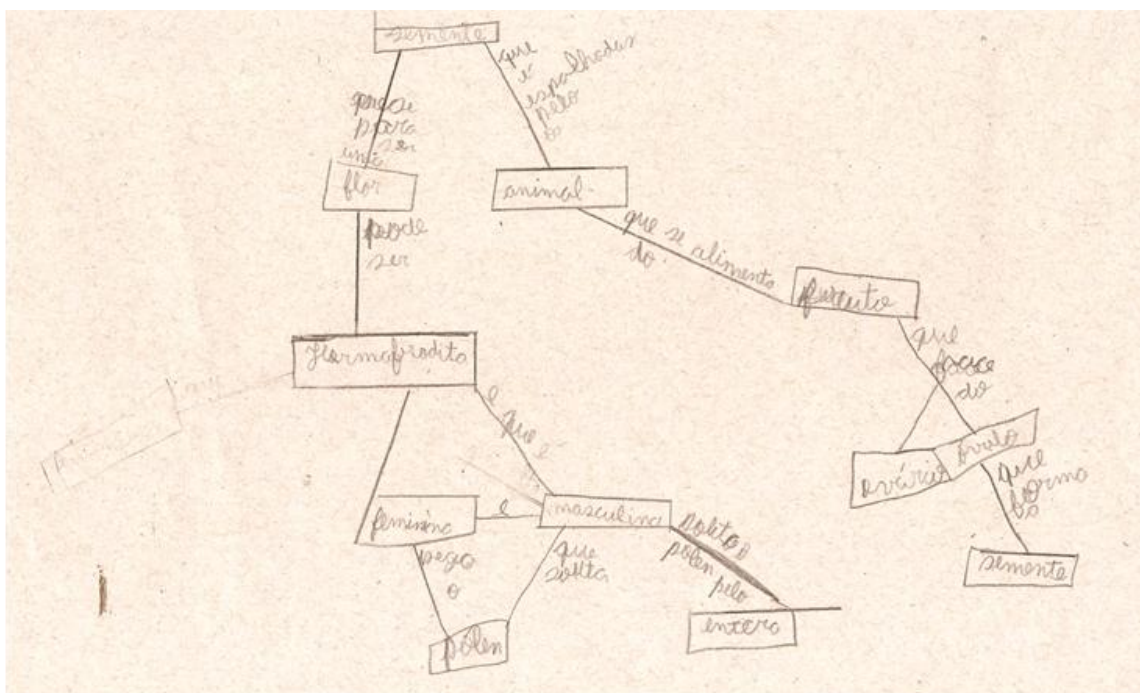


Figura 14 - MC.2.A6

- MC.2.A7
 - 12 conceitos;
 - Quatro relações entre conceitos;
 - Três níveis hierárquicos;
 - Uma proposição:
 - 1) JAMBOLÃO sai da ÁRVORE.

O MC foi elaborado a partir da palavra jambolão, tendo a ela ligados vários conceitos, mas formando apenas uma proposição válida. A proposição “A ABELHA vai no POLINIZADOR” não foi considerada válida. Excetuando-se o conceito ÁRVORE, os demais conceitos são ligados ao conceito central por uma linha conectiva sem palavras de ligação. Há dois níveis conceituais, de conceitos mais gerais, mas que não se relacionam diretamente aos conceitos subsequentes. O mapa também foi construído com alguns conceitos isolados.

O aluno aproxima alguns conceitos relacionados às estruturas femininas da flor como ESTIGMA e OVÁRIO, e também as estruturas masculinas como ANTERA e CÉLULA REPRODUTIVA, mas não faz esta distinção conceitualmente, deixando a parte masculina isolada no mapa.

Foi possível encontrar a hierarquização dos conceitos REPRODUÇÃO-FRUTO-SEMENTE, mesmo que sem palavras de ligação, o que demonstra a diferenciação progressiva do conceito de reprodução, ainda que de forma muito geral. Não foi possível encontrar elementos que demonstrem a diferenciação progressiva dos demais conceitos presentes no mapa. Os conceitos isolados também indicam que seus significados ainda não estejam elaborados.

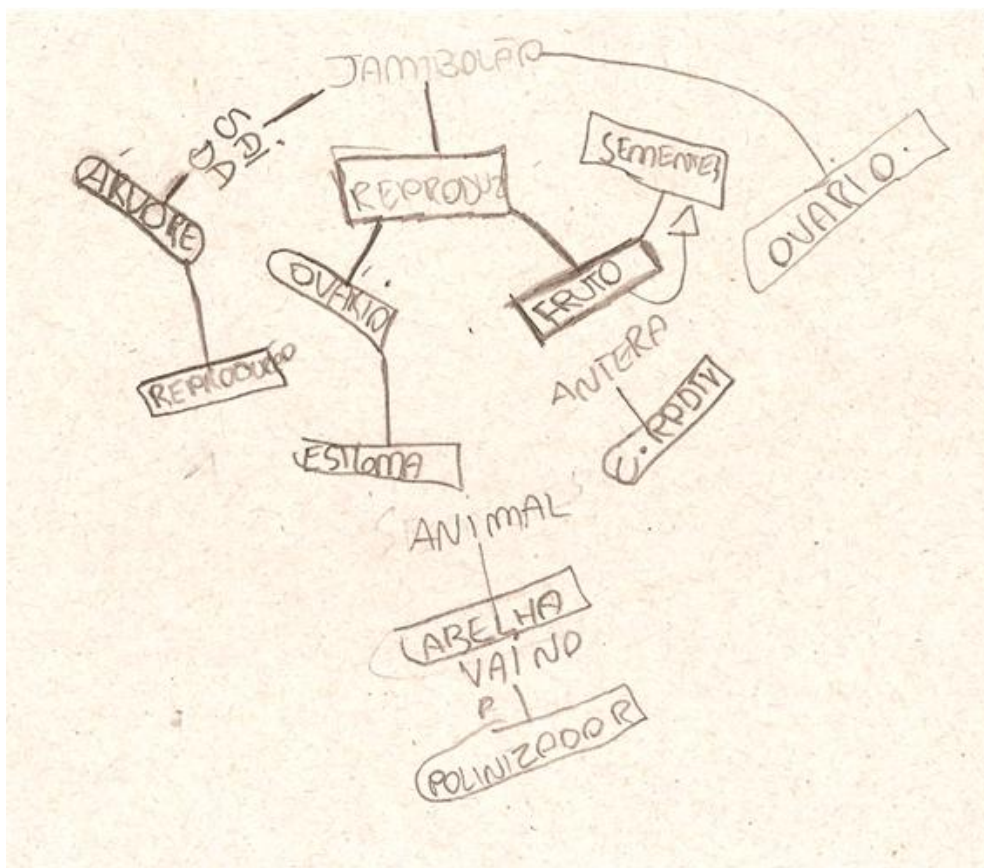


Figura 15 - MC.2.A7

- MC.2.A8
 - 17 conceitos;
 - 19 relações entre conceitos;
 - Oito proposições:
 - 1) ABELHA é polinizador do JAMBOLÃO.
 - 2) JAMBOLÃO vira uma ÁRVORE.
 - 3) JAMBOLÃO é formado por ANTERA e ESTIGMA, OVÁRIO, partes da FLOR.
 - 4) JAMBOLÃO é formado por ANTERA, parte MASCULINA.
 - 5) FLOR tendo PÉTALA cai, não há PÓLEN.
 - 6) FLOR e separado pelo PÓLEN.
 - 7) Parte FEMININA que se REPRODUZ dentro do OVÁRIO e o ÓVULO vira SEMENTE, cresce no OVÁRIO, dá FRUTO.
 - 8) Partes FLOR FEMININA, parte ESTIGMA, OVÁRIO, se transforma FRUTO da SEMENTE.

As proposições formadas descrevem as estruturas da flor do jambolão, explicitando sua parte feminina e masculina. A organização hierárquica prejudicou a formação de algumas proposições, como por exemplo, a 3 e a 8, que foram compreendidas com a aluna, dentro do contexto.

Mesmo utilizando diferentes conceitos específicos próximos aos conceitos gerais, A8 tem dificuldade de organizá-los hierarquicamente, sendo, portanto prematuro caracterizar o processo de diferenciação progressiva.

As proposições formadas sugerem indícios da organização de alguns conceitos relacionados à relação entre as estruturas florais e o fruto (óvulo-semente; ovário fruto), bem como das partes da flor, que, mesmo ainda não totalmente estruturadas, deram subsídios para o entendimento geral do processo de frutificação. A frutificação parece estar compreendida como uma transformação da flor, mas não relacionada com o pólen, que não está ligado à flor feminina em nenhum ponto do mapa.

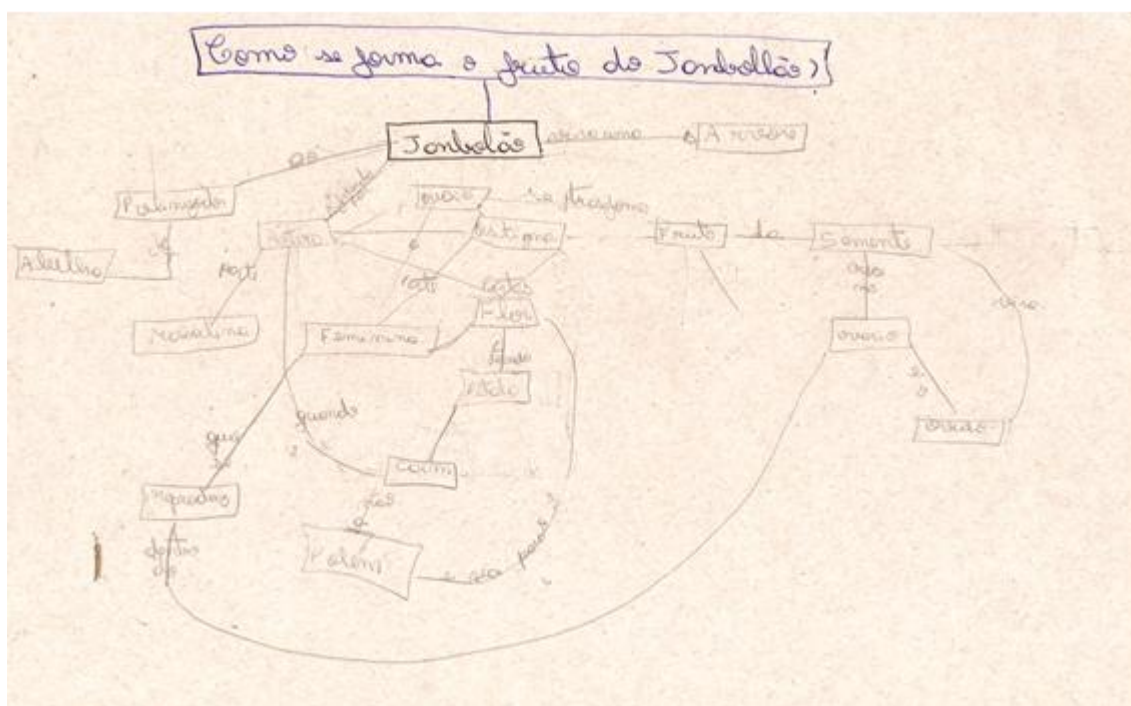


Figura 16 - MC.2.A8

- MC.2.A9
 - 18 conceitos;

- 17 relações entre conceitos;
- Seis níveis hierárquicos;
- 11 proposições:
 - 1) JAMBOLÃO é uma árvore.
 - 2) JAMBOLÃO nasceu de uma FLOR.
 - 3) A FLOR era HERMAFRODITA, isso é MASCULINA e FEMININA.
 - 4) MASCULINA tem ANTERA e FILETE.
 - 5) MASCULINA libera PÓLEN que é polinizado pela ABELHA e outros ANIMAIS.
 - 6) PÓLEN libera uma CÉLULA REPRODUTIVA que vai para o ÓVULO forma a SEMENTE.
 - 7) FEMININA tem estigma.
 - 8) A FLOR tinha PÉTALAS.
 - 9) A FLOR tinha OVÁRIO e ÓVULO.
 - 10) OVÁRIO forma o fruto.
 - 11) ÓVULO forma a SEMENTE.

As proposições formadas indicam indícios de elaboração dos conceitos de polinização e fecundação, pois A9 descreve estes processos. A hierarquização é clara quanto às partes da flor, mas não há a relação entre ovário e óvulo com a parte feminina, ficando o fruto isolado do conceito FEMININA, mas hierarquicamente ligado abaixo dos conceitos FLOR e OVÁRIO. Mesmo assim, é visível a diferenciação progressiva dos conceitos.

A9 elabora o conceito de fecundação descrevendo a ação da célula reprodutiva gerando a formação da semente, gerando as proposições 6 e 7 que podem sugerir a reconciliação integrativa dos processo de polinização e fecundação.

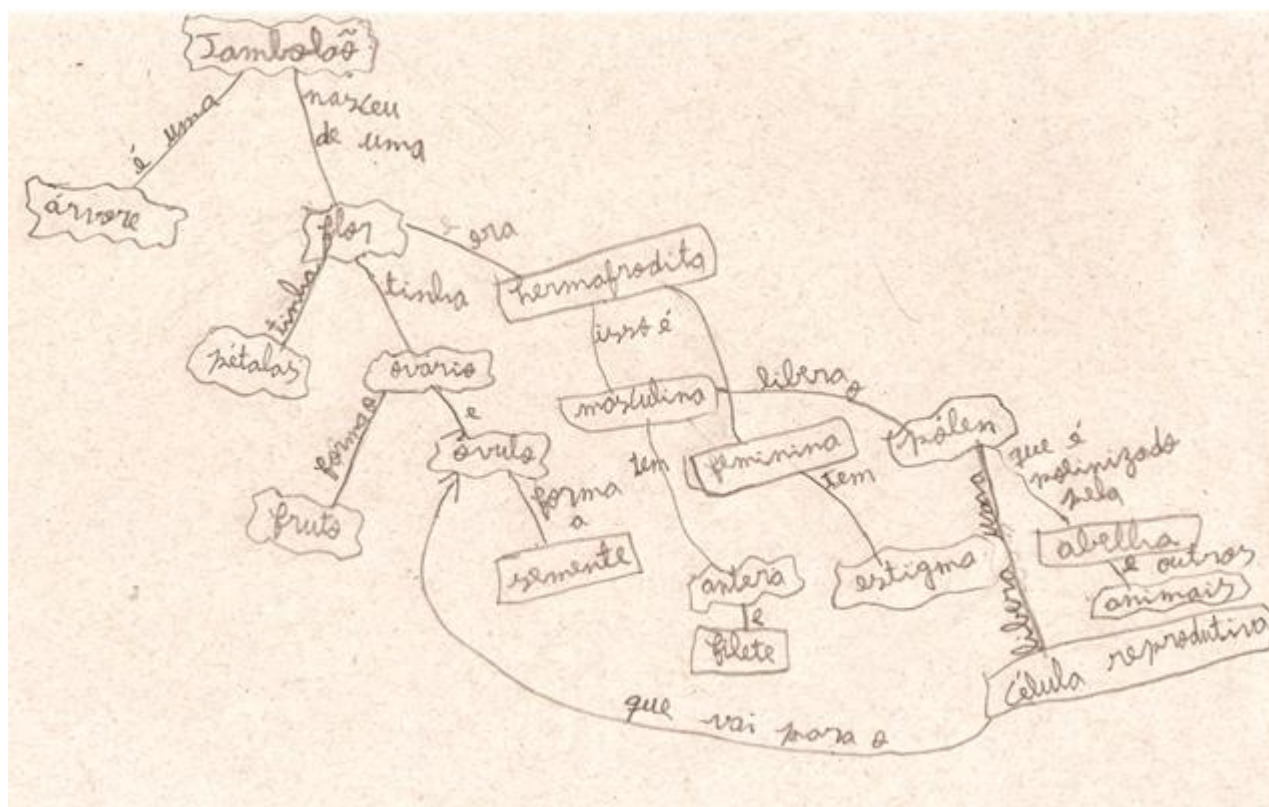


Figura 17 - MC.2.A9

- MC.2.A10
 - Seis conceitos;
 - Seis relações entre conceitos;
 - Quatro proposições:
 - 1) ÁRVORE que nasce um FRUTO.
 - 2) ÁRVORE é uma JAMBOLÃO nasce do OVÁRIO.
 - 3) OVÁRIO e tem dentro SEMENTE que cresce como um BEBÊ.
 - 4) BEBÊ dentro do OVÁRIO

A orientação de construção do mapa não foi considerada ou não foi bem compreendida, pois a aluna não utilizou os conceitos escolhidos coletivamente pela turma, reduzindo os conceitos disponíveis para a elaboração do mapa.

Não é possível identificar elaboração dos conceitos de polinização e fecundação, pois nenhum conceito geral ou específico a estes fenômenos é citado. Consequentemente a elaboração conceitual do processo de frutificação é comprometida, gerando proposições com conceitos pouco relacionados, faltando

subsunçores que os ancorem, como, por exemplo, as proposições 2 e 3.

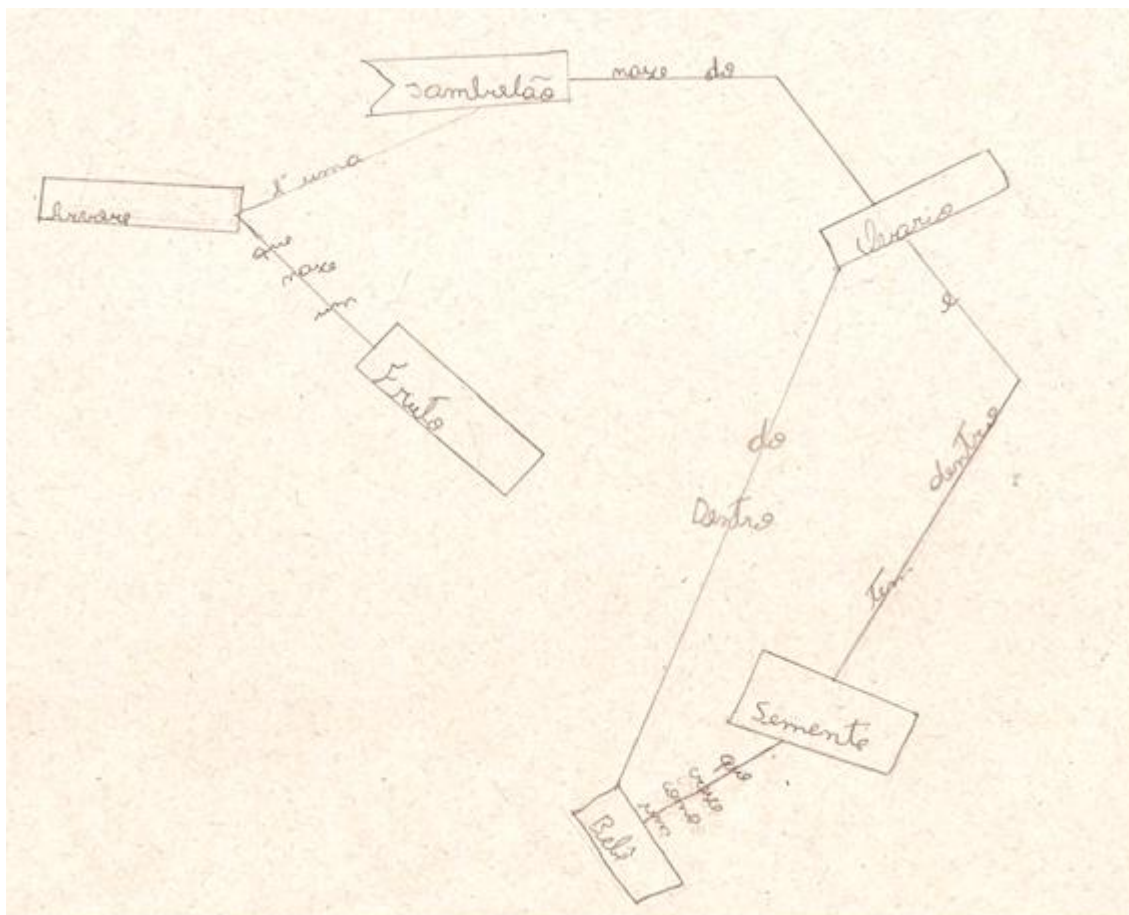


Figura 18 - MC.2.A10

- MC.2.A11

- 14 conceitos;
 - 15 relações válidas;
 - Oito proposições:
- 1) JAMBOLÃO é uma SEMENTE que após sua REPRODUÇÃO vira uma ÁRVORE.
 - 2) ÁRVORE que dá FLORES que viram FRUTOS.
 - 3) FLORES tem lindas PÉTALAS.
 - 4) FRUTOS sua raiz é RAIZ TERRESTRE.
 - 5) REPRODUÇÃO é assim a ABELHA retira SEU pólen e o coloca nas FLORES.
 - 6) PÓLEN e vira CÉLULA REPRODUTIVA que forma o JAMBOLÃO.

7) JAMBOLÃO incha o OVÁRIO e se transforma no FRUTO.

8) É como no HERMAFRODITA dois sexos.

O mapa não apresenta níveis conceituais muito claros. Das oito proposições apresentadas, apenas a 4 não foi considerada válida em função da relação entre fruto e raiz, que ficou desconexa.

O mapa apresenta as conexões entre flor e fruto, mas de forma geral, menos inclusiva, como, por exemplo, sobre a polinização. Há a afirmação: “a ABELHA retira SEU pólen e o coloca nas FLORES (proposição 5)”, sem, entretanto, haver uma descrição do processo de forma mais detalhada.

Sobre a fecundação, o A11 também generaliza, afirmando que o “PÓLEN e vira CÉLULA REPRODUTIVA que forma o JAMBOLÃO (proposição 6)”. Entre a formação da célula reprodutiva e o desenvolvimento da fruta, há a necessidade de elaborar os conhecimentos mais específicos do processo.

Essas afirmações mais gerais refletem sobre a conclusão do aluno sobre a frutificação: JAMBOLÃO incha o OVÁRIO e se transforma no FRUTO. A princípio, o mapa traz indícios de um entendimento menos inclusivo a respeito dos aspectos gerais da reprodução das angiospermas.

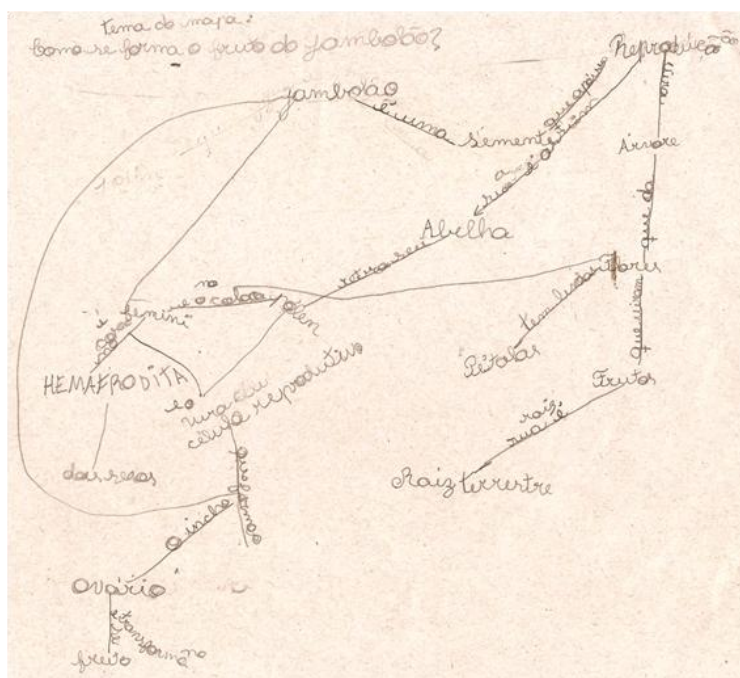


Figura 19 - MC.2.A11

- MC.2.A12

- 18 conceitos;
- 21 relações entre conceitos;
- Quatro níveis hierárquicos não claramente constituídos;
- 10 proposições:
 - 1) O JAMBOLÃO nasce em uma ÁRVORE.
 - 2) O JAMBOLÃO muda de COR.
 - 3) O JAMBOLÃO se forma pela SEMENTE, da (dela) nasce um FRUTO.
 - 4) O ÓVULO forma a SEMENTE.
 - 5) A ABELHA ajuda a reproduzir o JAMBOLÃO.
 - 6) A ANTERA solta o PÓLEN, a ABELHA pega o PÓLEN da FLOR.
 - 7) A ABELHA pega o PÓLEN da FLOR larga no OVÁRIO e REPRODUZ uma nova SEMENTE.
 - 8) Quando a FLOR MASCULINA já doou seu PÓLEN ela MURCHA.
 - 9) A ABELHA pega o PÓLEN da FLOR MASCULINA e passa para a FEMININA.
 - 10) ANIMAIS também levam PÓLEN para a flor FEMININA.

As proposições elaboradas foram consideradas válidas. Trazem, em níveis hierárquicos pouco definidos, a polinização, a partir da liberação de pólen pela antera (Proposição 6), a senescência da flor masculina (Proposição 8). Posteriormente, fala da superficialmente que o pólen vai para a flor feminina. Demonstra não ter identificado a característica diferencial entre as espécies trabalhadas, já que a flor do jambolão diferentemente da erva-mate, é hermafrodita.

Os aspectos da fecundação não foram descritos, mas a frutificação é apresentada nas proposições 2, 3 e 4, nas quais A12 traz a relação entre o óvulo e a semente, mas não especifica que o óvulo precisa ter sido fecundado, e escreve sobre a mudança de coloração do fruto, mas não relaciona este fato com a maturação da semente.

A princípio, parece que a A12 apresentou indícios da aprendizagem de elementos mais gerais sobre os conceitos de polinização, fecundação e de frutificação, não relacionando-os de forma a identificar as especificidades da reprodução do jambolão para a resolução da situação problema.

- MC.2.A14

- 20 conceitos;
- 22 relações entre conceitos;
- Nove proposições:
 - 1) JAMBOLÃO tem o ESTIGMA que é a parte FEMININA.
 - 2) JAMBOLÃO tem também a ANTERA que é a parte MASCULINA.
 - 3) JAMBOLÃO é uma PLANTA, tem PÉTALAS, é uma FLOR HERMAFRODITA.
 - 4) JAMBOLÃO é uma PLANTA, é uma FLOR HERMAFRODITA, tem dois SEXOS.
 - 5) JAMBOLÃO é uma ÁRVORE.
 - 6) JAMBOLÃO tem um POLINIZADOR que é a ABELHA.
 - 7) ABELHA transporta o PÓLEN, larga uma CÉLULA REPRODUTIVA, larga no OVÁRIO e vai para o ÓVULO, se transformar em uma SEMENTE, sai o JAMBOLÃO.
 - 8) OVÁRIO, que se transforma no FRUTO.
 - 9) JAMBOLÃO tem o FILETE que recebe o PÓLEN.

As proposições são elaboradas, sendo consideradas válidas com exceção da número nove. A hierarquização ocorre de forma restrita a alguns conceitos tais como: abelha, polinizador, pólen, ou ainda OVÁRIO, ÓVULO, SEMENTE.

Mesmo identificando adequadamente as estruturas florais, o A14 não realiza a hierarquização das mesmas, organizando tanto as estruturas femininas quanto as masculinas em linha, não relacionando-as também com o conceito HERMAFRODITA.

A relação entre polinização e fecundação é visível, e a relação entre as estruturas florais e o fruto também.

No mapa, A14 contempla os conceitos trabalhados, relacionando-os entre si, mas de forma a caracterizar mais claramente a diferenciação progressiva e nas proposições 7 e 8. Tais elementos podem indicar uma reconciliação integrativa.

- MC.2.A15

- 16 conceitos;
 - 16 relações entre conceitos;
 - Cinco níveis hierárquicos;
 - Sete proposições:
- 1) JAMBOLÃO é um alimento dos ANIMAIS.
 - 2) JAMBOLÃO é uma ÁRVORE que dá FRUTO.
 - 3) JAMBOLÃO sua FLOR tem ÓVULO e OVÁRIO.
 - 4) Sua FLOR tem PÓLEN que chega pelo POLINIZADOR que faz POLINIZAÇÃO.
 - 5) Sua FLOR tem PÓLEN que chega pelo POLINIZADOR que é a ABELHA.
 - 6) Sua FLOR tem PÓLEN que leva a CÉLULA REPRODUTIVA até o OVÁRIO e ÓVULO que dá SEMENTE.
 - 7) JAMBOLÃO é HERMAFRODITA porque tem ANTERA e ESTIGMA.

3) FLORES que tem parte FEMININA e MASCULINA é chamada de HERMAFRODITA.

O mapa foi elaborado com apenas seis conceitos, apesar de A16 ter elaborado uma lista de conceitos mais extensa, que depois apagou. O mapa descreve a questão das flores hermafroditas, mas não explicita quais são as partes masculinas e femininas. A16 afirma que flores se transformam em frutos como o jambolão, mas não traz elementos conceituais que possam consistentemente elaborar soluções para o problema apresentado na atividade.

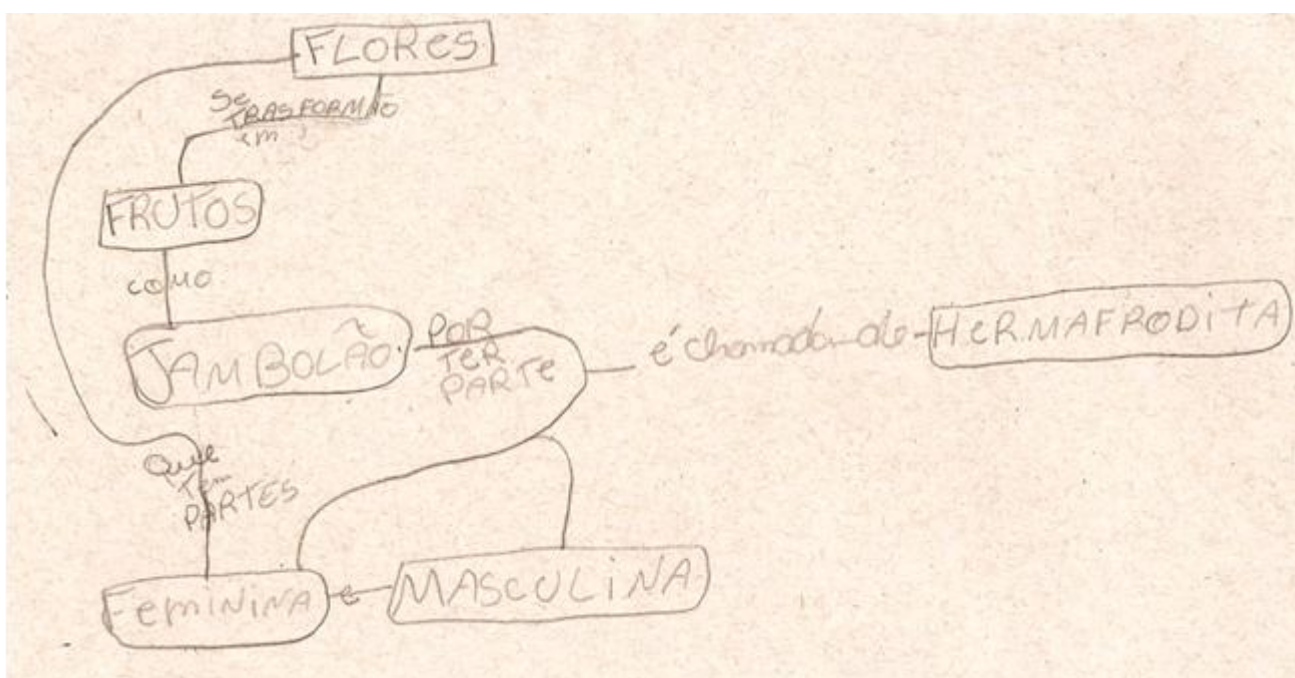


Figura 24 - MC.2.A16

- MC.2.A17
 - 10 conceitos;
 - Sete relações entre conceitos;
 - Três níveis hierárquicos;
 - Cinco proposições:
 - 1) JAMBOLÃO é HERMAFRODITA.
 - 2) JAMBOLÃO é uma árvore.
 - 3) JAMBOLÃO a polinização acontece com ajuda de ANIMAIS como a ABELHA.

- 4) Quando acontece a REPRODUÇÃO a CÉLULA REPRODUTIVA vira um FRUTO.
- 5) FRUTO tem SEMENTES.

O MC apresenta cinco proposições, das quais a número quatro não foi considerada válida, por afirmar que a célula reprodutiva se transforma no fruto. O mapa não traz a relação entre a polinização e a fecundação, nem faz menção ao pólen, necessário para que haja a célula reprodutiva que fecunde o óvulo; nem à flor, estrutura básica para a reprodução. A partir disso, conclui-se que não houve a apropriação significativa de alguns conceitos, que impossibilitaram a resolução da situação problema.

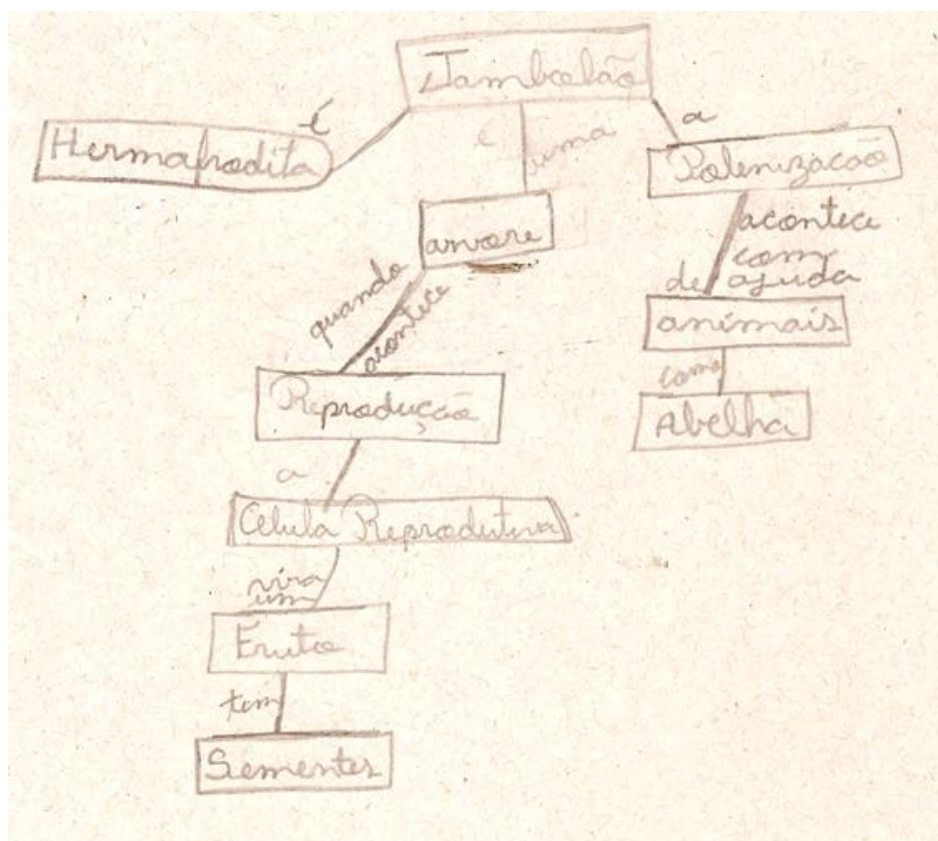


Figura 25 - MC.2.A17

5.3.5.2 Análise da história elaborada pelo aluno

Para apresentação dos resultados, cada texto produzido pelo aluno foi transcrito e posteriormente analisado basicamente em quatro critérios conceituais, objetivando identificar se o aluno:

- 1) Reconhece a polinização como fenômeno relacionado à produção do fruto;
- 2) Relaciona a flor à produção do fruto;
- 3) Traz o entendimento da função do pólen e do óvulo na fecundação;
- 4) Reconhece a transformação do óvulo fecundado e do ovário após a fecundação, caracterizando a frutificação.

Palavras escritas com alguma inconsistência ortográfica ou de concordância foram mantidas, mas sinalizadas em *itálico>. Em alguns casos foram acrescentadas palavras que completam a frase, dando-lhe sentido: estas estão entre parênteses e só foram acrescentadas após a frase ser discutida com o aluno.*

- **A1**

“A ÁRVORE DE JAMBOLÃO

Essa é minha árvore alta e bonita.

Eu demoro muito tempo para me reproduzir mas depois que me reproduzo vem o fruto do Jambolão.

Esse é o meu fruto sou um dos melhores frutos que existe bem suculento e gostoso.

Mas preciso de ajuda para me reproduzir as abelhas são as minhas melhores amigas por que elas me trazem o pólen para eu poder me reproduzir.

Passo por três cores pra saber quando to pronto primeiro cor é branco.

Segunda cor é a vermelha para finalizar para poderem me comer é a roxa.

Ai eu caio da mina árvore e todos vem me juntar para me provar.

Depois vou para as vendas para me comprar e fazer suco e várias outras coisas.

E assim vou indo me reproduzir para todos me provar.”

A partir dos critérios destacados, o aluno traz a informação da polinização, afirmando que “preciso de ajuda para me reproduzir as abelhas são as minhas melhores amigas por que elas me trazem o pólen para eu poder me reproduzir”. Apesar de a afirmação parecer evidenciar o entendimento da colaboração dos insetos para a polinização, a ilustração que acompanha a frase é de uma abelha voando ao lado de um fruto do jambolão. A pesquisadora solicitou que o aluno contasse mais sobre a sua ilustração, a que o aluno afirmou que as abelhas

polinizam os frutos para produzir a semente.

A partir da relação entre proposição formulada pelo aluno, sua ilustração e a afirmação feita à pesquisadora, não se encontram evidências da aprendizagem sobre os aspectos da polinização.

O aluno relaciona o conceito “reprodução” à formação do fruto quando afirma: “Eu demoro muito tempo para me reproduzir, mas depois que me reproduzo vem o fruto do Jambolão”, mas ao longo do texto não demonstra aspectos que evidenciem o significado do conceito de “reprodução”.

No texto, é citada a mudança de coloração do fruto, como sinalização de prontidão do mesmo para consumo. Também é feita a relação do fruto com a vida cotidiana, sendo citado exemplo de consumo e comércio do jambolão.

Mesmo o aluno tendo trazido elementos do cotidiano para o seu texto, parece que ele não aprimorou significativamente os conhecimentos prévios identificados no início da unidade, pois já afirmava em seu MC.1 que o fruto era o órgão de reprodução e que a polinização estava relacionada à produção de sementes. O aluno não traz em seu texto elementos que tratem sobre as estruturas florais e sua colaboração para o processo de frutificação, nem sua relação com a formação do fruto. Não foram, portanto, encontradas evidências de AS a partir deste instrumento.

- **A2**

“Olá sou o Jambolão

Olá sou o jambolão.

Sou uma árvore bem grande e dou frutos muito bom.

Mas quando os animais me largam o pólem eu fico muito feliz.

Depois que cai as frutas fica um ambiente feio.

Logo quando eu nasci eu era bem pequenininha como o desenho da página1.

Agora sou bem grande.

Eu tenho óvulo e ovário.

O óvulo recebe a célula reprodutiva.

O óvulo vira a semente.
E a semente vira árvore.”

No texto a polinização é sinalizada como algo bom para a árvore, mas não é explicado o motivo. A estrutura das flores não é descrita, mas o aluno demonstra reconhecer a transformação do óvulo fecundado e do ovário após a fecundação. Descreve parcialmente o processo de fecundação, citando a célula reprodutiva e ilustrando ovário, óvulo, pólen e o tubo polínico.

O aluno consegue descrever a continuidade do processo de reprodução ao descrever que “a semente vira árvore”, mostrando que, além do entendimento da formação da semente, compreende sua função. O entendimento da função da semente já havia sido identificado no Instrumento 1 (Q9b).

- **A3**

“O JAMBOLÃO E A ERVA-MATE

Esse é um jambolão maduro.

Essa é uma árvore do jambolão é a *Syzyguim Cumini*.

Éssa é uma flor hermafrodita (tem 2 *sexus*).

Essa é uma árvore de erva-mate a *Ilex paraguarienses*.

Essa é a flor masculina da erva-mate.

Essa é a flor feminina da erva-mate.

Esse é o ovário do Jambolão.

Essa é a célula reprodutiva entrando no ovário.

Esse é o ovário virando fruto que já esta bom para comer.”

O aluno elaborou seu livro de forma a descrever suas ilustrações. Assim foi demonstrando as plantas trabalhadas, diferenciando-as quanto ao tipo de flor e optando por descrever a fecundação do jambolão.

O pólen ou os polinizadores não são citados, não sendo relacionados com a existência da célula reprodutiva no ovário. Por isso, parece não ter elementos que indiquem o entendimento da função do óvulo e do ovário na fecundação. Mesmo não sendo descrita a função das pétalas, o aluno mostra, em forma de desenho, as pétalas caindo após a fecundação, no momento que afirma “Esse é o ovário virando

fruto que já está bom para comer”. Parece trazer o entendimento de que a frutificação é um processo instantâneo, pois após o ovário está “virando fruto” e já está “bom para comer”, ou seja, maduro, desconsiderando que não há somente o crescimento do ovário, mas também o desenvolvimento da semente no seu interior.

- **A4**

“A VIDA REPRODUTIVA DO JAMBOLÃO
DA FLOR AO FRUTO

Oi eu sou a flor do jambolão meu nome científico é *Syzygium Cumini*, vou explicar como eu me reproduzo e para que eu sirvo.

Eu sou uma flor hermafrodita tenho partes femininas e masculinas.

A minha parte feminina chama-se estigma e a masculina antera, a antera dá pólen para o estigma meu polinizador é a abelha.

Dentro da minha parte feminina tenho óvulos e ovários se transformam em fruto e os óvulos em sementes eu dou origem a esse fruto.

O meu fruto muda de cor para avisar vocês quando estou bom para comer eu tenho três cores: branco, vermelho e por fim roxo.

Como meu fruto da para comer, fazer suco, eu sirvo de alimentos para passarinhos dizem que eu sou doce e ácido e bem forte.

O meu fruto só cresce no inverno, por dentro depois que eu caio no chão eu fico com uma gosma e todo mundo suja os pés quando pisam em mim.

Sem ajuda da abelha e do vento eu não crio fruto, se não existisse a abelha eu não seria ninguém.”

O aluno consegue se apropriar da proposta e personificar seu personagem, sendo a flor do jambolão sua personagem principal, que conta a história. O aluno consegue trazer elementos que indicam a compreensão da dependência da polinização para que a frutificação aconteça. Identifica as estruturas florais como elementos importantes para a reprodução: “Eu sou uma flor hermafrodita tenho partes femininas e masculinas. A minha parte feminina chama-se estigma e a masculina antera, a antera dá pólen para o estigma meu polinizador é a abelha”.

Traz o entendimento da função do óvulo na fecundação, reconhecendo a transformação do óvulo fecundado e do ovário após a fecundação: “Dentro da minha parte feminina tenho óvulos e ovários se transformam em fruto e os óvulos em sementes eu dou origem a esse fruto”.

Identifica o jambolão como elemento do cotidiano ao afirmar a possibilidade do consumo e ainda como necessário para a alimentação dos animais.

- **A5**

“A ERVA-MATE

Eu sou a erva-mate. Sabia que eu tenho fruto meu fruto tem o nome de drupa ele é assim.

Meu fruto é formado com várias partes e com muito cuidado. Imaginas é tão difícil que tenho até que negociar com as abelhas o meu néctar pelo pólen.

Tenho flor feminina e masculina, mais a masculina é tão generosa que dá pólen para feminina.

Mas você se pergunta, como o pólen é transportado da flor masculina para a feminina?

O pólen é transportando pelas abelhas e com muito cuidado olhe na próxima página.

Assim sou eu anciosamente esperando o pólen chegar.

As célula reprodutiva que estava dentro do pólen desse pelo tudo polinico até o óvulo ai começa a verdadeira transformação.

Após a célula reprodutiva ao chegar ao ovulo o ovulo começa a inchar e se transformar e virar em semente.

O ovário vira a parte deliciosa ou seja o fruto.”

O aluno consegue se apropriar da proposta e personificar seu personagem, sendo erva-mate sua personagem principal, que conta a história da reprodução. O texto traz elementos que mostram o reconhecimento da polinização como processo fundamental para a fecundação e frutificação. Traz uma das estratégias da flor em atrair insetos, a produção de néctar: “Imaginas é tão difícil que tenho até que negociar com as abelhas o meu néctar pelo pólen”.

O aluno nomeia as flores pistiladas e as estaminadas, mas não traz definições que as diferenciem estruturalmente, apenas funcionalmente: “Tenho flor feminina e masculina, mais a masculina é tão generosa que dá pólen para feminina”.

Reconhece a transformação do óvulo fecundado e do ovário após a fecundação, caracterizando a frutificação, como pode ser percebido através da afirmativa: “Após a célula reprodutiva ao chegar ao ovulo o ovulo começa a inchar e se transformar e virar em semente. O ovário vira a parte deliciosa ou seja o fruto”.

O aluno traz um enriquecimento de conceitual notável, pois, na análise de conhecimentos prévios, não foi possível identificar subsunçores relacionados à polinização, nem entendimento da reprodução, a não ser relacionados às sementes ou brotamento (assexuada).

- **A6**

“JAMBONLHÃO

Oi eu sou um jambolão eu sou grande como um salguero.

Eu comese como uma semente mas creci com as ajudas das abelha.

As abelha pegam o pólen de nós flores masculina para leva para as flores femininas.

Mais as flores do jambolão elas são hermafrodita ou seja ela é masculina almesmo tempo feminina.

O pólen pode ser levado pelo vento também.

Quando o óvulos vira a semente e o ovário no fruto ele crese ate o estigma.

O polem pode ser dividido por uma a outra do lado.

Quando o fruto é comido a semente é plantada e começa tudo denovo.

A enste de acaba (Ah, antes de acabar) a flor não pode se reproduzir de o polem for de outra espécie.”

O aluno relaciona a polinização como fenômeno à produção do fruto, salientando que a planta não se reproduz se o pólen for de outra espécie. O aluno entende a polinização como o transporte do pólen da estrutura masculina para a feminina, afirmando que o jambolão tem flores hermafroditas, e usando corretamente o termo. Apesar disso, o aluno não descreve o processo de fecundação, não sendo

possível afirmar se ele apresenta elementos que indiquem a compreensão da função do pólen na fecundação.

Ele reconhece a transformação do óvulo fecundado e do ovário após a fecundação, caracterizando a frutificação e explicando ainda o crescimento do ovário "até o estigma", mostrando que identificou resquícios desta estrutura no ápice do fruto.

- **A7**

"O JAMBOLÃO

O jambolão é uma fruta.

e a abelha vai nele e pega o pólen.

e o estigma é uma célula reprodutiva.

e o jambolão é uma fruta muito boa.

e dentro do fruto do jambolão tem o ovário.

e dessa semente que sai o jambolão.

a arvore do jambolão é muto muto grande mesmo

e as vezes cai um quantos jambolão no chão.

e a abelha é um animal muto bonito."

O aluno não desenvolveu a proposta de personificação da planta, elaborando um texto com frases curtas que descrevem as ilustrações de forma isolada.

Apresenta discordâncias conceituais em relação ao material trabalhado, como pode ser visto nas afirmações: "e o estigma é uma célula reprodutiva", "e dentro do fruto do jambolão tem o ovário".

Não relaciona a polinização com a reprodução, fato já identificado na análise de conhecimentos prévios. A flor não está presente no texto e as estruturas florais são mencionadas de forma isolada (ovário, estigma) não sendo possível identificar o reconhecimento do aluno sobre suas funções para a frutificação. Não traz, também, indícios de reconhecer a transformação do óvulo fecundado e do ovário após a fecundação, caracterizando a frutificação.

- **A8**

“A REPRODUÇÃO DA DONA ERVA MATE

Meu nome científico é *Illex paraguariensis* e sou mais conhecida como Erva Mate meu jeito é assim

E a minha árvore é bem grande, o passarinho que fica na volta da minha árvore o sabiá.

A erva mate é bem conhecida por causa do mate que os gaúchos bebem.

A flor masculina que tem o pólen e a abelha busca o pólen e leva para a flor feminina assim:

O fruto da erva mate dá a avisar as pessoas que colem ele começa a cor verde, branca vermelho e depois roxo e a cor final

A Erva- Mate é bem conhecida no mercado o guilo da erva mate está bem cara no mercado mais vai BAIXAR.

O meu crescimento é assim:

Crescimento:

E agora o fruto”

A aluna traz a estrutura do texto bem parecida com a do livro trabalhado em aula. Enriquece sua história trazendo elementos culturais e socioeconômicos, como a questão cultural do uso da erva mate e a variação do preço no mercado, em alta no momento do desenvolvimento da unidade.

Apesar de a aluna citar a polinização como o processo de transporte do pólen da flor masculina para a feminina, não descreve a função específica do pólen na reprodução nem mesmo a fecundação, não estabelecendo uma relação entre estes fenômenos e a frutificação. Consequentemente também não traz a relação entre a flor e o fruto, não citando em nenhum momento a flor e suas modificações características da frutificação.

No instrumento de análise de conhecimentos prévios, A8 já trazia a relação entre polinização e reprodução de forma isolada, sem relacionar os conceitos de flor e fruto no seu MC.

- **A9**

“A ERVA–MATE

Você não imagina mas a erva-mate do seu chimarrão é uma árvore. Meu nome científico é *Ilex Paraguariensis*.

Agora nas próximas páginas você vai ver como eu sou e como eu me reproduzo.

Essa é minha flor masculina e veja as partes dela.

Na antera é onde fica o pólen na flor masculina até vir um polinizador para levar o pólen até a flor feminina.

Agora veja como o pólen é polinizado até a flor feminina.

Como vimos na página anterior o meu polinizador está levando o pólen até a flor feminina.

Veja agora as partes da flor feminina.

Quando o pólen chega ao estigma ele libera uma célula reprodutiva que vai até os óvulos.

Depois que a flor feminina libera seu pólen a flor vai morrer.

E na flor feminina ela vai se reproduzir no fruto

Bom essa é minha história de sua erva-mate usada em seu chimarrão.”

A9 apoderou-se e desenvolveu a proposta de personificação, escolhendo a erva-mate como personagem da história. Em seu livro, bem ilustrado e colorido, traz elementos que mostram indicações de reconhecimento das funções de polinização e fecundação, quando afirma: “Na antera é onde fica o pólen na flor masculina até vir um polinizador para levar o pólen até a flor feminina”, bem como estruturas de cada flor, utilizando adequadamente os termos antera e estigma. Explica de forma adequada a fecundação, mas não deixa claro o entendimento da formação da semente e da transformação do ovário no fruto, apesar de afirmar que a flor se transforma em fruto.

- **A10**

“ERVA MATE E SUA HISTÓRIA

Olá eu me chamo Lili meu nome verdadeiro é *Ilex paraguariensis* Nasci de uma árvore Brasileira:

Me descobriram no Paraguai, minha visita predileta é da Sr. Abelha pois ela me deixa muito feliz quando me traz o pólen.

Minha semente nasce do ovário e lá eu cresço.

E me desenvolvo assim.

Agora vou falar mais sobre mim e das partes da minha flor.

Minha flor feminina é assim.

A única coisa que eu não gosto é quando arrancam a minha amiga, a eucalipto para fazerem folhas de cadernos.

O nome Dela é Susi. Nos somos amigas des que me plantaram.

Ela está sempre ao meu lado.”

Apesar de A10 ter personificado a personagem erva-mate, não desenvolveu totalmente a proposta no sentido de contar a origem da planta. A aluna traz uma afirmação que indica que a abelha é responsável por trazer o pólen, mas não especifica por que este processo é importante, não ligando o pólen à fecundação.

Localiza o desenvolvimento da semente no ovário, mas não relaciona seu surgimento com a fecundação do óvulo. A10 não reconhece, portanto, a transformação do óvulo fecundado e do ovário após a fecundação, que caracterizaria a frutificação.

- **A11**

“SUZUGIUM CUMINI JAMBOLÃO

Olá meus amigos meu nome é jambolão os que me estudam me chamam de Syzigium cumini quando eu fico rosa e azedinho as crianças adoram meu gostinho sobem em minha (árvore) para me pegar.

Quer saber como sou madura observe o desenho abaixo:

Olhe como sou.

Todos seres nascem, crescem e morrem apesar de que uns vivem bastante tempo, mas o círculo da vida. E assim com minhas irmãs quando não são provadas fica madurinhas demais pois ficam triste você quando fica triste não murcha? Ou você chora ou fica como a carinha pra baixo apesar de sermos tão fracos indefesos e frágeis não devem machucar a gente.

Como um recém-nascido eu não tem a imunidade alta não ia gostar que

pisasse não pise em cima de nas flores cheirosas aromas que deixam onde você vive mas os meios de transporte poluem e você não sentir nosso doce aroma eles nos poluem e nos matam

Minha mamãe e papai

Estou me formando. 1 meu pai produz o pólen.

2 minha mãe recebeu o pólen nos ovários depois de meu pai produzir o pólen.

3 Depois as pétalas da minha carinha começam a cair depois de acabar o pólen.

5 e a arvore começa a crescer

6 Eu e minhas irmãs começamos a crescer

7 começamos a ficar madurinho

Estou madura para ser provada

Depois de tanto tempo cresci estou no penúltimo estágio de vida. não se esqueça de (não) maltratar as plantas.

Num dia tranquilo alguém sobre em minha arvore quem sera (?) são garotos. Jambolão diz(:)

- tomara que eu seja provada então uma mão a pega e nhac nhac.”

A proposta foi bem aceita por A11, que optou por personificar o fruto do Jambolão, o qual conta sua origem, desenvolvimento e fim, o consumo por humanos.

O aluno explicou a ilustração da página 6, mostrando compreender que a flor que ele nomeia como “mamãe e papai” é uma flor hermafrodita. Explica corretamente a polinização, relacionando-a com a produção do fruto. Reconhece a função das pétalas e pontua sua queda após a polinização, mas não cita outras estruturas, apesar de ilustrá-las corretamente – inclusive o tubo polínico no momento da fecundação. Não cita a origem da semente nem a transformação do ovário no fruto.

- **A12**

FRUTO DO JAMBOLÃO

Essa sou eu me chamo jambolão

Meu o meu nome de verdade é Syzygyum cumini, mas me chamam de Jambolão.

A abelha é minha amiga ela me tráz pólen, de outra flor masculina, hermafrodita.

Através de meu crescimento vou mudando de cor, primeiro fico verde, depois vou ficando branco, depois vermelho e quando estou pronto fico roxo.

Preciso mudar de cor para os animais e as pessoas saberem que estou pronto.

Várias pessoas me usam para comer, fazer sucos, etc.

Vários animais vão em minha árvore para comer meu fruto.

Minha planta tem muitas anteras.

Meu fruto se forma pelo ovário e o óvulo forma minha semente.

A planta escolhida por A12 foi o jambolão. A aluna cita a ocorrência da polinização pelo transporte do pólen de uma outra flor masculina, acrescentando a palavra “hermafrodita” no final da frase. Não fica claro se o entendimento é de que o transporte se dá entre duas flores masculinas ou se houve o entendimento do que se trata uma flor hermafrodita.

A12 não cita nenhuma estrutura floral, nem mesmo as pétalas, não trazendo indícios da função das estruturas florais bem como do pólen e do óvulo na fecundação. Também não traz elementos que indiquem que reconhece a transformação do óvulo fecundado e do ovário após a fecundação, caracterizando a frutificação.

- **A13**

“A VIDA DO SR. JAMBOLÃO

Esse sou eu Syzygium mais conhecido como jambolão

Minha flor é hermafrodita

muitas pessoas adoram comer o meu fruto ele é bem doce e gostoso!

Hum...!!!!

As minhas amigas abelhas que trazem pólen para a antera me ajudam muito

essa é a minha grande amiga antera

ela produz o pólen

o fruto do jambolão é formado pelo ovário

a semente do jambolão vem do óvulo conforme a semente cresce o óvulo aumenta

Depois desse trabalho a fruta do jambolão está quase pronta para o comercio

Depois de colher ela esta pronta para comer e etc...”

A proposta da elaboração do texto foi desenvolvida, A14 optou por personificar o jambolão. O aluno cita a importância da polinização, mas não explica por que motivo. Escreve, em uma parte da história, que a abelha traz o pólen para a ANTERA, mas na página seguinte afirma que a ANTERA produz o pólen. Essa contradição foi verificada analisando o MC, em que se constatou que o aluno identifica a liberação do pólen pela antera.

O aluno não explica a fecundação ou a frutificação, não citando nenhuma estrutura floral e o seu papel nestes processos. Traz corretamente a relação entre óvulo e semente, mas afirma que conforme a semente cresce o óvulo aumenta. Não se sabia se ele se referia ao crescimento conjunto da semente e do ovário, por isso procurou-se esta relação também no MC, no qual o aluno relaciona corretamente o óvulo à semente.

- **A14**

“O JAMBOLÃO

Eu sou o jambolão como todos os frutos tenho semente olha como eu sou na pagina 3.

Na pagina 3 você viu o meu fruto e eu me esqueci de te dizer que meu nome científico é Syzigium cumini.

Você agora vai saber que eu tenho dois sexos veja o meu gineceu ou estigma que é a parte feminina minha na página 6.

Pois agora você ja viu minha flor agora vai ver meu ovário e os óvulos.

O óvulo depois ele vira uma semente e o ovário incha e vera ele por fora na outra página. (mostra o fruto)

Agora veja por dentro na outra página.

Agora já esta pronto para se formar o fruto veja o desenho do jambolão. no

marcador.

Já esta pronto para comer ele já esta maduro, Espero que tenha gostado da minha história.”

A proposta da atividade foi desenvolvida com o aluno optando pela personagem do jambolão. No início do texto, o aluno traz o seu conceito de frutos: todos aqueles que possuem sementes. Posteriormente, ele apresenta a flor hermafrodita, descrevendo a parte feminina, mas ilustrando e identificando também a parte masculina.

A14 não relaciona a polinização ao processo de fecundação, não citando em nenhum momento de que forma a fecundação ocorre. A explicação começa já quando “o óvulo depois vira uma semente e o ovário incha”. Reconhece a transformação do óvulo fecundado e do ovário após a fecundação, caracterizando a frutificação, mas não cita nenhuma outra estrutura floral relacionada à fecundação.

- **A15**

“HISTÓRIA DA ERVA-MATE

Meu nome é Ilex paraguariensis mais conhecida como erva-mate.

A abelha pega meu pólen pela minha antera.

Quando a abelha pega o pólen ela leva para a planta feminina.

Quando o pólen chega na planta a célula reprodutiva vai para o óvulo.

Quando a célula vai para o óvulo o ovário incha.

Quando a abelha pega o pólen da planta masculina as pétalas da planta murcham.

E depois de murchar elas caem.

Depois que o ovário incha e as pétalas caem vem o meu fruto.”

A planta escolhida para a atividade foi a erva-mate. A15 descreveu a polinização, fecundação e frutificação sequencialmente. Trouxe evidências de que reconhece a função das pétalas na estratégia de atração de polinizadores, pois descreve a senescência da flor estaminada após a polinização, bem como a da flor pistilada após a fecundação. Descreve o processo e o papel do óvulo e do pólen na

fecundação, referindo-se corretamente à célula reprodutiva. Reconhece a transformação do óvulo fecundado e do ovário após a fecundação, caracterizando a frutificação.

- **A16**

“O NASCIMENTO DA ERVA-MATE

Bom dia meu nome e Ilex paraguariensis, vamos ver hoje o meu surgimento.

Comecei como uma semente e claro!

As abelhas e quem ajudaram a minha mãe a me ter trazendo pólen para dentro de minha mãe.

O pólen estava descendo assim;

Depois as pétalas de minha mãe caíram.

As sementes de dentro dela incharam.

Logo logo cria o fruto.

As pessoas e os animais comem o fruto.

As vezes eu apareço assim: dentro de uma cuia com uma bomba.

Agora vocês já sabem como é a minha vida.”

A16 optou por personificar a erva-mate. Identifica o início da vida da planta com a semente. Indica a polinização como responsável pela produção dos frutos e descreve a polinização, fecundação e frutificação sequencialmente. Reconhece a senescência após a fecundação e, ainda que não explique a função de outras estruturas (antera, estigma), desenha o processo de fecundação, representando o tubo polínico e as células reprodutivas. Não deixa clara a relação entre o desenvolvimento do ovário e o fruto, bem como entre o óvulo fecundado e a semente, a qual cita como se já existisse dentro da flor. Na análise dos conhecimentos prévios, essa característica de relacionar a semente à flor já havia sido identificada.

- **A17**

“MINHA HISTÓRIA EU SOU O JAMBOLÃO

Sou uma árvore muito conhecida todos adoram meus frutos sou o Jambolão.

Meus frutos tem uma corzinha roxa bem escurinha tem um gostinho um

pouco forte.

Mais sou uma flor um pouquinho diferente pois minha flor tem os dois sexos ou mais conhecida como Hermafrodita.

Preciso do pólen para poder me reproduzir, meu ovário tem que receber as células reprodutivas. Para com o tempo se transforma em meu fruto.

Mais para tudo isso preciso se ajuda da abelha para receber esse pólen e poder fazer minha parte também.

Para chamar atenção das pessoas ou animais, meu fruto vai mudando de cor ate ficar maduro e pronto para comer. Ele fica das cores Roxo, branco, vermelho.

Depois de um tempo meus frutos começa a cair no chão pois estão muito maduros já.

As pessoas ao comer meu fruto jogam no chão e assim cada vez mais posso me reproduzir e ser mais conhecida.”

Para desenvolver a proposta da história, A17 optou pelo jambolão. Demonstrou a relação entre a polinização e a reprodução ao afirmar “Preciso do pólen para poder me reproduzir, meu ovário tem que receber as células reprodutivas. Para com o tempo se transforma em meu fruto”.

Apesar de sinalizar a transformação do ovário em fruto, não fez o mesmo entre óvulo fecundado e a semente. As estruturas florais e seu papel na reprodução, com exceção do ovário, não estão presentes no texto de A17. Mesmo com esta ausência, A17 parece considerar a flor como órgão reprodutivo.

6. Resultados

Não se pode considerar como resultados de uma UEPS a porcentagem de alunos que alcançaram uma AS no tempo determinado da unidade, mas sim o processo de cada aluno durante o desenvolvimento da intervenção. Como avaliação final, os instrumentos nos revelaram a situação da estrutura cognitiva do aluno no momento da atividade, e, por esta estrutura ser dinâmica, a própria atividade avaliativa acaba contribuindo como parte de um processo de aprendizagem.

De forma bem geral, podem-se observar três diferentes situações resultantes do desenvolvimento da unidade, no momento de avaliação da situação cognitiva:

- Alunos que apresentaram indícios de AS do conceito de frutificação, mas de uma forma mais geral, mais inclusiva. Nesses casos, observa-se o início da estruturação dos conceitos com o processo de aprendizagem significativa subordinada, em que se observa a diferenciação progressiva, mas nem sempre chegando à reconciliação integrativa dos mesmos. Observa-se, também, o desenvolvimento de conceitos de polinização e frutificação, mas nem sempre a fecundação está clara dentro da dinâmica da frutificação. São exemplos deste caso: A2, A3, A5, A6, A8, A11, A16 e A17.
- Alunos que apresentaram indícios de AS do conceito de frutificação de forma menos inclusiva. Nesses casos, observa-se a estruturação dos conceitos com a diferenciação progressiva e alguns casos de reconciliação integrativa. O que difere do caso anterior é a presença dos conceitos subsunçores necessários para o desenvolvimento do conceito de frutificação: a polinização e fecundação. São exemplos deste processo: A9, A11, A14 e A15.

- Alunos que não apresentaram, de forma evidente, indícios de AS, e tiveram dificuldades na elaboração de proposições, não sendo possível identificar a reelaboração dos conhecimentos prévios nos instrumentos de coleta. São exemplos desse processo: A1, A7 e A10.

Será feito um comentário sobre a trajetória de cada aluno ao longo da unidade de forma que se possa caracterizar seu processo individual dentro da UEPS.

6.1 A1

A1 é um aluno de 14 anos, que chegou à 5ª série após algumas reprovações nas séries anteriores. No início da intervenção, foi o único que apresentou resistência às atividades, demonstrando, por vezes, comportamento agressivo e intimidador com os colegas. A pesquisadora buscou informações junto à professora titular e às demais professoras, confirmando que esse era um comportamento frequente do aluno. Ao longo da Unidade, foi possível construir uma relação positiva, em que o aluno mostrou-se colaborador em alguns momentos, permitindo uma aproximação mais amigável, mas não demonstrando motivação para as atividades.

Foi um aluno frequente, ausentando-se somente no encontro 10, no qual foram realizadas atividades de reconciliação integrativa no final do desenvolvimento do conteúdo propriamente dito da unidade.

Como conhecimentos prévios, através do instrumento 1, o aluno demonstrou conhecer diferentes tipos de flores; diferenciar as plantas dos animais em função do movimento; relacionar o pólen à reprodução das plantas e à alimentação de animais. O Instrumento 2 traz a confirmação do conhecimento prévio da polinização e do fato de o fruto ser um órgão de reprodução. Essa confirmação significa que o aluno possuía os conhecimentos prévios necessários para o aprendizado da frutificação.

Ao longo da unidade, a dificuldade foi a disposição para aprender, um dos fatores básicos para que a AS ocorra. Houve dificuldade para integrá-lo às atividades e para impedi-lo de perturbar os colegas.

Na avaliação somativa individual (MC.2), houve resistência à realização da atividade no que tange à etapa de organização dos conceitos. A estrutura linear desenvolvida e única proposição construída, apesar de válida, demonstram que não há uma evidente organização hierárquica entre os conceitos. Esse tipo de organização sugere a não aquisição de significados de forma subordinada. A avaliação final foi a atividade em que o aluno demonstrou maior motivação e empenho, diferenciando das atividades que realizava com pressa e displicência. Seu livro é ilustrado e colorido, e a história foi escrita a lápis e depois transcrita à caneta, o que demonstra um maior cuidado com o trabalho.

No texto produzido não ficou evidente a reelaboração dos conhecimentos prévios identificados no início da unidade, pois não houve um enriquecimento significativo de suas proposições, construídas de forma mais geral pelo aluno. Isso fica evidente tanto no texto quanto no MC.2, quando A1 afirma que : JAMBOLÃO é um FRUTO que NASCE do OVÁRIO que se REPRODUZ depois de muito TEMPO.

A partir destas observações, conclui-se que o aluno não se apropriou significativamente do material trabalhado durante a unidade, não o relacionando com os conhecimentos prévios identificados na primeira fase da unidade.

6.2 A2

A2 é um aluno de onze anos, que apresentou um comportamento ativo, interagindo bem com os colegas, mas estabelecendo em alguns momentos uma relação de animosidade por partilhar de ações junto a A1.

O aluno faltou em três encontros: primeiro, na oficina de mapas conceituais; depois, na investigação de conhecimentos prévios (MC.1, que foi feito posteriormente) e na fase de organizadores prévios; e, por último, no dia da avaliação somativa individual, que também foi feita posteriormente.

O aluno desenvolveu todas as atividades propostas quando elas eram conduzidas com um maior foco individual, solicitando a presença da pesquisadora para orientá-lo. Em dupla, no entanto, as atividades eram feitas de forma rápida e displicente.

Na análise de conhecimentos prévios, foi identificado que o aluno possuía os conhecimentos necessários para o desenvolvimento da unidade, identificando a semente e o pólen como estruturas importantes para a reprodução e identificando o fruto com um órgão da planta.

A partir da análise do MC.2 e do texto produzido, identifica-se o desenvolvimento do conceito de reprodução, pois o aluno localiza a flor como órgão reprodutivo e relacionando o ovário com o seu produto, que é o fruto. A polinização é descrita de forma mais geral, não sendo citada a sua origem, nem o papel do pólen no processo. A fecundação carece dos conceitos anteriores da polinização para que se estruture, não aparecendo no MC. A relação estabelecida entre óvulo e ovário aparece posteriormente na história elaborada pelo aluno, sendo possivelmente influenciada pela atividade do MC.2. Dessa forma, parece que o aluno traz um entendimento sobre o processo reprodutivo de forma mais geral, não considerando as particularidades morfológicas da flor hermafrodita do jambolão. Isso indica que o processo de frutificação que foi trabalhado interagiu com os subsunçores, propiciando a elaboração dos conceitos.

6.3 A3

A3 é um aluno que participou de todas as atividades. Demonstrou interesse e sempre participava oralmente durante as aulas. Apesar disso, faltou a cinco encontros da intervenção. Três faltas foram nos encontros 6, 7 e 8, justamente na fase da organização dos conhecimentos prévios.

A investigação de conhecimentos prévios foi feita com A3 em horário diferenciado das aulas de ciências, também devido à sua ausência. Nos instrumentos 1 e 2 foi possível observar que o aluno identifica poucas plantas do tipo ornamental. Quanto à reprodução, não respondeu a algumas questões sobre esse tema e não relacionou polinização à fecundação. O objetivo, após a análise de conhecimentos prévios, era trabalhar com A3, de forma mais focada, alguns conceitos prévios ausentes, mas necessários para a aprendizagem do material a ser desenvolvido na unidade. O foco nos conceitos REPRODUÇÃO, POLINIZAÇÃO,

PÓLEN, SEMENTE seria desenvolvido na fase de “Organização dos conhecimentos prévios”, que se deu nos encontros em que o aluno não estava presente, prejudicando seu aproveitamento. Mesmo que fossem realizadas retomadas das aulas no início de cada encontro, os alunos cuja frequência não era constante, como A3, acabavam sendo prejudicados.

Presente nos demais encontros, A3 acompanhou todas as atividades de desenvolvimento do material estruturante, sendo um aluno atento e colaborativo com todos em aula.

Na preparação para a avaliação individual, quando, de forma coletiva, foram selecionados conceitos para resolver a situação-problema da reprodução do jambolão, ele colaborou citando vários conceitos que julgava importantes para a atividade.

Analisando conjuntamente a história produzida por A3 e o seu MC.2, percebe-se que ele não traz claramente a função do pólen para a reprodução. A polinização, portanto, é um conceito que está sendo desenvolvido, já que não estava presente nos conhecimentos prévios do aluno, mas agora pode ser identificado, a partir de um entendimento mais geral. Nesse entendimento mais geral de A3, a POLINIZAÇÃO acontece através dos insetos, mas não está ligada à existência da célula reprodutiva e à fecundação do óvulo, não havendo, nesse caso, a reconciliação integrativa entre estes conceitos.

Em seu texto, o aluno identifica que a origem do fruto está na flor, mas no MC.2 a relação entre flor e fruto não é mencionada, não havendo a relação entre óvulo fecundado e semente. A estrutura do seu texto é organizada de forma a descrever as ilustrações das duas plantas trabalhadas em aula. A forma como descreve suas ilustrações, bem como as proposições desenvolvidas em seu MC.2, relacionadas ao fato de que o aluno não teve um pleno processo de organização de conhecimentos prévios, sugere que o aluno encontra-se em um momento continuum entre a AM e a AS.

Este momento é dinâmico, e não significa que não houve aprendizado, mas sim que as interações entre as novas informações e as prévias podem ter se dado de forma inicialmente mecânica. Considera-se que o aluno teve um bom

aproveitamento, considerando a sua ausência em um momento crucial da unidade, pois acabou incorporando novos conceitos, que serão utilizados para interagir e desenvolver novas aprendizagens.

6.4 A4

É um aluno que cursa pela primeira vez a quinta série, tendo a idade regular para este período. A pesquisadora já o conhecia por participar voluntariamente das atividades do Clube de Ciências. O aluno foi muito participativo ao longo da unidade, realizava perguntas, contribuía e parecia estar empolgado com as atividades. Sua frequência foi variável, em função das condições climáticas do inverno, conforme ele mesmo justificou; ausentou-se em alguns encontros, principalmente nos dois primeiros encontros da oficina de MC e em um encontro do desenvolvimento do material estruturante.

A4 possuía os conhecimentos prévios necessários para o desenvolvimento da unidade, a relação entre pólen e reprodução foi identificada, assim como as sementes, mesmo de forma isolada. O aluno demonstrou também o conhecimento de plantas ornamentais, alimentícias e do uso medicinal dos vegetais.

Analisando as atividades finais, elaboração de história e MC.2, o aluno explica o processo de polinização, mas não elabora a fecundação, não identificando o papel do pólen após a polinização. Reconhece a transformação das estruturas florais femininas após a fecundação, tendo clareza quanto à origem do fruto e à estrutura hermafrodita da flor.

A partir da análise do MC.2, observa-se que o aluno supera a situação problema desenvolvendo proposições que dão conta de explicar a reprodução de uma planta hermafrodita, através de níveis hierárquicos claros, sugerindo a diferenciação progressiva. Dessa forma, a partir desse conjunto de observações encontram-se indícios de que o aluno desenvolveu uma AS do processo de frutificação.

6.5 A4

O aluno aparenta ser um dos mais jovens da turma, agitado e de difícil concentração, mas participativo; parece sempre motivado, apesar de ter dificuldade de concluir as tarefas depois de iniciadas. É um colega querido pelos demais alunos e também já era conhecido da pesquisadora devido à sua participação voluntária no projeto que a mesma desenvolve em turno inverso na escola.

O aluno esteve ausente em apenas dois encontros: no segundo (oficina de mapas conceituais) e no dia da avaliação com a elaboração do MC.2, que foi feito posteriormente.

Na análise de conhecimentos prévios, foi percebido que havia a ausência de subsunções relacionados à polinização e à reprodução. O aluno também trouxe o conceito de FOTOSSÍNTESE como sinônimo de REPRODUÇÃO em uma das questões, apesar de utilizar corretamente o primeiro termo em outra resposta.

Ao longo da unidade, o aluno participou ativamente; na construção coletiva de mapas, por vezes ele fazia a atividade sozinho, indo, entretanto, até a classe dos outros grupos e intervindo em suas atividades.

Nas avaliações individuais, o aluno mostra enriquecimento conceitual a respeito da polinização e fecundação, como pode ser percebido em seu texto – que descreve mais detalhadamente a fecundação do óvulo da erva mate. O mesmo não acontece quando explica a reprodução do jambolão em seu MC, quando, mesmo que tenha resolvido a situação problema, o fez de forma a utilizar conceitos mais inclusivos, não detalhando tanto suas proposições quanto no texto em que aborda a planta erva-mate, já trabalhada em aula.

A partir dessas observações, conclui-se que A5 encontra-se em processo de constituição significativa do conceito de frutificação. Sua história reflete em parte o conteúdo trabalhado em aula, enquanto o MC.2 e sua organização hierárquica a respeito da frutificação ainda estão em processo. Dessa forma, considera-se que há indícios do processo de AS em elaboração na estrutura cognitiva do aluno, a partir do trabalho realizado durante a UEPS.

6.6 A6

O aluno cursa a 5ª série com a idade de treze anos e apresenta-se em geral sem interagir com os colegas. Inicialmente houve uma dificuldade de interação entre o aluno e a pesquisadora, a qual se desfez após o segundo encontro em que o aluno estava presente. Houve dificuldade de entender alguns termos utilizados pelo aluno (tanto oralmente, quanto por escrito), o qual também parecia em alguns momentos estar absorto em seus pensamentos, abstraindo-se das atividades. Foram pesquisadas informações junto à ficha do aluno e à equipe diretiva, mas não há nenhum laudo que justifique este comportamento peculiar.

A partir da investigação inicial, foi possível obter mais informações através do MC do que por meio das perguntas descritivas. O aluno trouxe como conhecimentos prévios a relação entre o pólen e a reprodução e a reprodução através de sementes, não havendo, ainda, relação entre flor e fruto.

Ao longo da unidade, o envolvimento de A6 foi permanente, mas com raras contribuições orais às conversas sobre o tema da aula. Em suas atividades de avaliação, é perceptível o crescimento da elaboração das proposições do aluno, tanto no mapa, quanto na história produzida.

O conceito de polinização é relacionado à reprodução, mas não trata da questão da fecundação. A relação entre ovário e fruto, óvulo e semente foi estabelecida nas duas atividades, sendo possível afirmar-se que há evidências da AS de alguns conceitos relacionados à frutificação, excetuando-se a fecundação.

6.7 A7

O aluno A7 é um adolescente de quinze anos, ele já cursou a 5ª série e, por conta de sua infrequência e de outras questões disciplinares, vem sendo acompanhado pelo conselho tutelar, a quem as faltas devem ser informadas.

A frequência do aluno foi um fator preocupante, pois faltou a nove dos 16

encontros da unidade, o que certamente prejudicou o processo de aprendizagem. Durante as aulas, o aluno demonstrou ser participativo, realizando todas as atividades propostas, mas não contribuindo nas discussões coletivas.

As atividades de análise de conhecimentos prévios foram realizadas em horário diferenciado por conta de sua ausência. Nessas atividades, o aluno não trouxe nenhum exemplo de planta que fosse do seu conhecimento nem realizou outras três atividades do instrumento 1. A partir do MC.1, o aluno demonstrou conhecer algumas partes da planta, mas sendo necessário trabalhar os subsunçores ausentes: pólen, polinização, flor, reprodução e semente.

Nos encontros que corresponderam à fase de organização de conhecimentos prévios, o aluno não compareceu, o que prejudicou sobremaneira o processo de organização preparatório para a unidade.

Em dois encontros que o aluno esteve presente e nos quais foi trabalhado o material estruturante, sua participação foi satisfatória, mas, mesmo que a pesquisadora tenha feito retomadas constantes ao longo da unidade, o prejuízo não pôde ser compensado.

As consequências da não organização dos conhecimentos prévios e da ausência no processo de desenvolvimento do material a ser aprendido são perceptíveis nas suas atividades individuais. No texto, foram utilizados alguns conceitos nos quais discordâncias conceituais com o material trabalhado estavam presentes, como pode ser visto nas afirmações: “e o estigma é uma célula reprodutiva”, “e dentro do fruto do jambolão tem o ovário”.

Conceitos isolados e com ligações sem validade também aparecem no MC.2, caracterizando a ausência de elaboração de significado desses conceitos nesse momento na estrutura cognitiva do aluno, impossibilitando-o de resolver a situação problema.

Entende-se que a avaliação deste aluno não tem como ser feita a partir dos mesmos critérios daqueles mais frequentes às aulas, pois o aluno não vivenciou a UEPS, e conseqüentemente não teve as mesmas oportunidades para a constituição dos conceitos em sua estrutura cognitiva. Isso impossibilita a avaliação da contribuição do conjunto de estratégias da UEPS para a AS no caso desse aluno.

Esse fato corrobora a importância de o recurso didático ser utilizado dentro de uma estratégia de ensino processual, claramente estabelecida. Se a AS dependesse apenas da aplicação de um recurso, em um espaço momentâneo, talvez outro resultado para este caso fosse possível.

6.8 A8

A8 foi um aluno frequente aos encontros, ausentando-se somente no encontro 10, no qual se trabalhou com o material estruturante. Interessado, realizava as atividades propostas e participava oralmente poucas vezes, pois se mostrou um pouco tímido e também um pouco aflito quanto às avaliações, na expectativa de uma avaliação tradicional.

Na avaliação de conhecimentos prévios, foi observada a existência de conhecimentos sobre reprodução através das sementes e a relação entre a flor e a produção do fruto, mesmo que o conceito de polinização estivesse ausente.

A estruturação dos conceitos nos mapas conceituais desenvolveu-se de uma estrutura linear para uma estruturação em forma de rede no MC.2, mais rica em conceitos, mas com hierarquização difusa, o que pode sugerir que diferenciação progressiva ainda esteja em processo.

O problema proposto para o MC.2 foi solucionado parcialmente pelo aluno, utilizando proposições que descrevem e relacionam a polinização e a frutificação. A solução foi parcial, pois se excetua do mapa o processo de fecundação, que parece não ter sido nem diferenciado progressivamente, já que não é citado, não podendo ser relacionado à polinização e frutificação.

Conclui-se que existem elementos que indicam indícios da AS do processo mais geral, menos inclusivo da frutificação, sendo necessário ainda o desenvolvimento do conceito de fecundação.

6.9 A9

Aluno com idade regular, frequente, ausentando-se somente no segundo encontro. Em aula, não interagia com os demais conversando, mas reunia-se com os colegas nas atividades em que era solicitada a formação de grupos. Em observação do recreio, foi possível perceber que fica isolado na porta da sala de aula, comportamento que vem desde as primeiras séries do fundamental, segundo uma funcionária mais antiga da escola.

A9 empenha-se em realizar as atividades e as faz com capricho, sendo bem detalhista. Na análise de conhecimentos prévios, trouxe conceitos de reprodução, sementes, movimento como critério de vida para as plantas e ainda a relação entre flor e frutos e entre o pólen e a reprodução, estas duas últimas apenas no instrumento 1.

Ao longo da unidade, a dificuldade encontrada foi a interação e a negociação de significados, já que A9 não realizava os mapas em conjunto quando era solicitado e era difícil que expusesse suas atividades para os colegas.

Na atividade final, A9 apoderou-se e desenvolveu a proposta de personificação, escolhendo a erva-mate como personagem da história. Em sua história, bem ilustrada e colorida, traz elementos que mostram indicações de reconhecimento das funções de polinização e fecundação. Esses conhecimentos também estão presentes para resolver a situação-problema do MC.2, elaborando um mapa com hierarquização clara, sugerindo a diferenciação progressiva dos conceitos, bem como a reconciliação integrativa dos conceitos de polinização e fecundação – o que colabora para a formação de um conceito mais elaborado de frutificação. As atividades fornecem os elementos necessários para identificar a AS do processo de frutificação.

6.10 A10

O aluno possui idade regular, relaciona-se bem com os demais colegas. Como aluno, desistia facilmente das atividades, argumentando “não saber”; devido a

isso, a pesquisadora procurava estar sempre próxima, motivando e procurando valorizar as atividades desenvolvidas. Atividades realizadas em dupla pareciam deixá-la mais segura. Quanto à frequência, faltou a quatro encontros da unidade, dois da oficina de MC, um na fase de organização de conhecimentos prévios, um na etapa do desenvolvimento do material estruturante, e a última falta na avaliação com o MC.2.

Como conhecimentos prévios, foram identificadas informações sobre a reprodução por sementes, reprodução assexuada e estrutura geral de uma planta. A polinização não foi identificada nesta etapa.

É provável que as orientações para as atividades finais não tenham sido bem compreendidas pela aluna ou não tenha havido subsídios para que ela as desenvolvesse. Na elaboração da história, a aluna não conseguiu focar no desenvolvimento da planta, e no MC foram desconsiderados os conceitos escolhidos coletivamente com a turma, reduzindo suas possibilidades de elaboração.

Na atividade do texto, a aluna desenvolveu o conceito de polinização de forma geral, sem relacioná-lo à reprodução. Conseguiu localizar o crescimento da semente no ovário, mas não relacionou a polinização à produção da semente e do fruto, faltando elementos que indiquem o desenvolvimento do conceito de frutificação.

No MC a aluna comparou o crescimento da semente com o de um bebê, situando-o novamente dentro do ovário. As relações que provocaram o desenvolvimento da semente não são apontadas, nem sequer os conceitos de flor e pólen são utilizados.

A não utilização dos demais conceitos talvez tenha se dado em função da não elaboração de significado lógico para eles, ou ainda de relação significativa que justificasse sua presença no MC. Observa-se que as atividades da unidade favoreceram a ampliação do vocabulário da aluna, mas não houve uma apropriação significativa dos conceitos trabalhados.

6.11 A11

O aluno A11 é uma criança aparentemente tranquila e alegre, com bom relacionamento com seus colegas. Já era conhecido da pesquisadora pelo projeto desenvolvido por ela na escola, no turno inverso, no qual o aluno é assíduo.

O aluno teve uma boa participação durante a unidade, realizou todas as atividades e teve apenas uma falta, no encontro 10, quando o desenvolvimento do material estruturante estava na metade.

O aluno já possuía alguns conhecimentos prévios sobre reprodução através de sementes, a relação mais geral entre polinização e reprodução e identificava diversas plantas ornamentais e alimentícias. A relação entre flor e fruto não foi identificada.

Na atividade textual, o aluno demonstrou ter construído relações entre os conceitos de polinização e fecundação, identificando a função da célula reprodutiva no processo de frutificação. Identificou algumas das estruturas florais e a senescência da flor.

Essas relações foram estabelecidas de forma mais geral no MC, sem níveis hierárquicos muito definidos, como na proposição “PÓLEN e vira CÉLULA REPRODUTIVA que forma o JAMBOLÃO”, que posteriormente foi detalhadamente explicada na atividade textual.

Foi possível identificar a complementaridade destas duas atividades no processo de organização dos conhecimentos do aluno, sendo possível indicar que há elementos que apontam indícios de AS.

6.12 A12

O aluno 12 tem a idade regular para a série. É assíduo e participativo, tendo um bom relacionamento com os colegas. Participa oralmente quando estimulado.

Como conhecimentos prévios, o aluno não considerava a planta como ser

vivo, mas considerava que poderia se reproduzir por brotamento; identificava algumas plantas comestíveis, justificando assim a importância dos vegetais. Não foi possível identificar subsunçores a respeito da existência do pólen e da polinização, nem da relação entre flores e frutos.

A partir da análise das atividades avaliativas, identifica-se que a aluna incorporou novos conceitos à estrutura cognitiva, principalmente no caso da polinização, o que se percebe em seu MC.2. A fecundação é um conceito que não aparece desenvolvido nem relacionado à polinização. Dessa forma, a aluna constrói proposições que relacionam o óvulo da flor à semente, mas não especifica que óvulo precisa estar fecundado para dar origem a esta estrutura do fruto.

A aluna ausentou-se em um dos encontros em que se desenvolvia o material estruturante, ou seja, os conteúdos específicos a serem aprendidos. Mesmo que a pesquisadora fizesse a retomada no início de cada aula, esta ausência pode ter influenciado na dificuldade de elaboração do conceito de fecundação.

Conclui-se que a aluna incorporou significativamente novos conceitos na estrutura cognitiva, conseguindo resolver a situação-problema a partir dos seus conhecimentos mais derivados sobre a frutificação e polinização, mas o conceito de fecundação ainda precisa ser elaborado.

6.13 A13

Aluno em idade regular, com um bom relacionamento com a turma e muito participativo. Esteve ausente em apenas dois encontros, no segundo, na fase da Oficina de MC e no décimo, na aula de desenvolvimento do material estruturante.

O aluno apresentou uma característica peculiar: tinha muitas vivências próximas à zona rural e, quando possível, compartilhava suas experiências com a turma, o que sempre enriquecia a aula. Como conhecimentos prévios, foi possível identificar que para o aluno a reprodução das plantas se daria através do transporte das sementes por parte dos animais. A etapa anterior à produção da semente não foi descrita pelo aluno.

No desenvolvimento da unidade, o aluno adquiriu significativamente os conceitos necessários para o aprendizado do processo de frutificação, conseguindo relacionar os conhecimentos de forma a resolver o problema proposto no MC.2, explicando a reprodução do jambolão. Seu MC e a história elaborada trazem as relações entre polinização e frutificação, excetuando-se a questão da fecundação, que parece estar isolada dos demais processos. Em nenhuma das atividades houve interação entre os conceitos PÓLEN- CÉLULA REPRODUTIVA e ÓVULO no sentido de elaborar o conceito de fecundação.

Dessa forma, conclui-se que, mesmo tendo indícios que sugerem que o aluno desenvolveu a AS sobre a polinização e a formação do fruto do jambolão, especificamente o processo de fecundação ainda precisa ser mais trabalhado para que seja elaborado de forma a se relacionar com os demais, enriquecendo o próprio conceito de frutificação.

6.14 A14

É um aluno que cursa pela primeira vez a quinta série, tendo a idade regular para este período. Participa voluntariamente do projeto que a pesquisadora desenvolve no turno inverso na escola, já sendo, dessa forma, um aluno conhecido. O aluno demonstrou muito interesse, participando muito oralmente, interagindo através de perguntas e comentários e realizando as atividades.

Apresentou os conhecimentos prévios necessários para o desenvolvimento da unidade, já trazendo a relação entre a polinização e o surgimento de novas plantas e a identificação do fruto como um órgão de reprodução.

O aluno apresentou um enriquecimento conceitual, construindo um mapa extenso, contemplando os conceitos trabalhados, sem, entretanto, apresentar uma hierarquia conceitual muito visível. Sua história foi elaborada com o texto apoiando-se ou indicando algum aspecto das ilustrações, como: “Você agora vai saber que eu tenho dois sexos veja o meu gineceu ou estigma que é a parte feminina minha na página 6”. Talvez, defrontado com a falta de subsídios para descrever as estruturas, o aluno tenha optado por ilustrá-las, pois mesmo não descrevendo a parte

masculina, ele faz a identificação correta na ilustração. Por isso, entende-se que as ilustrações complementam o texto, auxiliando o aluno a explicitar suas proposições.

A partir das relações estabelecidas entre as duas atividades avaliativas, identifica-se que o aluno diferencia progressivamente o processo de polinização, fecundação e as transformações da frutificação, construindo proposições que relacionam estes processos. Isso pode indicar a AS destes conceitos.

6.15 A15

A15 é um aluno de onze anos, que se mostrou introvertido. A pesquisadora tinha a expectativa de que este aluno seria mais extrovertido, até agitado, por ter sido professora em anos anteriores dos seus dois irmãos mais velhos, na 7ª e 8ª séries. De início, esse comportamento foi preocupante, pois o aluno não participava das discussões em aula. Ele, no entanto, realizava todas as tarefas individuais e solicitava minha presença sempre que tinha dúvidas. Posteriormente, ao serem desenvolvidas as atividades em conjunto, foi possível perceber que ele interage de forma positiva com alguns poucos colegas, principalmente com A5.

O aluno não esteve presente em três encontros: no segundo, etapa de introdução aos mapas conceituais; no décimo, etapa de desenvolvimento do material estruturante, e também no décimo segundo, quando realizou-se a Avaliação somativa individual.

A partir da análise de conhecimentos prévios, considerou-se que o aluno possuía os conhecimentos necessários para o desenvolvimento da unidade, tendo indícios dos conhecimentos da relação entre polinização e reprodução e do papel da flor neste processo.

Nas avaliações finais, o aluno trabalhou com duas plantas diferentes, o jambolão para o MC.2 e a erva mate para a elaboração da história. Em ambos, abordou detalhadamente a polinização e a fecundação. No MC foi possível visualizar a hierarquização destes conceitos.

Diferenciou as flores unissexuais das hermafroditas em seu MC, nomeando

adequadamente suas estruturas (antera e estigma), mas sem hierarquizá-las juntamente com outras estruturas como ovário e óvulo, indicando que ainda há a necessidade de elaborar este aspecto. Já a questão da frutificação foi mais bem desenvolvida na história, já que no MC, feito anteriormente, o aluno não relacionou o fruto ao ovário. Isso pode significar que houve um aprimoramento do conceito no momento de elaborar a história para o livro. Dessa forma, a partir do desenvolvimento do aluno ao longo da unidade, conclui-se que foram encontrados indícios de AS do conceito de frutificação.

6.16 A16

Aluna com idade regular, extrovertida, bem relacionada com os colegas e participativa, realizando as atividades propostas, mas participando pouco oralmente. Ausentou-se em dois encontros, em um da etapa de desenvolvimento do material estruturante e no dia da avaliação somativa individual, que foi feita posteriormente.

Na análise de conhecimentos prévios, não foi possível identificar claramente os subsunçores relacionados à reprodução e polinização. Na primeira atividade de avaliação final, ela desenvolveu um mapa reduzido, com apenas seis conceitos. Trouxe a relação entre flor e fruto de forma direta, ou seja, sem diferenciar os demais conhecimentos necessários para compor o conceito de frutificação.

A polinização aparece somente no texto da avaliação final, no qual a aluna indicou a importância do pólen, mas não deixou clara a sua função, demonstrando novamente uma compreensão mais geral do conceito.

A fecundação não é explicada nem no MC, nem no seu texto final, mas a aluna ilustra em sua história um ovário, com tubo polínico e as células reprodutivas. Entende-se que utilizou o desenho como um suporte para expressar o conhecimento que ainda não está organizado para formar uma proposição.

A frutificação aparece como uma consequência do crescimento das sementes “As sementes de dentro dela incharam. Logo logo cria o fruto”. Não há relação entre o fruto e sua estrutura de origem, o ovário.

A aluna apresenta uma compreensão bem geral sobre o material trabalhado. A partir das avaliações, não foi possível identificar a diferenciação progressiva dos conceitos, demonstrando que a aluna pode ainda necessitar de atividades que auxiliem a suprir a falta dos organizadores prévios para que, posteriormente, os conceitos menos inclusivos possam ser ancorados e desenvolvidos.

6.17 A17

A17 é uma aluna adolescente, com dezessete anos, já tendo cursado a 5ª série. Faz suas atividades individualmente, quase não interagindo com os colegas. Faltou a oito encontros da unidade.

Na análise de conhecimentos prévios, a aluna trazia a relação entre flor e fruto, mesmo que a polinização não fosse um conceito muito claro em sua análise.

O trabalho com a aluna durante a unidade deu-se no sentido de integrá-la e ambientá-la às atividades, já que sua infrequência impedia uma vivência progressiva do processo.

Ela, quando presente, realizava todas as atividades propostas. Em seu MC, é possível perceber o grau de generalização dos conceitos, não havendo elementos que indiquem a significação dos conceitos de polinização, fecundação ou frutificação.

Posteriormente, no texto escrito pela aluna, ela apresenta mais facilidade de elaborar as proposições, conceituando a flor hermafrodita e conseguindo explicar a polinização, relacionando, também, o pólen com as células reprodutivas e o ovário com o fruto: relações ausentes no MC.

Apesar de a aluna não diferenciar os conceitos, citando as estruturas florais como antera ou estigma, o processo de polinização, fecundação e frutificação foi apresentado de forma mais geral. A aluna vai além da formação fruto e escreve sobre a maturação do fruto e a dispersão da semente, completando o ciclo reprodutivo da planta.

O desenvolvimento da unidade para essa aluna deve ter sido um pouco desconexo devido às suas faltas. A pesquisadora sempre realizava retomadas do conteúdo trabalhado, no início e no final das aulas, o que pode ter auxiliado a situar a aluna na unidade. Mesmo assim, parece que as faltas nas aulas das Oficinas de MC podem ter prejudicado a aluna no sentido de não estar preparada para explicitar seus conhecimentos através deste instrumento. Dessa forma, pode-se concluir que a aluna conseguiu superar a situação-problema na elaboração de sua história sobre a frutificação do jambolão, não através do MC, mas que demonstra uma compreensão geral a respeito do material trabalhado.

7. Conclusões

Essa dissertação de mestrado teve como objetivo investigar a contribuição da RA como recurso potencialmente significativo para o ensino de botânica. Vislumbrava-se que a possibilidade de um recurso proporcionar a visualização e interação tridimensional com modelos didáticos propiciaria condições para a AS do conceito de frutificação.

O trabalho, que partiu da problematização da prática da pesquisadora, foi teorizado e desenvolvido em forma de pesquisa-ação, trazendo subsídios que possibilitaram refletir sobre a prática pedagógica. A ação, estruturada em uma UEPS, foi desenvolvida com 17 alunos da 5ª série de uma escola municipal de Pelotas, RS. Dessa ação, as atividades de investigação de conhecimentos prévios, as observações da pesquisadora e as avaliações somativas individuais, formadas por MC e textos produzidos pelos alunos, geraram materiais que foram analisados de forma descritiva em busca de indícios de AS.

Por conta dessa sequência e integração de atividades, foi possível identificar em alguns casos a influência da atividade de construção do MC na organização dos conceitos, encontrados posteriormente nas histórias elaboradas pelos alunos, reforçando a importância da variedade de instrumentos de avaliação.

A partir da experiência dos alunos com o recurso foi possível vislumbrar a potencialidade significativa do mesmo dentro da unidade. Um recurso potencialmente significativo precisa aliar o significado lógico ao significado psicológico e estimular a disposição para aprender.

Partindo destas condições, o *software* foi desenvolvido. Por tratar-se da aprendizagem sobre a reprodução de uma planta já presente na cultura local, o recurso passou a ter significado lógico, relacionando-se com ideias relevantes dentro

da capacidade de aprendizagem, e também psicológico, no sentido de propiciar uma interação da motivação particular, vivencial, de cada indivíduo com o material a ser aprendido. A intencionalidade do aprendiz é uma condição que pôde ser facilitada pelo apelo atrativo do material exibido com a tecnologia de RA.

Mesmo respeitando essas condições, o recurso tem somente o potencial para a AS, ou seja, depende da estratégia a que será integrado e das particularidades de cada aluno.

Dessa forma, já não eram esperados resultados homogêneos ou totalmente positivos – no sentido de todos os alunos apresentarem evidências de AS –, mas sim registrar o processo de aquisição de significados de cada aluno a partir da intervenção, utilizando o recurso didático desenvolvido para este fim.

Foi observado que os alunos com conhecimentos prévios mais estruturados mostraram maior interação com os novos conceitos, indicando mais evidências de AS – o que, a partir do referencial teórico adotado, já era esperado.

Um exemplo disso se deu principalmente a respeito do conceito de fecundação com os seguintes alunos: A2, A9, A11, A14, A15. A compreensão da fecundação possibilita a superação do estereótipo do surgimento da fruta como algo instantâneo ou independente da flor, tornando-se um conceito-chave, juntamente com a polinização, como subsunçor para a formação do conceito de frutificação.

Mesmo com a representação do processo de fecundação de forma visualmente rica no *software*, somente oito dos 17 alunos apresentaram um desenvolvimento satisfatório deste conceito. Percebeu-se uma lacuna na formação do conceito de frutificação, em que alguns alunos explicam a polinização e as transformações do ovário e do óvulo como características da frutificação, mas não especificam a fecundação do óvulo para que este se transforme na semente, não estabelecendo, portanto, relação com as transformações do ovário em fruto. Esse fato ocorreu na estruturação dos conhecimentos de A3, A5, A6, A13, A16 e A17.

Na avaliação, não foi buscada uma padronização, mas foram consideradas as particularidades dos alunos, tais como frequência e participação durante a unidade no sentido de avaliar o processo e progresso vivenciados por cada um. Foi considerado como satisfatório o desempenho do aluno não o comparando com os demais, mas sim a partir da sua evolução particular, sendo considerado como indício de aprendizagem até mesmo o desenvolvimento de conceitos de forma mais geral, que demonstraram o início do processo da organização conceitual.

Em três casos houve dificuldades de encontrar evidências de AS: A1, A7 e A10. A1 é um aluno que vem apresentando dificuldade de relacionamento com os colegas, passa a impressão de não estar interessado nas atividades escolares ainda que se mostre aparentemente apto para desenvolvê-las. Considera-se a possibilidade de que falte uma condição de disposição para aprender, disposição essa que possivelmente esteja voltada para outras questões mais importantes a ele neste momento. A7 é um aluno que teve muitas faltas e apresentou algumas dificuldades de compreensão e deficiências na escrita. Já é um aluno de uma faixa etária mais avançada para a turma e demonstra ter interesses diferenciados dos demais. Acredita-se que essas condições, juntamente com sua infrequência, dificultam o acompanhamento do aluno em relação ao desenvolvimento dos conteúdos na escola.

A10 foi uma aluna que se mostrou insegura, com dificuldades de atenção e apresentando dificuldades nas demais disciplinas. Faltam, no entanto, subsídios à pesquisadora para uma análise mais detalhada.

Em comum aos três casos está a dificuldade ou a ausência de motivação para as atividades, as quais, aliadas às condições particulares de cada um, prejudicaram o desenvolvimento da aprendizagem.

A respeito das condições de trabalho, conclui-se que o desenvolvimento foi favorecido por se dar na escola em que a pesquisadora trabalha em turno inverso. Conhecer as particularidades comunidade atendida, a rotina da escola, seus recursos e possibilidades facilitaram a colaboração e o trânsito da pesquisadora no ambiente sem tornar-se um elemento estranho no *locus* de pesquisa.

Por outro lado, desenvolver um projeto de ensino em uma turma na qual a pesquisadora não é a professora-titular pode influenciar em alguns aspectos da prática, como a expectativa dos alunos quanto a avaliação e o tempo de desenvolvimento do projeto.

O fator avaliação foi identificado a partir da reflexão sobre o Diário de Implementação da pesquisa, visto que os alunos pareceram sentir-se mais à vontade com a pesquisadora e colaboraram mais nas aulas após a professora-titular explicar a eles que as atividades dentro do projeto também seriam levadas em consideração na avaliação do terceiro trimestre.

Quanto ao tempo de desenvolvimento do projeto, não houve uma cobrança

direta, mas há uma expectativa de cumprimento dos conteúdos mínimos por parte da equipe diretiva, como em geral ocorre nas escolas. Dessa forma, a unidade foi desenvolvida conforme o seu planejamento. No entanto, se houvesse mais tempo e, ainda, mais computadores disponíveis, seria viabilizada a construção dos MC no programa CMapTools, dinamizando as atividades e enriquecendo a UEPS, conforme havia sido planejado. Outra questão considerada importante e que não desenvolvida em função do tempo foi a reelaboração dos MC feitos pelos alunos em uma etapa da avaliação somativa individual. Entende-se que os mapas podem ser refeitos para que expressem melhor a estrutura cognitiva do aluno. Tentando superar em parte essa situação, foi considerada na avaliação a explicação oral do aluno sobre o seu MC.

Essa situação relacionada ao tempo reflete a realidade de que a organização curricular existente não é favorável para um ensino que considere uma reorientação da prática, a partir da avaliação formativa dos alunos. O tempo da escola não favorece a reflexão e ressignificação do conhecimento. Mesmo assim, entende-se que práticas com esse fim precisam estar cada vez mais presentes no espaço-tempo escolar. Dessa forma, considera-se que este trabalho não se esgota nessa etapa, pois alguns aspectos necessitam de aprimoramento e reformulação.

O *software* desperta um encantamento e curiosidade imediata dos alunos, mas acredita-se que é necessário desenvolver ainda outras estratégias de situações-problema, diretamente relacionadas com os modelos ao longo da unidade. Apesar de a unidade proporcionar questões, discussões e manipulação com os modelos, acredita-se que essas atividades possam ser elaboradas de forma a proporcionar mais interação do aluno com o modelo, de forma mais independente ainda do professor, o que abre espaço para pesquisas futuras.

Para essa, intervenção não foi necessário utilizar o *software* Ilex 1.5 em computadores com o sistema Linux. Por isso, o foco de trabalho do programador foi o desenvolvimento dos modelos. Sendo assim, o *software* ainda funciona somente no sistema operacional Windows. Esse fato não é definitivo, pois, já que o Ilex 1.5 é um programa de código aberto, poderá ser livremente adaptado para o sistema operacional Linux por qualquer usuário.

Mesmo objetivando que o produto dessa dissertação contribua de alguma

forma para o desenvolvimento da AS no ambiente escolar, é importante salientar que a UEPS e o *software* foram desenvolvidos a partir das características do contexto de pesquisa. Assim sendo, cabe ao educador que pretende utilizá-lo investigar *a priori* se as características deste recurso correspondem às necessidades e aos objetivos que se pretende desenvolver, não correndo o risco da utilização vazia de um recurso tecnológico.

Cabe concluir falando a respeito da contribuição deste trabalho para a constituição da professora-pesquisadora. Mesmo tendo um referencial teórico que considera a ação de pesquisa intrínseca à ação docente e sempre tentando aliar as discussões e atividades realizadas no curso de mestrado à prática da sala de aula, considera-se o desenvolvimento deste trabalho um marco pessoal como constituição da educadora como pesquisadora.

A *reflexão na ação*¹⁷, problematizando a prática pedagógica relacionada às estratégias de ensino do conteúdo de botânica, originou esta pesquisa. O referencial teórico estudado serviu de subsídio para a elaboração de uma prática pedagógica inédita no percurso profissional da educadora. Essa nova abordagem para a educadora trouxe também novas questões, um novo momento de *reflexão na ação*, registradas no diário de implementação.

Organizar e implementar o trabalho docente, embasando-o teoricamente e definindo objetivos claros, conforme foram necessários para a dissertação, permitiram a visualização da rotina escolar como um processo diário e dinâmico de pesquisa. Analisar a própria prática e tentar encontrar evidências da aprendizagem de cada aluno foi um processo de *reflexão sobre a reflexão na ação*, que ao mesmo tempo auxiliou a encontrar respostas e suscitou novas questões, as quais originam um novo ciclo de investigação, característica da pesquisa-ação. Essas novas questões estimulam a continuidade do ciclo de aprendizagem da educadora, que caracteriza o perfil de um profissional educador-pesquisador.

¹⁷ Os termos que no texto estão em itálico: *reflexão na ação* e *reflexão sobre a reflexão na ação*, referem-se ao pensamento prático do professor desenvolvido por Schön (2000).

REFERÊNCIAS

- AFONSO, A.P. 1997. **Biologia Reprodutiva e Polinização de *Pterodon pubescens* Benth e *Pterodon polygalaeiflora* Benth, em áreas do Cerrado do D.F.** Dissertação de Mestrado em Botânica–Universidade de Brasília, Brasília.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- APPLE, M. & JUNGCK, S. No hay que ser maestra pra enseñar esta unidad: la enseñanza, la tecnología y el control em aula. **Revista de Educación**, 291,1990, p. 149-172. *In*: NÓVOA, António. Os professores e a sua formação. Lisboa: Dom Quixote,1997.p.24.
- BARRADAS, M., NOGUEIRA, E. **Trajetória da Sociedade Botânica do Brasilem 50 anos: resgate da memória dos seus congressos**. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 2000.
- BARROSO, G.M.; MORIN, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO,C.L.F. **Frutos e sementes - morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**.Viçosa: UFV, 1999.
- BIZZO, N. Ciências biológicas. **BRASIL. Ministério da Educação. Orientações curriculares nacionais do ensino médio**. Brasília, DF: MEC, 2004.
- BORGES, R. M. R.; LIMA, V. M. do R. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 1, p. 165-175, 2007.
- 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. Disponívem em: <http://users.hub.ofthe.net/~mtalkmit/veshtml2.html>, November,2001.
- CAVASSAN, O. ; SILVA, Patrícia Gomes Pinheiro. A influência da imagem estrangeira para o estudo da botânica no ensino fundamental. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 1, 2005.

CECCANTINI, G. **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.

CHAPANI, D. T.; CAVASSAN, O. O estudo do meio como estratégia para o ensino de ciências e educação ambiental. **Mimesis**, Bauru, v. 18, n. 1, p. 19-39, 1997.

COSTA, M.V. **Material instrucional para ensino de botânica: CD-rom possibilitador da aprendizagem significativa no Ensino Médio**. 2011. Dissertação, (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.

DEMCZUK, O. M. **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.

FLORES, A. M. **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>>. Acesso em nov. 2012.

FREIRE, P. **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.

GALEMBECK, E. (org). **Manual do usuário: biologia em multimeios** / Campinas, SP, 2004.90p.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GONZÁLEZ, J. F., et al. **¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?**. Sevilla: Díada Editorial, 1999.

GONZÁLEZ, J. F.; ESCARTÍN, N. E.; RODRÍGUEZ, J.F.G.; JIMÉNEZ, T.M. **¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?**. Sevilla: Díada Editorial, 1999.

GÜLLICH, R.I.C.; PANSERA-DE-ARAÚJO, M.C. GUEDES-BRUNI, R.; **A perspectiva epistemológica da prática na constituição do ensino de botânica. Resumos do VII Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul**. Itajaí: Univali, 2008.

GÜLLICH; PANSERA-DE-ARAÚJO; TISSOT-SQUALI. A evolução do ensino de Botânica nos congressos da SBB. **Resumos do 53º Congresso Nacional de Botânica**. Recife: SBB, 2002.

HERSHEY, D.R. Plant blindness: “we have met the enemy and he is us”. **Plant Science Bulletin**, v. 48, n. 3, p. 78-85, 2002.

HOCHULI, P. A.; FEIST-BURKHARDT, S. Angiosperm-like pollen and Afropollis from the Middle Triassic (Anisian) of the Germanic Basin (Northern Switzerland). **Frontiers in Plant Science**.v.4.n.344, 2023. Disponível em: <http://www.frontiersin.org/Journal/Abstract.aspx?s=1204&name=plant_evolution_and_development&ART_DOI=10.3389/fpls.2013.00344>. Acesso em: 03 out. 2013.

IKEMOTO, Erika. **Espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas do Parque Taquaral (Campinas, SP): subsídios para atividades de ensino não-formal de botânica**. 2007. 263f. Dissertação. (Mestrado em Biologia Vegetal)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E.; STEVENS, P. & DONOGHUE, M. **Sistemática Vegetal: Um enfoque filogenético**. 3. ed.Porto Alegre: Artmed, 2009.

JÚNIOR, A. J. V. **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.

KINOSHITA, L.S., TORRES, R.B., TAMASHIRO, J.Y., FORNI-MARTINS, E.R.: **A Botânica no Ensino Básico: relatos de uma experiência transformadora**. RiMa, São Carlos. 2006.

KIRNER, T.G.; SALVADOR, V.F.M. Desenvolvimento de Ambientes Virtuais. In: Kirner, C.; Siscouto, R. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações**. 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.

KRASILCHIK, M. Inovação no ensino de Ciências. In: (Org.) **Inovação educacional no Brasil: problemas e perspectivas**. São Paulo: Cortez Editora, 1980, p. 164-180.

_____. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1987.

_____. Formação de professores e ensino de ciências: tendências nos anos 90. In: MENEZES, L. C. (Org.). **Formação continuada de professores no contexto iberoamericano**. São Paulo: NUPES, 1996, p.135-140.

_____. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

_____. **Práticas de ensino de biologia**. São Paulo: EDUSP, 2004.

LEMOS, E. dos S. 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.

LEMOS, E.S.; MOREIRA, M.A. A Avaliação da Aprendizagem Significativa em biologia: um exemplo com a disciplina embriologia. **Aprendizagem Significativa em Revista**. V1(2), pp. 15-26, 2011

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

LOGUERCIO, R. Q.; DEL PINO, J. C.; SOUZA, D. O. Uma análise crítica do discurso em um texto didático. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos. **Atas...** São Paulo: ABRAPEC, 1999. 1 CD - ROM.

LUÍS, M. A. C. **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., LAMOUSIER 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.

MARANDINO, M. A formação continuada de professores em ensino de ciências: problemática, desafios e estratégias. In: CANDAU, V.M. **Magistério, construção cotidiana**. Petrópolis: Vozes, 2011, p.159-182.

MEIRELLES, A. *et al*. 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.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 8. ed. São Paulo: Hucitec, 2004.

Ministério da Educação do Brasil (1999). **Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino Médio**. Brasília: MEC.

Ministério da Educação do Brasil (2002). **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**.

Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC: SEMTEC

MONCEAU, G. Transformar as práticas para conhecê-las: pesquisa-ação e profissionalização docente. In: **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.31, n.3, p.467-482, 2005.

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

_____. **Teorias da aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999a.

_____. 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.

_____. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006 a.

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

_____. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa.** São Paulo: Centauro, 2010.

_____. 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: 1ªed. 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf> Acesso em 16 de junho de 2012.

_____. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas-UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review**,v.1,n.2,p.43-63. 2011. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf>. Acesso em 9 de abril de 2013.

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.

NASCIMENTO, F. Pressupostos para a formação crítico-reflexiva de professores de ciências na sociedade do conhecimento. In: MIZUKAMI, M. G.. N. e REALI, A. M. M. R.(orgs.). **Teorização de práticas pedagógicas: escola, universidade, pesquisa.** São Carlos: UdUFSCar, 2009, p. 35-72.

NASCIMENTO, R. B. e MOTA, F. de A. A. **Avaliação educacional: considerações teóricas.** Ensaio: aval. pol. públ. educ. [online]. 2004, vol.12, n.44, pp. 810-830. ISSN 0104-4036.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A.J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

NOVAK, J.D. e GOWIN, D.B. **Aprender a aprender**. Lisboa, Plátano Edições Técnicas, 1984.

NÓVOA. A Formação de professores e profissão docente. In: _____. (Org.). **Os professores e a sua formação**. 2. ed. Lisboa: Dom Quixote, 1995. p.15-33.

OLIVEIRA, A.B.; MACIAS, L.; RODRIGUES, R.C.C.M. Os frutos nos livros didáticos: Análise descritiva dos livros usados em duas escolas públicas no município de pelotas, RS. **Anais do ENPÓS**. Pelotas: UFPEL, 2012.

PIAGET, J. **La Representación del Mundo en el Niño**. Madrid: Ediciones Morata, 1997.

PINHEIRO, P. G.; CAVASSAN, O. A representatividade das ilustrações botânicas presentes nos livros didáticos de ciências no processo de ensino e aprendizagem . In: ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA, 8., 2002, São Paulo. **Atas...** São Paulo: FEUSP, 2002. 1 CD-ROM.

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

RAVEN, P.; EVERT, R.; EICHHORN, S. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 5ª edição, 1996.

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, M. V. **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.

SALES, A.B.; OLIVEIRA, M.R.; LANDIM, M.F. Tendências atuais da Pesquisa em Ensino em Biologia: Uma análise Preliminar de Periódicos Nacionais. **V Colóquio**

Internacional Educação e Contemporaneidade. São Cristóvão: 2011. Disponível em: < <http://www.educonufs.com.br/vcoloquio/cdcoloquio/cdroom/eixo%206/>> Acesso em: 21 ago. 2013.

SANO, P. T. Livros Didáticos. In: SANTOS, D.Y.C.; CECCANTINNI, G. **Proposta para o ensino de botânica: Curso para atualização de professores da rede pública de ensino**. São Paulo: USP. 2004, p. 43-44.

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.

SANTOS, D.Y.; CHOW, F.;FURLAN, C.M. **A botânica no cotidiano**. São Paulo: Holus, 2012.

SARTIN, R. D., MESQUITA, C. B., & da FONSECA, F. S. R. **Análise do conteúdo de botânica no livro didático e a formação de professores**. Anais do IVENEBIO e IIEREBIO da Regional4.Goiás:SBEbBio, 2012.

SCHÖN. Donald . **Educando o Profissional Reflexivo um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SILVA, B. (Coord.). **Dicionário de Ciências Sociais**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas; Instituto de Documentação, 1986.

SILVA, Lenir Maristela. **Contribuição às possibilidades de um ensino de Botânica crítico e contextualizado**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná.

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.

SILVEIRA, M. D. **Exploração de técnicas de realidade aumentada na interatividade de jogos educacionais**, 2011. 73f. Monografia (Conclusão de curso). Bacharelado em Ciência da Computação. Universidade Federal de Pelotas. Centro de Desenvolvimento Tecnológico. Pelotas, 2011.

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.

SOARES, M. N., LABARCE, E. C., BONZANINI, T. K., CARVALHO, F. A., & NARDI, R. Perspectivas atuais da pesquisa em ensino de Biologia. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em educação em Ciências**, 2008. Disponível em:

<http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p571.pdf>>. Acesso: 20 de ago. 2013.

TAVARES, R. **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, R. **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.

TRIPP, D. (2005). Pesquisa-ação: uma introdução metodológica *In: Educação e Pesquisa*, v.31, n.3, 443-467, set/dez.2005, São Paulo, FEUSP.

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

VILLANI, A.; PACCA, J.L. de A.; FREITAS, D. Formação do professor de Ciências no Brasil: tarefa impossível. **Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, p. 1-20, 2002.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, Elisabeth E. Toward a theory of plant blindness. **Plant Science Bulletin**, v. 47, n. 1, p. 2-9, 2001.

WIGGERS, I.; STANGE, C.E.B. **Aprendizagem significativa no ensino de botânica**. 2008. Disponível em: www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/733-4.pdf Acesso em: 10 abr.2012.

Apêndices

APÊNDICE A - Proposta de uma Unidade De Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o desenvolvimento do conceito de Frutificação utilizando recursos de Realidade Aumentada

A UEPS utilizando realidade aumentada para o ensino do conceito de frutificação foi planejada a partir dos pressupostos elencados por Moreira (2011). Mesmo considerando a proposta do referido autor, foi feita uma adaptação, que denominamos de Pré-unidade.

A pré-unidade contempla a definição dos tópicos que serão abordados, bem com o período preparatório para o desenvolvimento da UEPS propriamente dita, onde foi possível trabalhar com os alunos sobre os mapas conceituais, bem como realizar a ambientação dos mesmos com o recurso da Realidade Aumentada, instrumentos necessário para desenvolvimento e avaliação desta intervenção.

Desta forma, mesmo entendendo que estas atividades são partes constituintes da UEPS, faz-se esta separação em Pré-unidade e Unidade com fim de reforçar que esta última, trata do desenvolvimento do conceito de frutificação, mas beneficia-se das habilidades desenvolvidas na etapa anterior.

Objetivamos com esta Unidade facilitar a aquisição de significados dos conceitos necessários para a compreensão do processo de frutificação das angiospermas em alunos da 5ª série do Ensino Fundamental.

A seguinte sequência descreve os passos para o planejamento, atividades e os objetivos das mesmas ao serem propostas aos alunos.

FASE I- PRÉ UNIDADE

1) Oficina de mapas conceituais

Esta etapa visa proporcionar atividades de construção de mapas conceituais com o objetivo de que os alunos se ambientem com o instrumento, a fim de otimizar a coleta de informações e fornecer à eles mais um recurso para a aprendizagem em ciências e em outras disciplinas, já que conforme relato da professora titular e dos próprios alunos, eles desconheciam este instrumento.

Serão feitas atividades preparatórios e o desenvolvimento de mapas conceituais a partir de NOVAK e GOWIN (1984). Também será utilizado o programa CmapTools, para auxiliar os alunos na construção de seus próprios mapas.

A ambientação com os recursos que permitem a interação com modelos em Realidade Aumentada será feita intercalada à construção dos mapas conceituais, conforme disponibilidade de horários da turma.

ENCONTRO 1

Em um primeiro momento, será feita a apresentação da professora e dos seus objetivos com a turma. Será explicada a utilização dos mapas conceituais, a sua importância para auxiliar os alunos e será feito o convite para as atividades.

ATIVIDADE 1- Imaginando conceitos

1. Convidar os alunos para fazer um exercício de imaginação. Pedir para que fechem os olhos e que se concentre na palavra que irá ser dita, se elas conseguem ver alguma imagem quando a palavra é pronunciada . Ex: lápis, caderno, janela, bicicleta.

2. Escrever as palavras no quadro, pedindo para os alunos mais exemplos.

3. Continuar o exercício citando acontecimentos, Exemplo: chover, correr, chutar, andar, dançar, escrever. Pedir novamente exemplos aos alunos.

4. Pronunciar palavras não familiares (incluindo CONCEITO), perguntar se elas veem alguma imagem, auxiliando-as a reconhecer que o significado das palavras está ligado à sua representação mental (NOVAK,p.41).

Explicar que pode haver diferença entre a representação mental de uma pessoa para outra, exemplificando coma palavra “bola”: bola de basquete, bola de futebol, de futsal...

5. Introduzir a palavra conceito, explicando que esta é a palavra que usamos para explicar sobre a “imagem” de algum tipo de objeto ou acontecimento.

6. Rever as palavras escritas no quadro perguntando se elas provocam o aparecimento de imagens em suas mentes.

7. Escrever **“tais, como, é, são, quando, que , então”**. Perguntar se elas provocam o aparecimento de imagens em suas mentes,

Explicar a função das palavras de ligação, citando e pedindo exemplos.

8. Construção coletiva de exemplos (dois conceitos e uma palavra de ligação)

9. Leitura e identificação de conceitos e palavras de ligação das frases construídas.

ATIVIDADE 2- Como é um mapa conceitual?

O tema escolhido foi para esta atividade foi a Leptospirose, por ter sido um assunto recentemente trabalhado em aula pela professora titular. A pesquisadora que também atua na escola, implementa um projeto em turno inverso onde são desenvolvidas atividades complementares com os alunos, neste espaço trabalhou recentemente com estes alunos elaborando com eles um folder sobre a Leptospirose. Assim sendo, foi preparada uma lista de 12 conceitos relacionados para serem organizados dos mais gerais aos mais específicos e utilizados com os alunos.

Pergunta de enfoque- Como ocorre a transmissão da leptospirose?

Conceitos:

Leptospirose

Doença

Sintomas

Tratamento

Bactéria

Lepstospira interrogans

Lixo

Esgoto

Urina

Rato

Febre

Dor

1. Será mostrado aos alunos cada etapa de construção do mapa conceitual através de slides em power point, desde a pergunta inicial até o mapa “final”;

2. Propor aos alunos a formação e leitura de algumas frases possíveis de ser formadas através do mapa;

3. Dialogar com os alunos, com a intenção de enriquecer o mapa conceitual, perguntando se alguém sugere ligar outros conceitos ao mapa ou alguma ligação cruzada entre os conceitos adicionados por eles e os outros conceitos do mapa;

4. Os alunos irão receber cópias do mapa conceitual e acrescentar os conceitos e ligações que foram sugeridos pelo grupo;

5. Poderão também acrescentar outros conceitos e ligações que julgarem necessários.

ATIVIDADE 3- Primeira elaboração de mapa

1. Os alunos escolherão uma lista de palavras relacionadas para que possam construir seus próprios mapas.

2. Pedir que os alunos contem a história do seu mapa conceitual, propiciando desta forma que eles expliquem seus próprios mapas.

Listas de palavras 1	Listas de palavras 2
Animais	Água
Mamífero	Água doce
Réptil	Água salgada
Peixe	Rios
Escamas	Lagoa
Pelo	Chuva
Asa	Mar
Pena	Nuvem
Ovo	Gelo
Jibóia	
Macaco	

ENCONTRO 2

A professora fará uma retomada do encontro passado, lembrando com os alunos as atividades desenvolvidas.

ATIVIDADE 4- ESTUDO DOS MAPAS

Os alunos irão visualizar os mapas conceituais que construíram na aula passada, conversaremos sobre as diferentes construções que foram desenvolvidas para que posteriormente possamos partir para a atividade seguinte.

ATIVIDADE 5- A LENDA DA GRALHA AZUL-ARAUCÁRIA

1. Foi organizado um texto com a “Lenda da Gralha Azul” (ANEXO 1), que conta a relação entre a gralha e a araucária. Distribuir cópias para os alunos.
2. Realizar a leitura em conjunto, mostrando imagens no data show, relacionadas a alguns conceitos da lenda, que podem ser desconhecidos aos alunos (araucária, pinha, pinhão, por exemplo).
3. Identificar em conjunto com o grande grupo, os termos conceituais da história;
4. Perguntar quais os conceitos mais necessários para contar a história e circulá-los;
5. Preparar, a partir da história, uma lista de conceitos dos mais gerais para os mais específicos;
6. Construção coletiva de um mapa conceitual no quadro negro.

ENCONTRO 3

Este encontro será realizado em turno inverso, à tarde, no espaço do projeto “Clube de ciências”. Os alunos serão divididos para cada pequeno grupo vir em um dia diferente.

Aproveitando o espaço, os computadores levados pela pesquisadora e o tempo disponível, os alunos farão a ambientação com o recurso de realidade aumentada, através de partidas do Jogo da memória em realidade aumentada.

ATIVIDADE 6- Utilização do CMAPTOOLS

1. Demonstração do funcionamento do programa CMAPTOOLS;
2. Construção e remodelação do mapa conceitual do primeiro encontro, no programa CMAPTOOLS.

ATIVIDADE 7- Ambientação com aplicativo em Realidade Aumentada

A atividades consiste em um Jogo da memória utilizando marcadores, para que os alunos se ambientem com a utilização das câmeras, o modo correto de exibir os marcadores, a influência na luminosidade na qualidade da imagem e o cuidado com

os equipamentos.

ENCONTRO 4

ATIVIDADE 8- Mapeamento de história

1. Foram escolhidas duas outras histórias (“A lenda da erva mate” e “Como os homens descobriram as frutas”) para serem distribuídas aos alunos, para que eles possam escolher uma de sua preferência.

2. Solicitar aos alunos que construam o próprio mapa conceitual, a partir dos passos que seguiram anteriormente: circular os conceitos mais importantes, preparar uma lista de conceitos dos mais gerais para os mais específicos e desenhar um mapa conceitual para a história.

3. Pedir para que os alunos apresentem a sua história somente com o mapa conceitual, verificando se os colegas conseguem perceber o enredo e o sentido da explanação do aluno.

2) Definição dos tópicos de abordagem

A partir da necessidade da pesquisadora pela carência de recursos e estratégias de didáticas acessíveis na área do ensino de botânica, propõe-se a problematização e desenvolvimento do tema “Frutificação” na presente UEPS.

Para Barroso (1999) os frutos representam o estágio final de desenvolvimento do gineceu, fecundado ou não.

Os frutos são os órgãos disseminadores das angiospermas, promovendo a dispersão das sementes, desta forma, entende-se a frutificação como fundamental para a produção de alimentos e equilíbrio dos ecossistemas.

A partir da prática docente da pesquisadora no Ensino Fundamental, foi possível observar que as consequências da frutificação, mesmo tão presentes no dia a dia, são pouco observadas e relacionadas pelos alunos a existência dos frutos, à polinização ou à reprodução dos vegetais; a partir deste aspecto justifica-se a escolha do conceito central desta unidade.

Objetiva-se ao longo desta unidade que os alunos conheçam o processo de frutificação a partir de duas espécies presentes em seu cotidiano, a *Ilex paraguariensis* (erva-mate), árvore nativa, escolhida em função da ligação cultural

através de seu produto amplamente consumido no estado do Rio Grande do Sul, o chimarrão; e o *Syzygium cumini* (jambolão), árvore exótica que produz um fruto de cor escura, presente na praça da escola.

A escolha destas espécies ocorreu não só em função dos aspectos psicológicos, da ligação e do conhecimento prévio dos alunos sobre sua existência, mas também pelas características morfológicas das mesmas.

Com estas duas espécies será possível mostrarmos aos alunos o processo de fecundação de flores unissexuadas (*Ilex paraguariensis*) e de flores hermafroditas (*Syzygium cumini*).

Objetiva-se que o aluno consiga, além de identificar o processo de frutificação, relacioná-lo ao processo de polinização e reconhecê-los como parte constituinte da reprodução sexuada do reino Plantae.

FASE II- UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

1. Investigação de conhecimentos prévios

Esta etapa objetiva proporcionar situações para que os alunos expressem seus conhecimentos prévios, para que o professora consiga identificá-los para utilizá-los como subsídio para o processo de integração com os novos conhecimentos. A partir dos conceitos identificados na Análise de conhecimentos prévios, propor a construção de um mapa conceitual.

a) Instrumento 1 - Perguntas descritivas: Conforme o instrumento reproduzido no APÊNDICE D.

b) Instrumento 2- Proposta de construção de Mapa conceitual: Serão distribuídas fichas de conceitos, para estimular o desenvolvimento de proposições a partir dos conceitos apresentados pelos alunos nos questionamentos e outros relevantes para a aprendizagem do tópico.

Conceitos disponibilizados aos alunos:

PLANTA - ÓRGÃOS- REPRODUÇÃO- PÓLEN –SEMENTE- FOLHA- FLOR – FRUTO -RAIZ

2. Organização dos conhecimentos prévios

Neste passo, serão propostas situações problema em nível introdutório,

levando em consideração os conhecimentos prévios levantados na etapa de investigação anterior. Para Moreira (2011, p.4) tais situações podem funcionar como organizadores prévios se derem sentidos aos novos conhecimentos quando são capazes de serem modeladas mentalmente.

Trata-se da apresentação do assunto de forma inicial, para preparar o aluno para a introdução do novo conhecimento, utilizando-se dos conceitos identificados na etapa anterior e o material que será trabalhado na unidade.

A atividade constitui-se na discussão de situações problema a partir da visualização de trechos de um episódio do documentário “O mundo secreto dos jardins” (NEW, 2004).

- A vida do carvalho – Trecho da Germinação (2 min) mostra o fruto maduro, sua dispersão e germinação. Questiona-se aos alunos: De onde veio o fruto do carvalho? Como se formou? Por que foi formado?
- A vida do carvalho - Trecho da Polinização (3 min), Aspectos da polinização como estratégia reprodutiva e elemento da cadeia alimentar do ecossistema.

Os vídeos serão discutidos com os alunos, posteriormente será feita a leitura e discussão do texto “Como são as plantas ?” (APÊNDICE G) como o objetivo de auxiliar na formação dos organizadores prévios, pois serão apresentados nele alguns conceitos mais gerais de botânica. Após discussão do grande grupo serão feitos mapas conceituais coletivos, possibilitando a interação e negociação de significados, a partir o entendimento de MOREIRA:

Essa construção deve ser negociada no sentido de trocar significados, de argumentar porque tal conceito é mais importante do que outro, de justificar porque deve-se conectar tais e tais conceitos. Essa negociação de significados é, provavelmente, o aspecto mais rico, para a aprendizagem significativa, da elaboração de mapas conceituais em sala de aula (p.54,2010).

Destacando-se neste momento o papel mediador do professor, que estimulará esta negociação. Os alunos interagem com modelos, através de marcadores existentes no final do texto.

3. Apresentação do material a ser aprendido

Esta é a etapa em que o conhecimento a ser aprendido é apresentado a partir da perspectiva da diferenciação progressiva, onde é trabalhada uma visão geral do todo e posteriormente é desenvolvida uma atividade em grupo.

Serão assistidos alguns trechos selecionados do documentário “A vida reprodutiva das plantas” (18 min). A partir disso propõe-se uma conversa com os alunos sobre suas percepções a respeito do filme.

Neste diálogo a professora encaminha a atividade seguinte, onde os alunos começam a trabalhar com os modelos tridimensionais digitais, através dos marcadores e computadores.

Cada grupo recebe os marcadores impressos (Apêndice H) e são orientados para que observem e manipulem as estruturas. Os modelos utilizados nesta aula são os da flor e fruto do jambolão. A professora orienta os aspectos que julgar necessário a partir dos conhecimentos prévios apresentados pelos alunos, dialogando no sentido de comparar os modelos com as estruturas visualizadas no vídeo.

Elaboração de um texto coletivo que contemple as estruturas florais com as quais os alunos interagiram pelos modelos e demais aspectos do documentário.

4. Desenvolvimento do material estruturante

Neste ponto da unidade, pretende-se promover a reconciliação integrativa através da retomada dos aspectos gerais em nova apresentação, em nível mais alto de complexidade, destacar semelhanças e diferenças entre as espécies escolhidas (erva-mate e jambolão).

As atividades começam através de diálogo, com objetivo de retomar a aula anterior, retomar aspectos trabalhados na etapa 2, como por exemplo a função das pétalas, as modificações nos frutos, a interação com os insetos

Os alunos novamente trabalham com os modelos, orientados pela professora a identificar, a partir de sua morfologia, como seria seu processo de polinização.

A partir deste trabalho de comparação a professora dialoga a respeito da reprodução das plantas, instigando os alunos sobre o que vem após a polinização, abrindo espaço para a introdução do trabalho com o livro.

Trabalho em grupo com o livro “Conversando com a erva-mate” e seus modelos.

5. Continuação das atividades com modelos e atividade colaborativa

A partir do desenvolvimento do material estruturante, a etapa seguinte objetiva

dar continuidade ao processo de diferenciação progressiva retomando os aspectos mais relevantes do conteúdo a partir de uma perspectiva integradora, que busque a reconciliação integrativa, conforme os passos desenvolvidos por Moreira (2011, p.4)

Aprofundar na questão da fecundação e a consequente frutificação. Os alunos trabalharão com os modelos da erva mate e jambolão, novamente no livro onde serão salientadas as semelhanças e diferenças entre as flores, seu processo de polinização e a fecundação de forma a promover a Reconciliação Integrativa.

Os alunos discutem com os colegas sobre as questões propostas no livro e fazem seu registro.

6. Avaliação somativa individual

Como atividade integradora, para que os alunos negociem significados, interagindo socialmente, será proposta a construção de um mapa conceitual individual e a apresentação dos mesmos pelos alunos, com a intenção de socializar significados, e propiciar, através da explicação oral mais um espaço de troca e aprendizagem.

Moreira afirma que uma situação problema pode ser desde a explicação de um fenômeno, a construção de um diagrama e até mesmo a explicação de uma pequena contradição, desde que o aluno reconheça a atividade como um problema (2011, p.11). A partir da experiência com o recurso didático, onde foi trabalhada a fecundação e frutificação da *Ilex paraguariensis* (planta unissexuada) será proposta uma situação problema aparentemente contraditória: Como ocorre a fecundação e frutificação do jambolão?

O *Syzygium cumini* (jambolão), conforme já foi enunciado, é uma planta hermafrodita, desta forma, a diferença entre as duas plantas provoca novas reflexões e uma majorância cognitiva através dos processos mentais de análise, comparação e generalização de conceitos.

7. Avaliação final e encerramento da unidade

É necessário avaliar ao longo da unidade, a captação de significados e a capacidade de explicar, aplicar o conhecimento para resolver situações problema, habilidades que resultam de uma Aprendizagem Significativa. Mesmo o

planejamento contemplando atividades avaliativas durante o desenvolvimento da unidade, será proposta também uma atividade final individual, onde o aluno possa utilizar recombinação e reorganizar os conceitos trabalhados na unidade, o que é uma característica necessária ao ser construída uma UEPS.

Desta forma, será proposta aos alunos que eles escrevam uma história, personificando uma planta de sua escolha, tendo como objetivo que seja explicada a sua origem. De onde surgiu essa planta? De onde veio a semente que a originou? Como ela nasceu?

A história será escrita e ilustrada por eles, primeiramente em caráter de rascunho (APÊNDICE F) para que possam elaborar a história e planejar as ilustrações para depois serem reproduzidas em livros, feitos como folhas de ofício encadernadas.

A atividade de escrita, com o aluno personificando uma planta possibilita uma reelaboração dos conceitos trabalhados, conforme afirmam Dourado e Carvalho:

“A escrita pode desempenhar um importante papel enquanto ferramenta de aprendizagem e, em consequência, constituir-se como factor de sucesso escolar. Pela complexidade que lhe é inerente, o recurso à escrita potencia a elaboração sobre o aprendido, o reprocessamento dos conceitos, a síntese e o confronto de ideias, o que favorece a emergência de estratégias cognitivas mais complexas (2010, p.301).

Esta elaboração sobre o que foi aprendido e o seu reprocessamento, a partir de uma atividade criativa de escrita, caracterizam a resolução de uma situação problema, que pode trazer indícios da Aprendizagem Significativa. Fala-se em indícios porque a aprendizagem aqui é entendida como um processo progressivo, por isso a procura por evidências e não resultados finais.

Como encerramento da Unidade, os alunos irão apresentar seus livros na Exposição de Ciências da escola, concretizando mais uma oportunidade de retomar o que foi trabalhado, reorganizar os conhecimentos e através da apresentação e discussão do seu produto com outras pessoas da comunidade escolar desenvolver a consciência do seu aprendizado.

REFERÊNCIAS

A VIDA reprodutiva das plantas. In: **O mundo secreto dos jardins**. Direção: David New. Estados Unidos: Secret World of Gardens Productions Inc., Discovery Networks international, 2004.

A VELHA árvore do carvalho. In: **O mundo secreto dos jardins**. Direção: David New. Canadá: Secret World of Gardens Productions Inc., Discovery Networks international, 2004.

BARROSO, G.M.; MORIN, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F. **Frutos e sementes - morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999.

CARVALHO, José António Brandão; DOURADO, Luís Gonzaga **Pereira. Processos de aquisição, elaboração e expressão do conhecimento em alunos da Universidade do Minho**. 2010.

MOREIRA, M.A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M.A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas-UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review**, v.1, n.2, p.43-63. 2011. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf>. Acesso em 9 de abril de 2013.

NOVAK, J.D. e GOWIN, D.B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1984.

APÊNDICE B - Descrição das espécies tema do trabalho

Ilex paraguariensis A. St.-Hil. (ERVA-MATE)

A erva-mate é uma árvore perene do gênero *Ilex*, pertencente à família AQUIFOLIACEAE, que compreende cerca de 400 espécies, das quais 50 ocorrem no Brasil (HEUSER,2006). Apresenta folhas coriáceas, alternas e simples com estípulas muito reduzidas ou ausentes. A margem das folhas é geralmente serrada, com 8 a 10 cm de comprimento por 3-4 cm de largura. (LORENZI, 2002; SOUZA, LORENZI, 2012).

De acordo com Gurni & Gilberti (2008), as flores são unissexuais, actinomorfas, hipóginas e tetrâmeras. As flores são pequenas, as sépalas medem aproximadamente 1x1mm, as pétalas oscilam 3 e 10 mm de comprimento, não alcançando o gineceu a 2 mm. A corola está integrada por pétalas de prefloração imbricada, sendo eliminadas juntamente com o androceu depois da antese.

O androceu é composto por estames igual ao número de pétalas e alternipétalos, anteras rimosas, basifixas e introrsas.

O ovário é súpero, 4- 6 carpelar e 4- 6 locular, com placentação axial ou pendular, estilete único, estigma séssil. Fruto drupa.

As folhas são utilizadas como chá, e quando moídas, no sul do Brasil são consumidas em forma de uma bebida quente e amarga chamada chimarrão. No restante do país é usado como bebida refrescante.

Seu uso medicinal ocorre sob a forma de cataplasma para feridas, úlceras e o chá como estimulante e digestivo (LORENZI; MATOS, 2002).

REFERÊNCIAS

GILBERTI, C. Gustavo; GURNI, Alberto. Anatomía floral comparada de once especies sudamericanas de *Ilex* L. (*Aquifoliaceae*) relacionadas con la yerba mate. **Dominguezia** - Vol. 24(2) – 2008.

HEUSER, E.D. Reprodução e comportamento germinativo em *Ilex paraguariensis* A.St. Hil. In: MARIATH, J.E.A.; SANTOS, R.P. (Orgs). **Os Avanços da botânica no início do século XXI: Morfologia, Fisiologia, Taxonomia, ecologia e Genética**. Conferências Plenárias e Simpósios do 57º Congresso Nacional de Botânica. Porto Alegre: SBB, 2006.p.625-627.

LORENZI, Harri. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, vol. 1. 4ed. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**, 2002.

LORENZI, Harri; DE ABREU MATOS, Francisco José. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002.

SOUZA,V.C;LORENZI,H. **Botânica Sistemática**. 3.ed. Nova Odessa: Plantarum. 2012.

***Syzygium cumini* (L.) SKEELS (JAMBOLÃO)**

Árvore perene e frondosa de 15 a 20m, originária da Índia e Sri Lanka, mas cultivada no Brasil para sombra e ornamentação. Pertencente à família MYRTACEAE, apresenta folhas coriáceas, glabras, aromáticas e brilhantes, de 8-14 cm de comprimento e pecíolo de até 3 cm. (LORENZI *et al*,2006).

Suas folhas são simples, coriáceas, oblongas e glabras entre 12 até 14 cm de comprimento (LORENZI *et al*,2006; AYYANAR, BABU, 2012).

As flores são hermafroditas, actinomorfas, diclamídeas e sésseis estando agrupadas em inflorescências racemosas. (LORENZI *et al*,2006;LIMA,2010).O cálice é gamossépalo e corola dialipétala. Androceu é dialistêmon e polistêmon, de anteras globosas com deiscência longitudinal. O gineceu tem ovário ínfero, gamocarpoelar, bicarpelar, bilocular e com placentação axial. (ALBERTON, J. R. *et al*.,2001).

Fruto de coloração roxa escura, sabor adstringente e somente uma única semente (GOMES,1973; LORENZI *et al*,2006). Seu fruto é consumido in natura ou em forma de suco. Na medicina popular é utilizado como medicação para o controle da diabete.

REFERÊNCIAS

ALBERTON, J. R.; RIBEIRO,A.; SACRAMENTO,L.V.S.; FRANCO,S.L.; LIMA,M.A.P. Caracterização farmacognóstica do jabolão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels). **Rev Bras Farmacogn**, v. 11, p. 37-50, 2001.

AYYANAR, M.; SUBASH-BABU, P. ***Syzygium cumini* (L.) Skeels: A review of its phytochemical constituents and traditional uses**. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, p. 240-246, 2012.

GOMES, R. P. **Fruticultura brasileira**. NBL Editora SA, 1973.

LORENZI, H.; BACHER, L.B.; LACERDA, M.T.C.; SARTORI, S.F. 2006. **Brazilian Fruit and Exotic Cultivated**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2006.

APÊNDICE C

Este apêndice é constituído pelo livro desenvolvido para ser utilizado com o *software* de Realidade Aumentada, constituindo-se como parte do produto desta dissertação; desta forma encontra-se juntamente com os demais arquivos integrantes do produto, no site do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da UFPEL.

APÊNDICE D - Análise de conhecimentos prévios

Aos estudantes:

Esta pesquisa chama-se “a Realidade Aumentada como recurso potencialmente significativo para a aprendizagem sobre o processo de frutificação” e está sendo desenvolvida no curso de Mestrado Profissional de Ensino de Ciências e Matemática (UFPEL). Pretendemos desenvolver um recurso que lhe ajude a aprender e que também 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 acompanhar as atividades que faremos durante o trabalho. Em nenhum momento haverá a identificação dos nomes 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 pesquisadoras

1) Cita exemplos de plantas que tu conheces:

2) Qual a diferença entre um animal e uma planta?

3) As plantas são importantes para ti? Explica.

4) Qual a importância das plantas para o meio ambiente?

5) 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 se ninguém plantou nada no jardim?



Jardim no ano passado



Jardim neste ano

Fonte da imagem: <http://www.goexploreNature.com/2010/03/fun-friday-spring-flower-walk.html>. Adaptada para esta atividade.

6) No pátio da casa de João existe uma planta com muitas flores. 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?



Fonte da imagem: http://www.matsunagao.com.br/2013_02_01_archive.html



7) 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?

Fonte da imagem: http://www.oticacastellan.com.br/site/documents/76/htmlimport_flower.gif

8) Todos os dias, a caminho da escola, Zeca passa por um pomar de pêssegos. Veja as imagens abaixo:



Semana passada as flores do pessegueiro estavam assim.

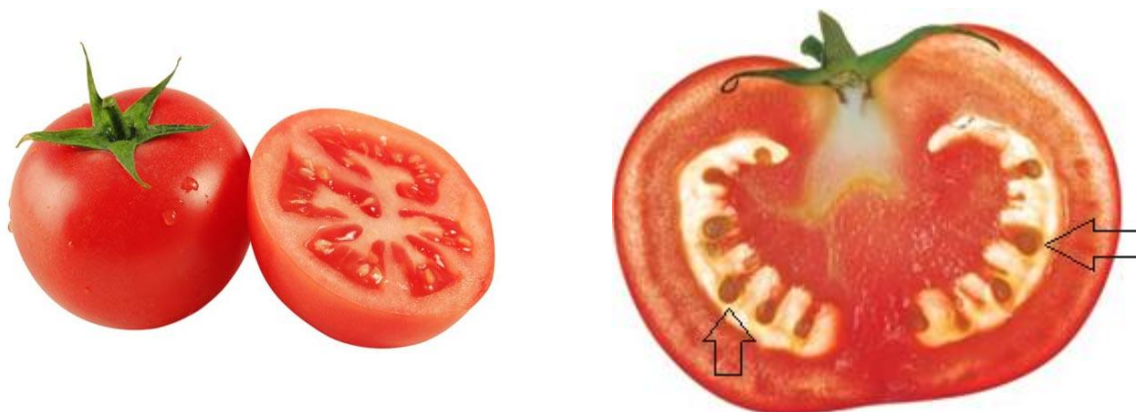


Agora estão desta forma.

Fonte da imagem: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Nectarine_Fruit_Development.jpg

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

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

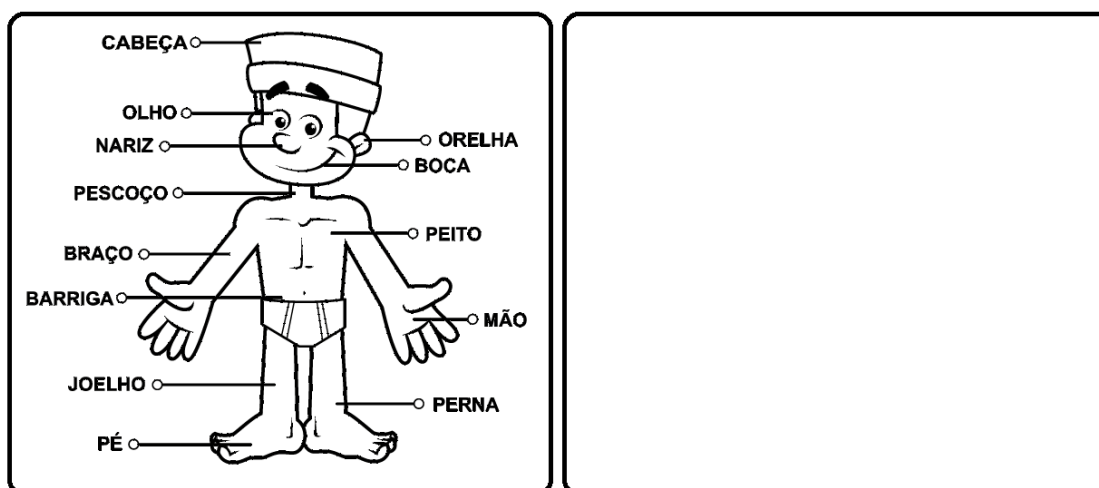


Fonte da imagem: <http://saude.abril.com.br/imagens/0320/tomate-2.jpg>

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

b) Como eles foram parar dentro do tomate?

10) Nosso corpo é formado por várias partes que se ajudam para que possamos viver. As plantas também possuem várias partes diferentes. 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:



Fonte da imagem: <http://www.smartkids.com.br/desenhos-para-colorir/partes-do-corpo.html>

APÊNDICE E - Avaliação do segundo instrumento de investigação de conhecimentos prévios: Mapa Conceitual I

A avaliação descritiva dos mapas deu-se de acordo com as indicações do item **6.3.4.2.2**. Para situar o leitor, a apresentação dos mapas ocorre na seguinte ordem:

- Identificação do aluno e atividade
- Número de conceitos
- Número de relações entre conceitos
- Número de hierarquias conceituais
- Número de proposições
- Proposições (numeradas)
- Análise descritiva

MC.1. A1

Nove conceitos.

Três relações válidas.

Dois níveis hierárquicos.

Duas proposições.

Estrutura basicamente linear, originando duas proposições válidas, abaixo sua descrição e interpretação:

- 1) FRUTA nasce de PLANTA que é um ÓRGÃO que REPRODUÇÃO.

A fruta é um órgão de reprodução das plantas.

- 2) REPRODUÇÃO tem PÓLEN que dá SEMENTE de FLOR tem RAIZ e FOLHA.

Aqui se entende a FLOR como um tipo de planta e não como a estrutura reprodutiva isolada, por isso a ligação com RAIZ e FOLHA.

O aluno traz elementos que indicam a presença dos conhecimentos a respeito da reprodução sexuada, do fruto e da flor como órgãos relacionados à reprodução, mesmo que não relacionados entre si. A polinização está relacionada à reprodução, mas no sentido de produzir sementes.

A partir do Instrumento 1, o aluno trazia indícios de já relacionar a polinização à reprodução, corroborando os dados coletados no MC.

Para o trabalho ao longo da unidade, entende-se que o aluno possua os conceitos necessários para o trabalho com as novas informações que irão desenvolver o conceito de frutificação. A relação entre flor e fruto, ausente nos conhecimentos prévios, será tema da unidade, sendo desejável, mas não fundamental nesta etapa inicial.

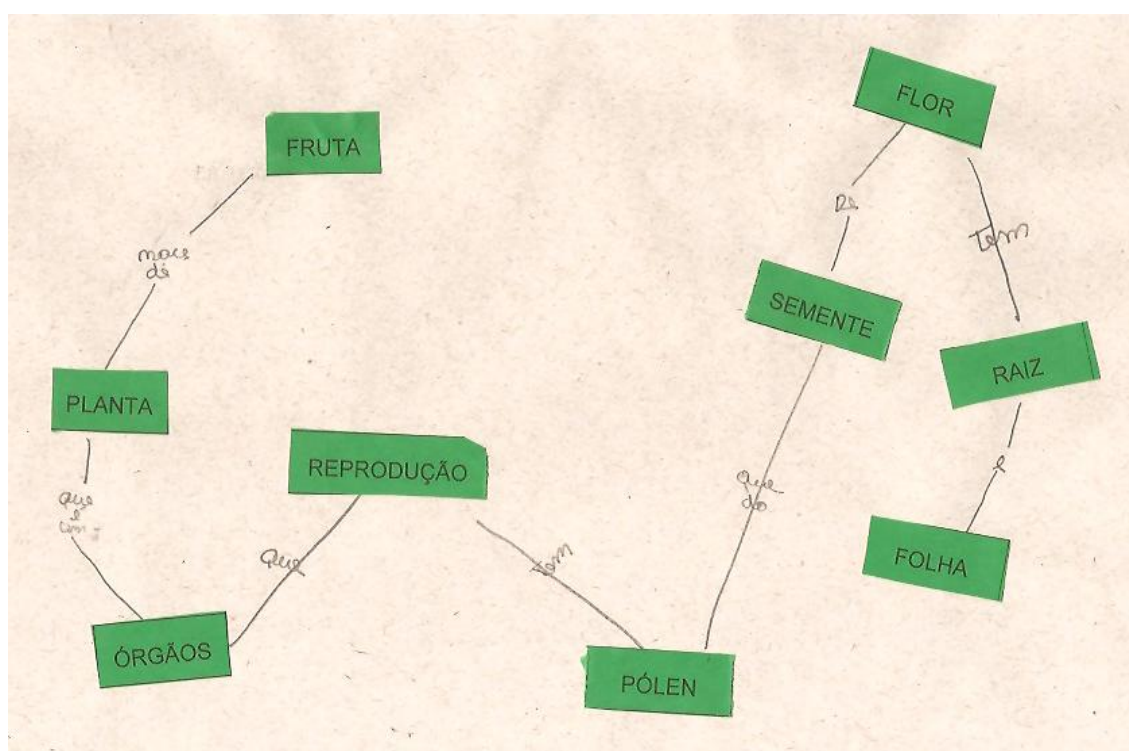


Figura 1 - MC.1.A1

MC.1. A2

Nove conceitos.

Nove relações válidas.

Três níveis hierárquicos.

Das quatro proposições construídas, a segunda e a terceira não foram consideradas válidas:

- 1) PLANTA reproduz FRUTA, possui ÓRGÃOS tem FLOR.
- 2) FLOR tem FOLHA e RAIZ.
- 3) FLOR possui dentro SEMENTE.
- 4) FLOR é feito o PÓLEN de que é a REPRODUÇÃO.

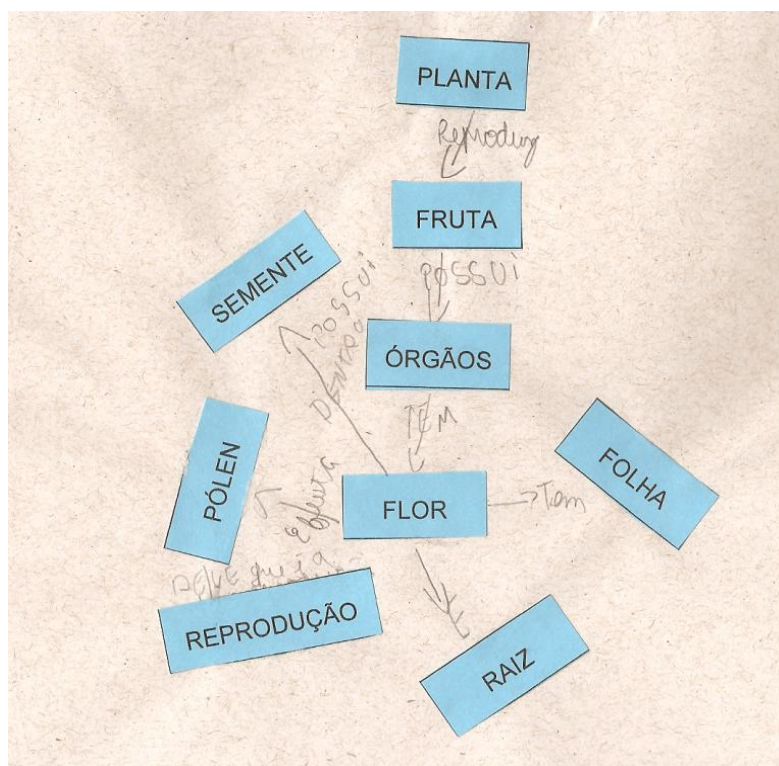


Figura 2 - MC.1.A2

O mapa traz elementos que mostram que o aluno compreende a reprodução através dos frutos e do pólen (conforme proposições 1 e 4), mas não relaciona o fruto com a flor. Buscando elementos no Instrumento 1, vê-se que o aluno já trazia o entendimento da polinização como elemento da reprodução através da Q7. A semente, neste primeiro instrumento, está relacionada à reprodução e também à formação do fruto, pois o aluno afirma na Q9b “através delas (sementes) que se forma o tomate”. A partir desta primeira análise, é possível constatar que o aluno apresenta os conhecimentos prévios necessários para o trabalho com as novas informações que irão desenvolver o conceito de frutificação. A relação entre flor e fruto, ausente nos conhecimentos prévios, será tema da unidade, sendo desejável,

mas não fundamental nesta etapa inicial.

MC.1.A3

Oito conceitos- Acrescentou o conceito fotossíntese.

Três níveis hierárquicos.

Das proposições apresentadas, apenas a primeira não pode ser considerada válida:

- 1) A reprodução de uma planta se chama fotossíntese.
- 2) Uma planta tem órgãos.
- 3) Uma planta tem semente.
- 4) Uma planta tem folha e raiz e fruta.

A partir do MC.1 é possível perceber que o aluno:

Identifica algumas partes básicas dos vegetais, nomeia de forma equivocada a fotossíntese como um processo de reprodução e não traz elementos que indiquem o conhecimento do processo de reprodução dos vegetais, pois utiliza o conceito semente, mas o coloca de forma isolada no mapa. Ele também não utiliza o conceito PÓLEN.

Relacionando suas proposições com as do Instrumento 1, percebe-se que o aluno não relaciona o pólen ao processo de reprodução, pois para ele o pólen serve “Para os animais comerem (Q7)”. O aluno também não faz a relação entre flor e fruto, nem identifica as sementes como estrutura do fruto.

Será necessário um foco em A3 no que tange à fase dos organizadores prévios, para que possa ser suprida a ausência de alguns conceitos (REPRODUÇÃO, POLINIZAÇÃO, PÓLEN, SEMENTE) para que ele consiga tirar um melhor proveito das estratégias desenvolvidas com fim de aprendizagem.

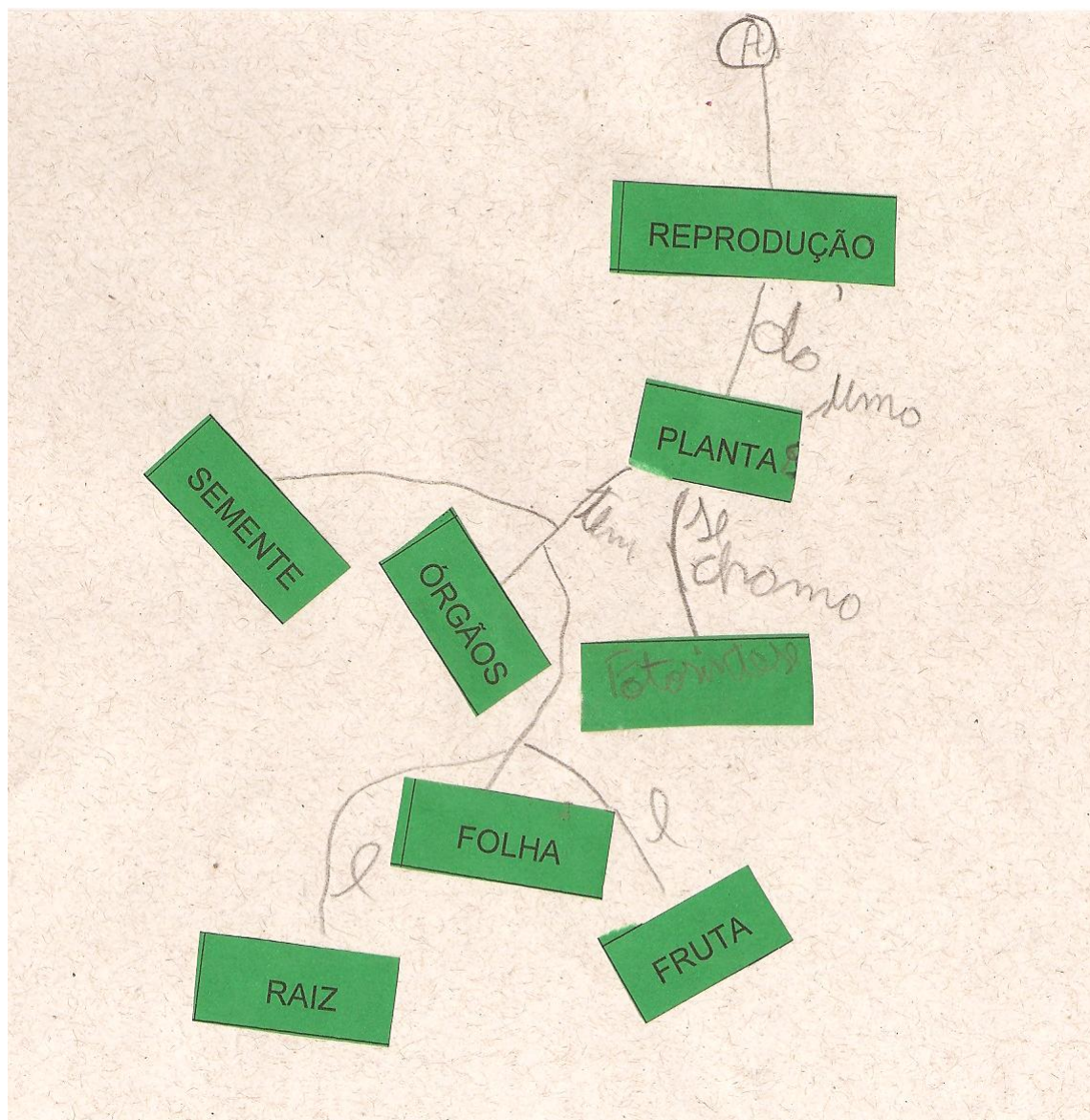


Figura 3 - MC.1.A3

MC.1.A4

Nove conceitos: acrescentou como conceitos: ÁRVORE e AR.

Cinco Níveis Hierárquicos.

Oito Relações válidas.

Quatro proposições válidas.

- 1) ÁRVORES têm FOLHA e RAIZ.
- 2) ÁRVORES ajudam a filtra o AR.
- 3) ÁRVORES tem FOLHA, RAIZ, algumas têm FLOR e FRUTA.

4) FLOR dá PÓLEN ajuda na REPRODUÇÃO da PLANTA.

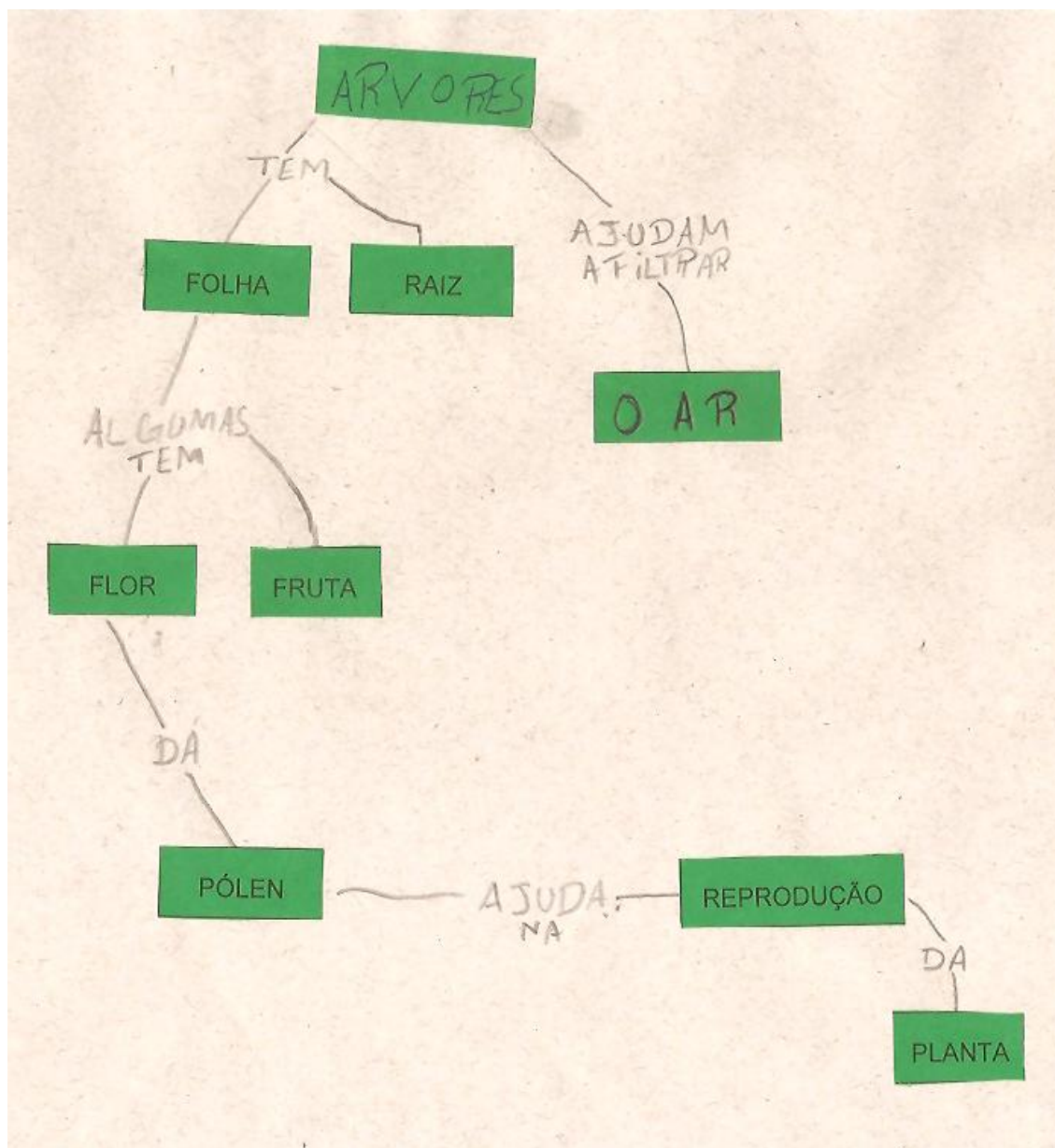


Figura 4 - MC.1.A4

O MC foi construído com nove conceitos distribuídos em oito relações válidas, organizadas em cinco níveis hierárquicos. Esta organização que demonstra que o aluno identifica algumas partes básicas das plantas, reconhece a importância dos vegetais no equilíbrio do ecossistema, citando sua relação com o equilíbrio atmosférico, relaciona a polinização com a flor e com a reprodução, mas não traz elementos que relacionem estes conceitos com o fruto.

Relacionando o mapa conceitual com as afirmativas do aluno do Instrumento

1, é possível traçar um panorama dos conhecimentos prévios em que as informações de cada instrumento de complementaram, mostrando que ele possui os conhecimentos necessários para o entendimento do processo de frutificação.

MC.1. A5

Seis conceitos.

Três níveis hierárquicos.

Quatro relações válidas.

Duas proposições.

- 1) SEMENTES geram PLANTAS e FLORES.
- 2) PLANTAS tem RAIZ e PÓLEN também FLORES ,tem muitas FOLHAS.

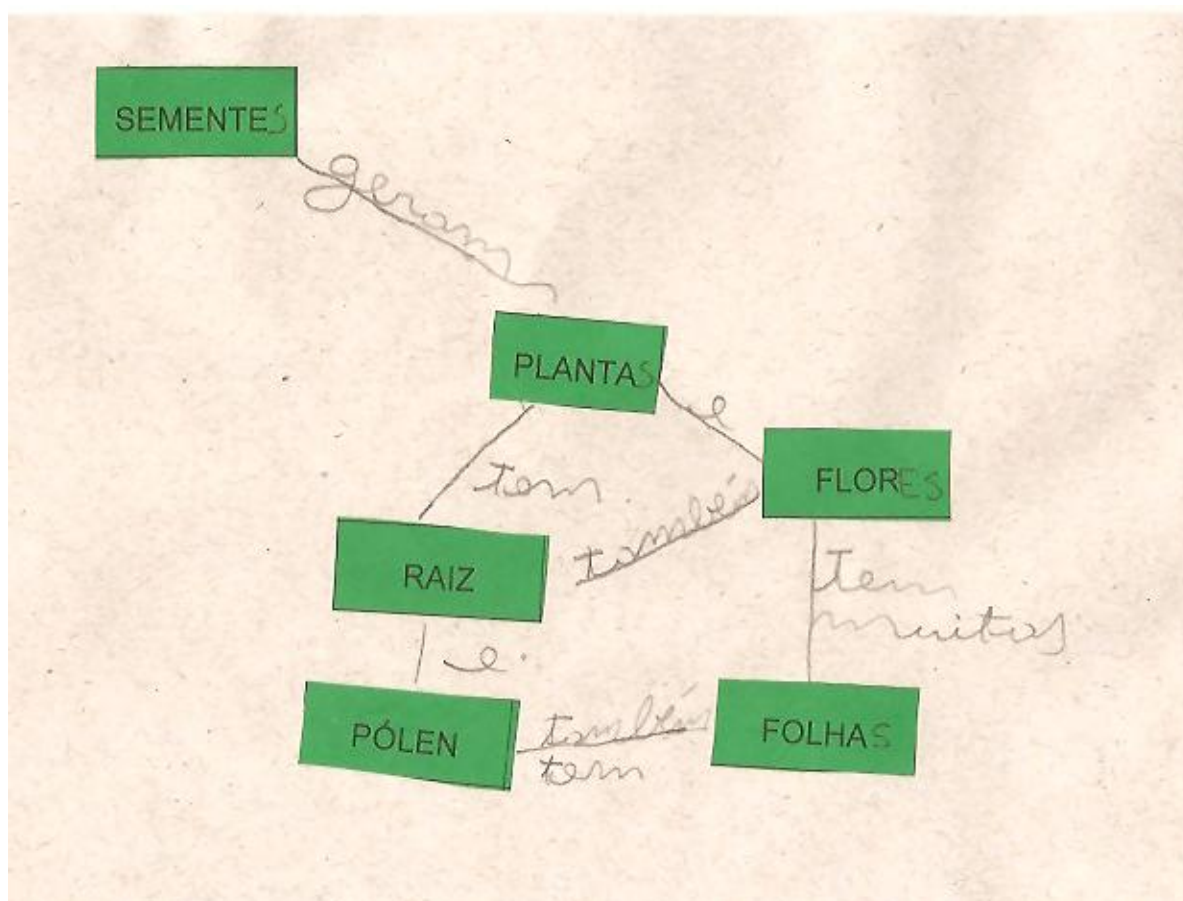


Figura 5 - MC.1.A5

O aluno cita algumas partes dos vegetais que se relacionam. Reconhece a reprodução através das sementes, mas não relaciona a produção desta à estrutura floral ou ao fruto. O conceito PÓLEN não está ligado à FLOR ou à REPRODUÇÃO, também não fazendo a relação da FLOR com o FRUTO ou SEMENTES.

Ao relacionar o MC.1 ao instrumento 1, foi perceptível que o aluno se expressou de forma mais abrangente através das questões descritivas. A dificuldade em relacionar os conceitos pode ter sido em função da própria organização cognitiva ou pela inadequação do instrumento de coleta à situação particular deste aluno, que vem demonstrando dificuldade em se concentrar nas tarefas.

Através desta relação, vê-se que o aluno apresenta fortemente o entendimento da reprodução através das sementes e da reprodução por brotamento, mas sem fazer relação da reprodução com as flores e frutos.

Será necessário, na próxima fase da unidade, focar o desenvolvimento de organizadores prévios para suprir a ausência dos subsunçores relacionados à polinização.

MC.1.A6

10 conceitos: acrescentou o conceito TERRA.

Três níveis hierárquicos.

11 relações válidas.

Três proposições.

1) SEMENTE que cresce na TERRA nasce RAIZ depois para PLANTA que cresce FOLHA e FRUTA, que tem ÓRGÃOS e FLOR.

2) SEMENTE que cresce na TERRA nasce FLOR que tem ÓRGÃOS.

3) SEMENTE que cresce na TERRA nasce FLOR que solta PÓLEN para se REPRODUÇÃO.

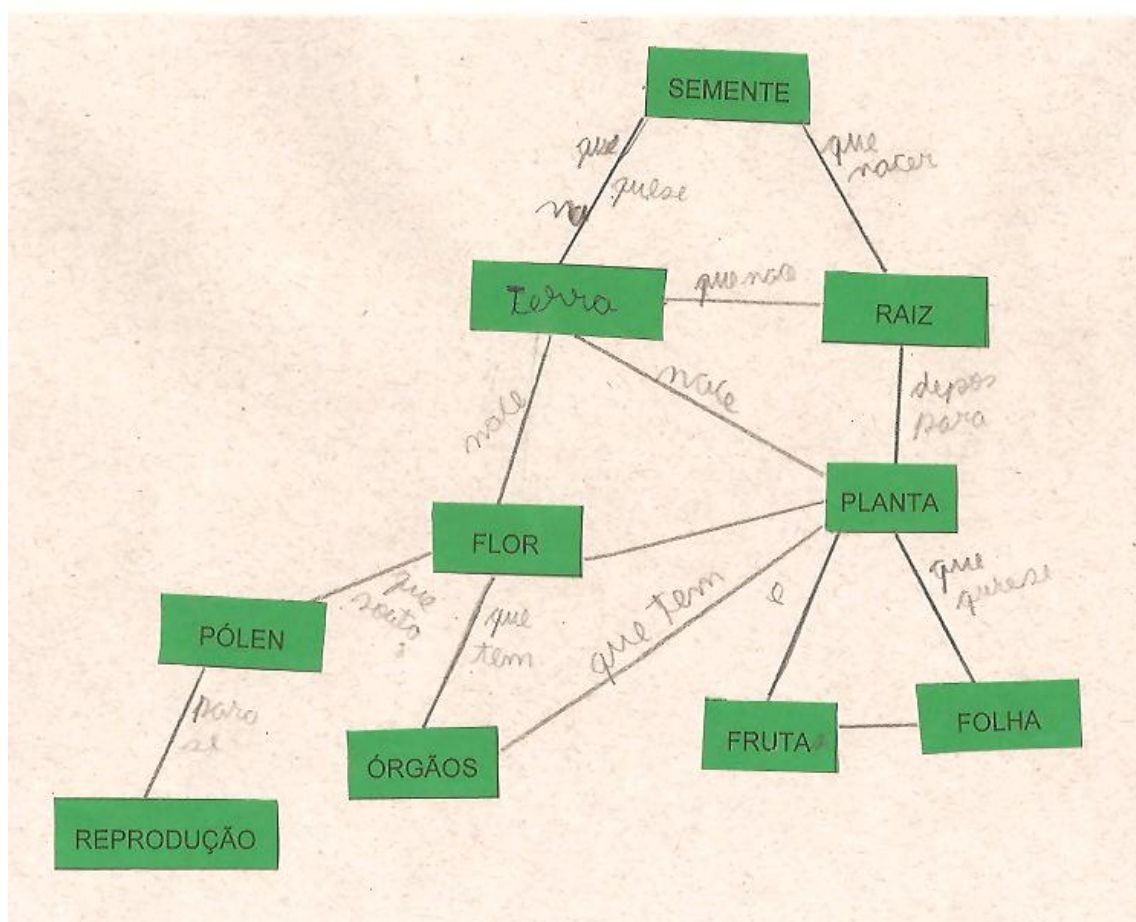


Figura 6 - MC.1.A6

O aluno demonstra compreender que a planta se desenvolve a partir de uma semente e a partir desta origina todas as demais estruturas da planta. Relaciona o pólen e a flor à reprodução e o nomeia como um órgão da planta.

Construiu algumas relações entre conceitos sem palavras de ligação. No momento da entrega do MC, foi solicitado que explicasse oralmente relação e ele assim o fez, acrescentando alguns conectivos antes de entregar o trabalho.

Trazendo elementos do instrumento 1, o aluno não tinha apresentado o pólen como elemento necessário à reprodução, mas sim à alimentação de animais. Também não apresentou conceitos tão organizados quanto no MC.1. É possível perceber também que o aluno dá grande relevância aos elementos abióticos como fatores necessários para a reprodução, pois ao ilustrar sua flor “com todas as partes que considera importante para que cresça e se reproduza” conforme solicitado, o aluno fez um desenho identificação de semente ambientada em local com adubo, chuva e sol. No mapa conceitual, ele parte novamente da semente e acrescenta o

conceito TERRA, que não estava entre as palavras distribuídas para a atividade.

O aluno apresenta uma variedade de conceitos aparentemente bem relacionados. Alguns pontos, como não relacionar os conceitos FRUTA, FOLHA como órgãos são evidentes, bem como não relacionar a FLOR com o FRUTO; tais relações serão normalmente trabalhadas ao longo da unidade. Parece que A6 consegue organizar melhor suas ideias na forma de MC do que de forma descritiva, realizando inclusive ligações entre diferentes hierarquias de seu MC. É um aluno também com dificuldades de se fazer entender oralmente, por isso será necessária uma atenção a mais para que seja possível perceber de que forma o aluno expressa melhor seus conhecimentos e a partir disso investir na investigação da aprendizagem.

MC.1.A7

Oito conceitos.

Seis relações válidas.

Dois níveis hierárquicos.

Três proposições.

Das proposições construídas, todas válidas foram as seguintes:

- 1) FRUTA tem SEMENTE, nasce pela RAIZ.
- 2) Da RAIZ sai a PLANTA e da PLANTA sai a FOLHA, PÓLEN, ÓRGÃOS.
- 3) PLANTA tem REPRODUÇÃO.

A partir das proposições e relações construídas, não foi possível identificar elementos que demonstrem o conhecimento prévio a respeito da polinização e da relação entre flor e fruto. A leitura do Instrumento 1 corrobora as informações obtidas pelo MC.1, pois o aluno traz apenas uma afirmativa sobre a reprodução relacionada com a dispersão de sementes (Q5), mas que também não é consistente, pois ele não consegue identificar e nomear esta estrutura na Q9. A respeito da polinização, também não há elementos que indiquem este conhecimento prévio, pois o aluno não respondeu à questão relacionada diretamente ao pólen (Q7) e no mapa conceitual

localizou o conceito de forma isolada à FLOR e REPRODUÇÃO. Torna-se necessário suprir a necessidade destes conceitos através do trabalho com os organizadores prévios na próxima etapa da unidade.

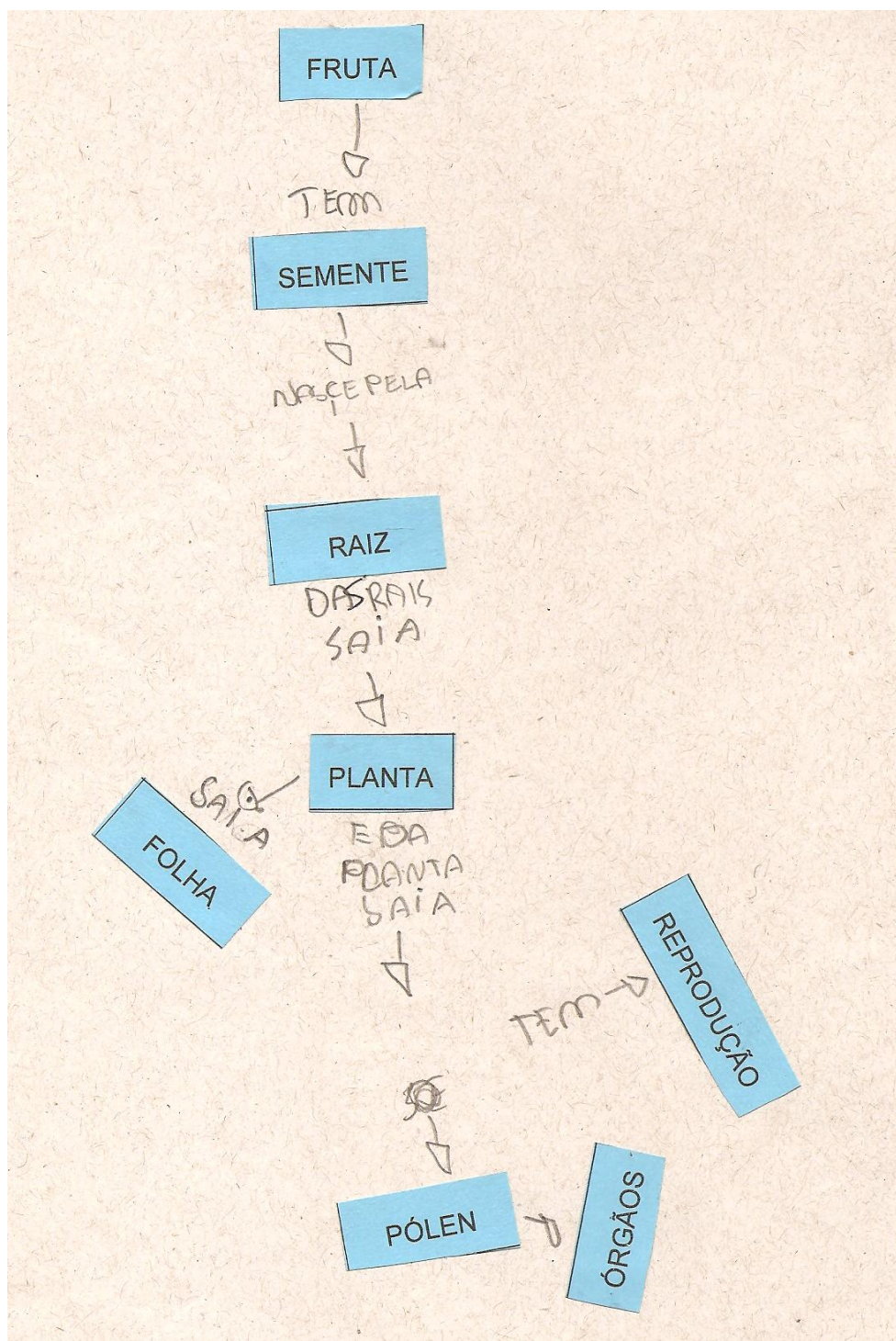


Figura 7 - MC.1.A7

MC.1.A8

Nove conceitos.

Quatro relações válidas.

Três níveis hierárquicos.

Duas proposições.

As proposições formadas foram transcritas conforme foram escritas, e abaixo conforme foram explicadas pelo aluno:

1) PLANTAS se REPRODUÇÃO se PÓLEN.

“Plantas reproduzem-se de pólen”.

2) PLANTAS se REPRODUÇÃO se ÓRGÃOS como: RAIZ, FRUTA, FLOR, FOLHA, SEMENTE.

“Plantas reproduzem com órgãos como: raiz, fruta, flor, folha, semente”.

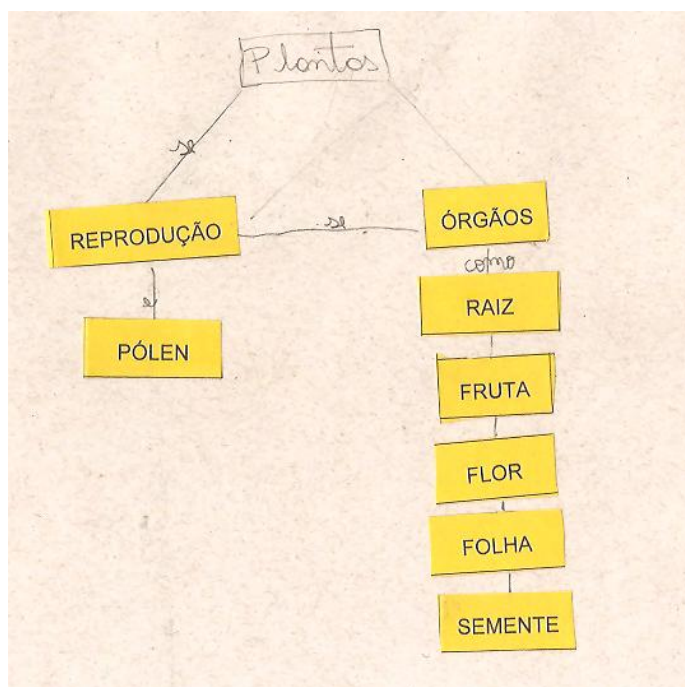


Figura 8 - MC.1.A8

O aluno traz a relação entre a polinização e reprodução, mas de forma

isolada, não as relacionando com os conceitos FLOR ou FRUTO. No instrumento 1 a aluna também não traz o conhecimento a respeito do pólen (Q7), mas faz a relação entre flor e fruto (Q8) e relaciona semente à reprodução e ao fruto, o que não fica aparentemente claro no mapa conceitual. A partir desta interpretação, entende-se que será necessário um trabalho com os organizadores prévios focado na questão da polinização.

MC.1. A9

12 conceitos.

Acrescentou os conceitos: ÁRVORES, CAULE e PÉTALAS.

Quatro níveis hierárquicos.

11 relações entre conceitos distribuídas em quatro proposições válidas.

1) PLANTAS são ÁRVORES tem FOLHA e também nasce FRUTAS dentro deles tem sementes.

2) PLANTAS têm ÓRGÃOS de REPRODUÇÃO.

3) PLANTAS também podem ser FLORES tem CAULE e RAIZ.

4) FLORES tem PÓLEN e PÉTALAS.

A aluna utiliza o conceito de FLORES e ÁRVORES como exemplos de plantas diferentes e não como se as flores fossem uma estrutura possível de estar presente nas árvores. Mesmo assim, identifica algumas outras partes básicas dos vegetais. Traz o entendimento de que as árvores produzem frutos com sementes.

Afirma que as plantas possuem órgãos de reprodução, mas não os relaciona às flores e frutos. Relaciona o pólen com as flores, mas não com a reprodução; no Instrumento 1, a aluna faz essa a relação. Traz também o entendimento de que algumas plantas produzem flores e depois os frutos, o que não aparece nos mapas conceituais.

A partir das informações complementares dos dois instrumentos de coleta, é possível inferir que a aluna possui os conhecimentos prévios necessários para as aprendizagens objetivadas nessa unidade.

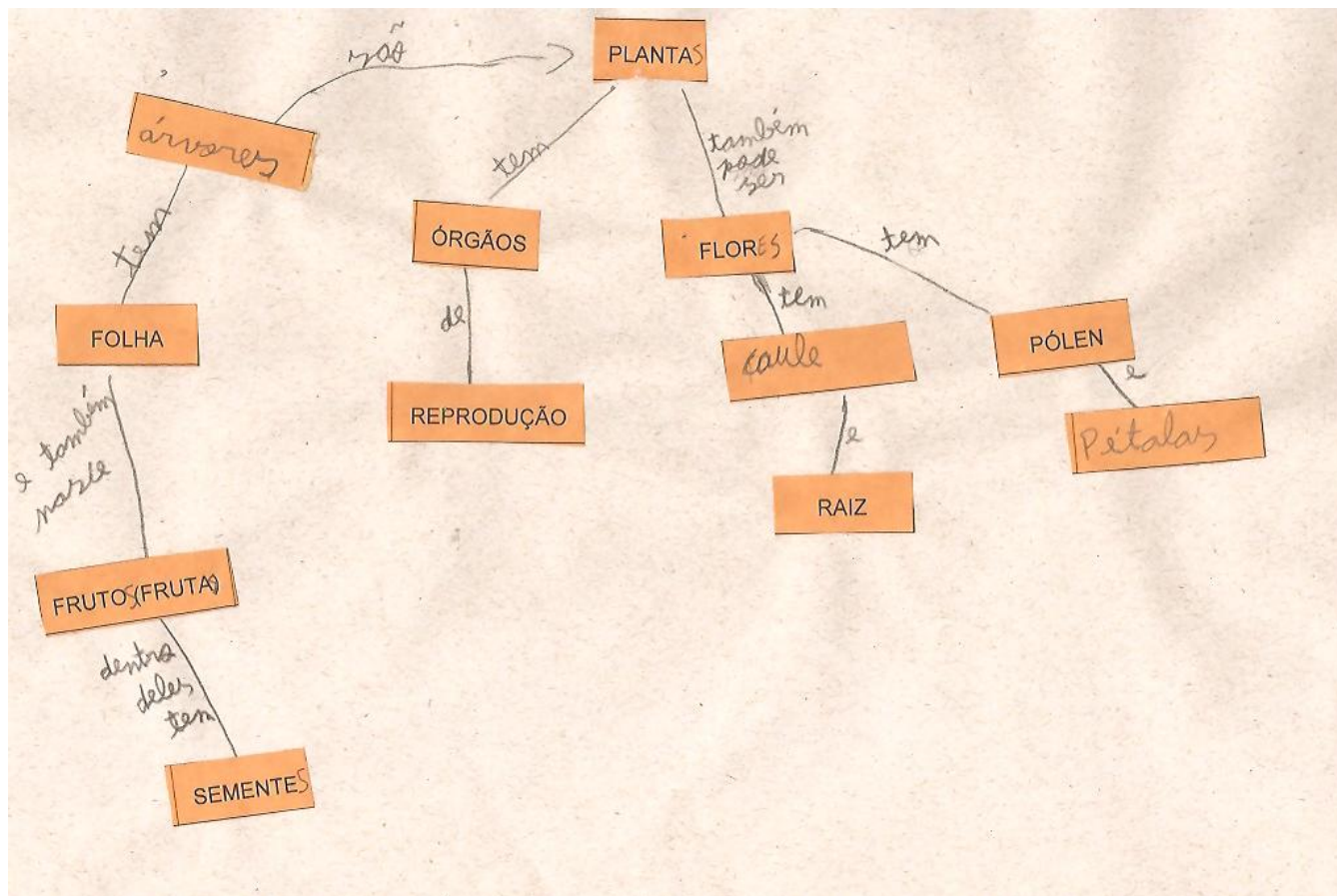


Figura 9 - MC.1. A9

MC.1.A10

Sete conceitos.

Seis relações válidas.

Dois níveis hierárquicos.

Três proposições.

Foram construídas três proposições, sendo que somente a última é parcialmente válida.

- 1) Toda PLANTA tem ÓRGÃOS.

- 2) PLANTA tem FOLHA e também RAIZ.
- 3) PLANTA nasce da SEMENTE e logo nasce a FRUTA, depois da fruta nasce a FLOR.

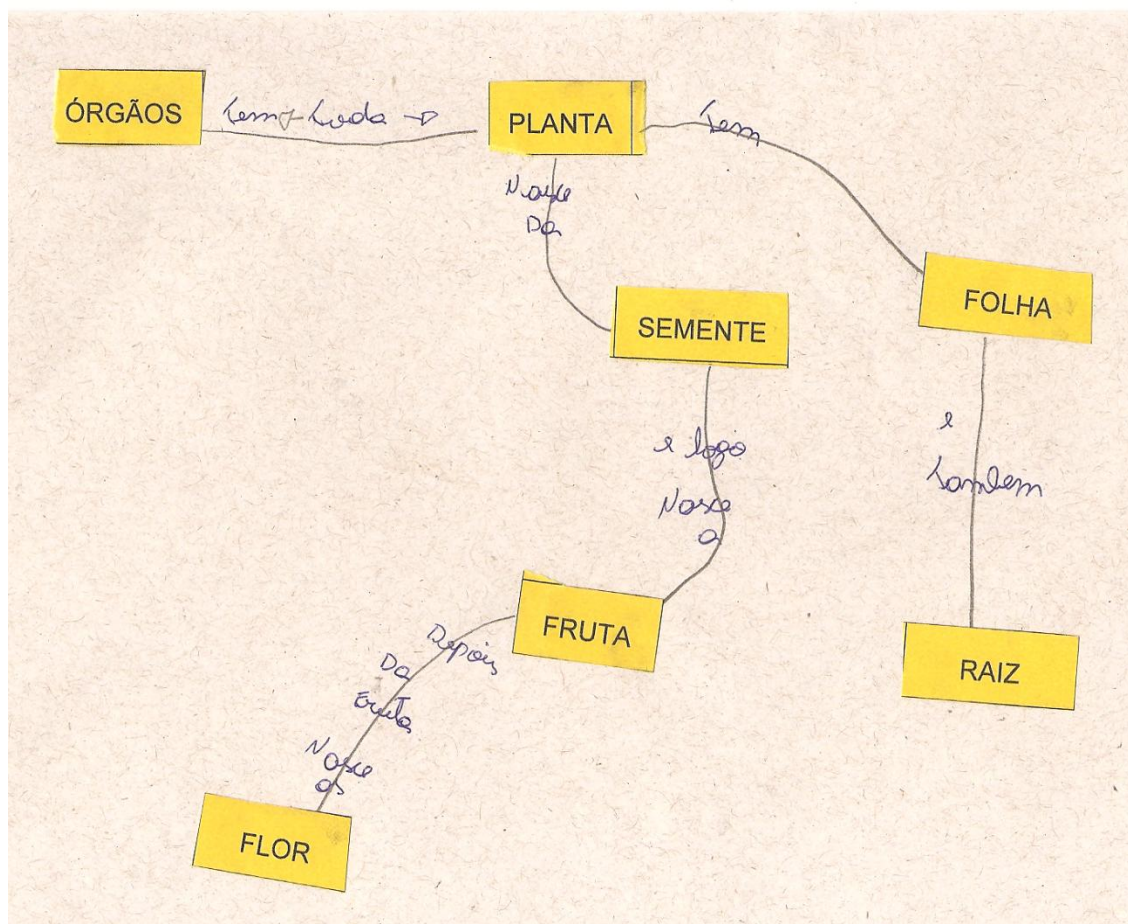


Figura 10 - MC.1.A10

A partir das relações estabelecidas no MC.1, é possível visualizar que A10 reconhece algumas partes dos vegetais, mas não as relaciona entre si. Não relaciona a polinização com a reprodução e, apesar de ligar os conceitos FRUTA e FLOR, afirma, em sua proposição, que as frutas originam as flores, mostrando um equívoco conceitual.

A partir do Instrumento 1, é possível perceber que, assim como no MC.1, não há indícios de conhecimentos prévios a respeito do PÓLEN ou POLINIZAÇÃO, pois A10 não respondeu a Q7 que versava sobre este conceito. A respeito da reprodução, é possível perceber o conhecimento sobre a reprodução assexuada (Q5 e Q6) e o entendimento de que uma semente pode dar origem a outra planta (Q11),

também presente no mapa conceitual.

Faz-se necessário o trabalho mais pontual, na fase dos organizadores prévios, a respeito da polinização.

MC.1.A11

Nove conceitos.

Nove relações válidas.

Três níveis hierárquicos.

Quatro proposições.

- 1) A PLANTA nasce da SEMENTE, através que a faz a REPRODUÇÃO, cresce a RAIZ que cria a PLANTA.
- 2) PLANTA tem ÓRGÃOS.
- 3) PLANTA gera a FOLHA, gera a FLOR.
- 4) FLOR tem PÓLEN e gera a FRUTA.

O aluno traz o entendimento da reprodução da planta a partir da semente. Apresenta a ordem cronológica de germinação: semente- raiz-folha-flor- fruta. Demonstra a relação entre flor e fruto. Faz a ligação entre dois níveis hierárquicos no que se relaciona aos conceitos REPRODUÇÃO, SEMENTE, PLANTA ,RAIZ.

Complementando as informações com às obtidas no instrumento 1, foi visto que a reprodução através das sementes também foi fortemente mencionada. Os conceitos de POLINIZAÇÃO relacionados à REPRODUÇÃO e a relação entre FLOR e FRUTO não foram mencionados, estes conhecimentos serão trabalhados na etapa dos organizadores prévios.

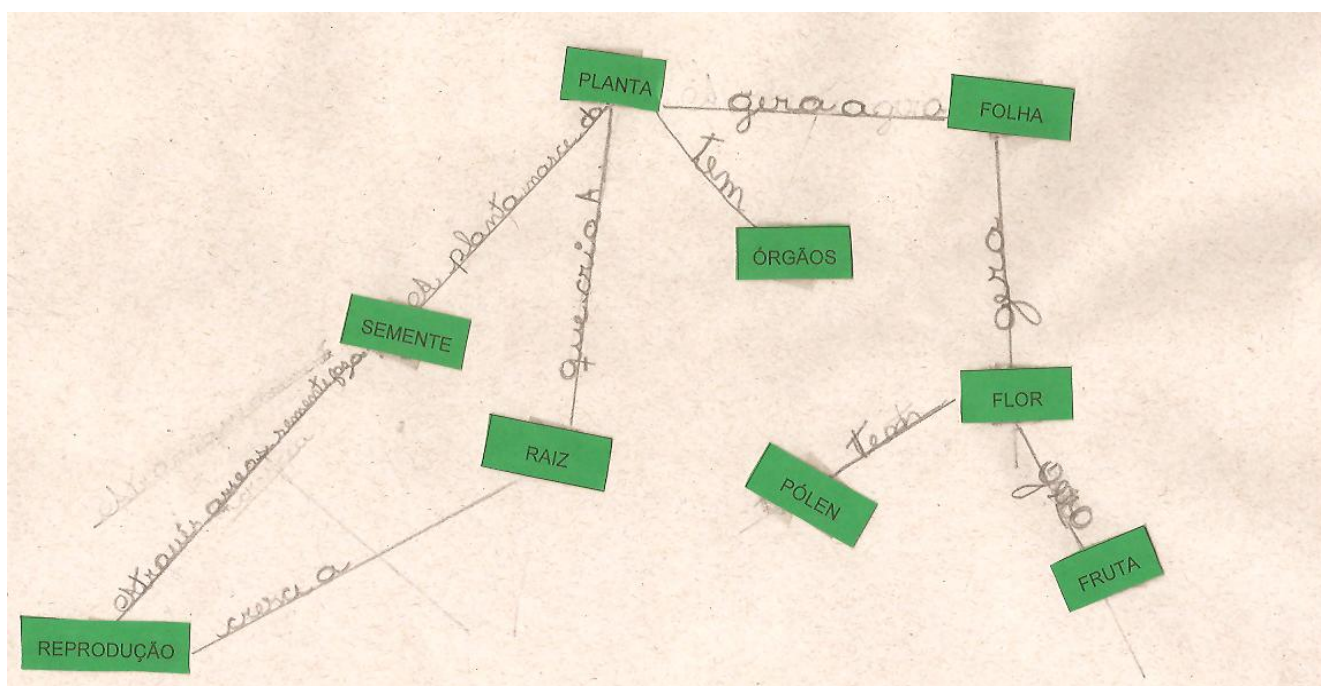


Figura 11 - MC.1.A11

MC.1.A12

Oito conceitos – acrescentou os conceitos : ÁRVORES e NATUREZA.

Sete relações entre conceitos.

Três Níveis hierárquicos pouco definidos.

Quatro proposições válidas.

- 1) PLANTAS vivem na NATUREZA também dá FLORES.
- 2) PLANTAS tem RAIZ das ÁRVORES.
- 3) ÁRVORES tem FOLHAS.
- 4) ÁRVORES que dá SEMENTES de FRUTOS.

É trazida a informação de que as plantas vivem na natureza, que também dá flores. Essa proposição pode indicar que o aluno não tem claro se as flores são também plantas. Em outras proposições, traz o entendimento das sementes como origem das frutas.

Não utiliza o conceito PÓLEN e também não relaciona as flores aos frutos ou sementes. Trazendo elementos do instrumento 1 para a análise, não encontram-

se elementos que indiquem os conhecimentos prévios da polinização e da reprodução sexuada, pois percebe-se que a aluna não relaciona o pólen à reprodução, mesmo afirmando que ele serve “para dar mais flores”. A partir desta leitura, entende-se que seja necessário trabalhar principalmente o conceito de pólen e polinização na etapa dos organizadores prévios.

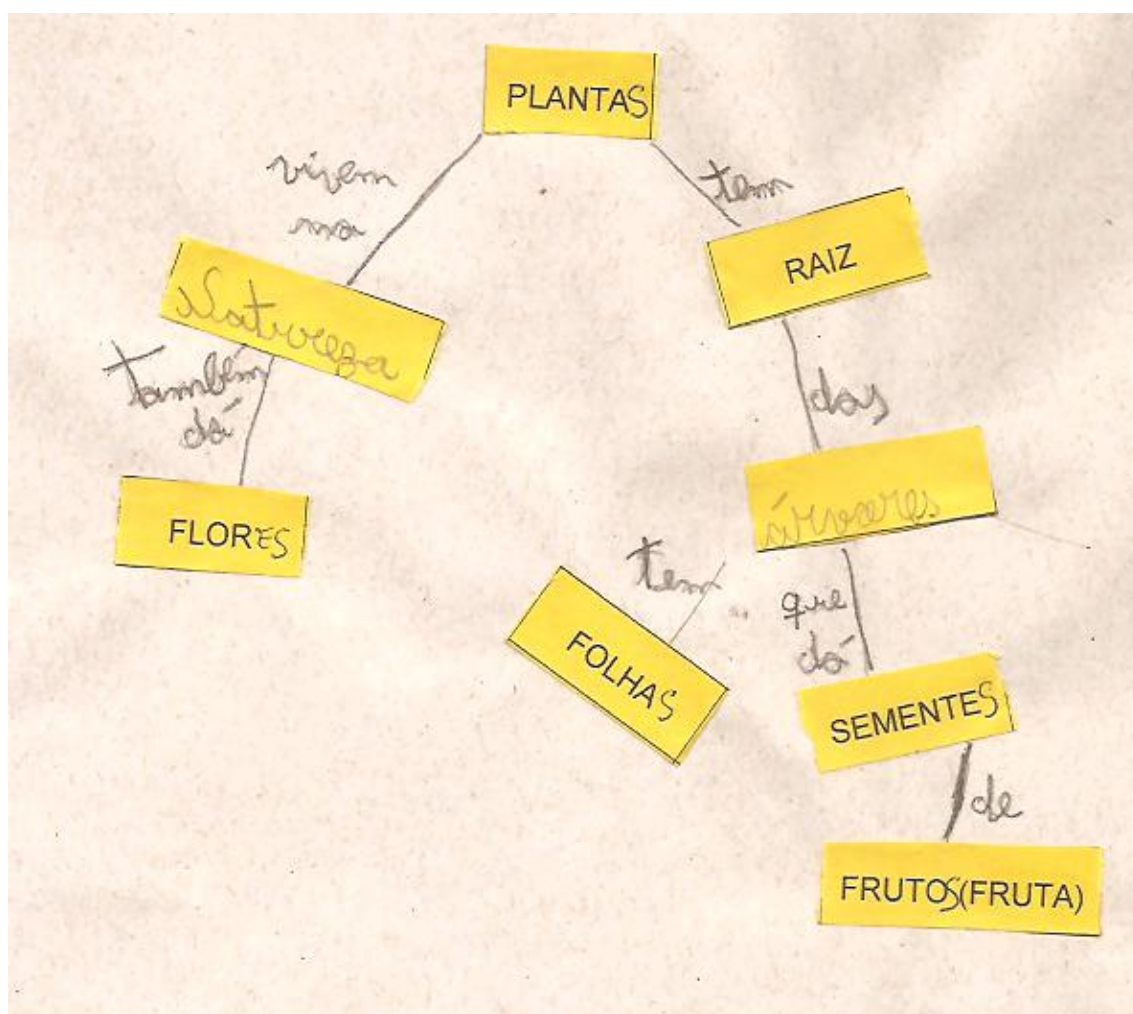


Figura 12 - MC.1.A12

MC.1.A13

O aluno optou por desenvolver dois mapas conceituais.

O primeiro mapa apresenta:

Quatro conceitos.

Três relações entre conceitos.

Dois níveis hierárquicos.

Uma proposição.

1) Flor dá fruto, tem raiz e folha.

O segundo mapa apresenta:

Cinco conceitos.

Cinco relações entre conceitos.

Dois níveis conceituais.

Três proposições.

2) Planta tem órgãos e semente.

3) Planta tem reprodução.

4) Plantas elas fazem pólen.

O aluno não relaciona a reprodução à flor, fruto ou pólen. Relacionando seu mapa com as respostas obtidas no instrumento 1, percebe-se que foi possível obter mais elementos através das perguntas descritivas, já que neste primeiro instrumento o aluno demonstrou conhecer alguns papéis ecológicos dos vegetais, a reprodução por sementes e por brotamento. Não traz em nenhum dos instrumentos a relação entre o PÓLEN e a REPRODUÇÃO ou entre FRUTO e REPRODUÇÃO, por isso estes conhecimentos serão tratados na etapa dos organizadores prévios.

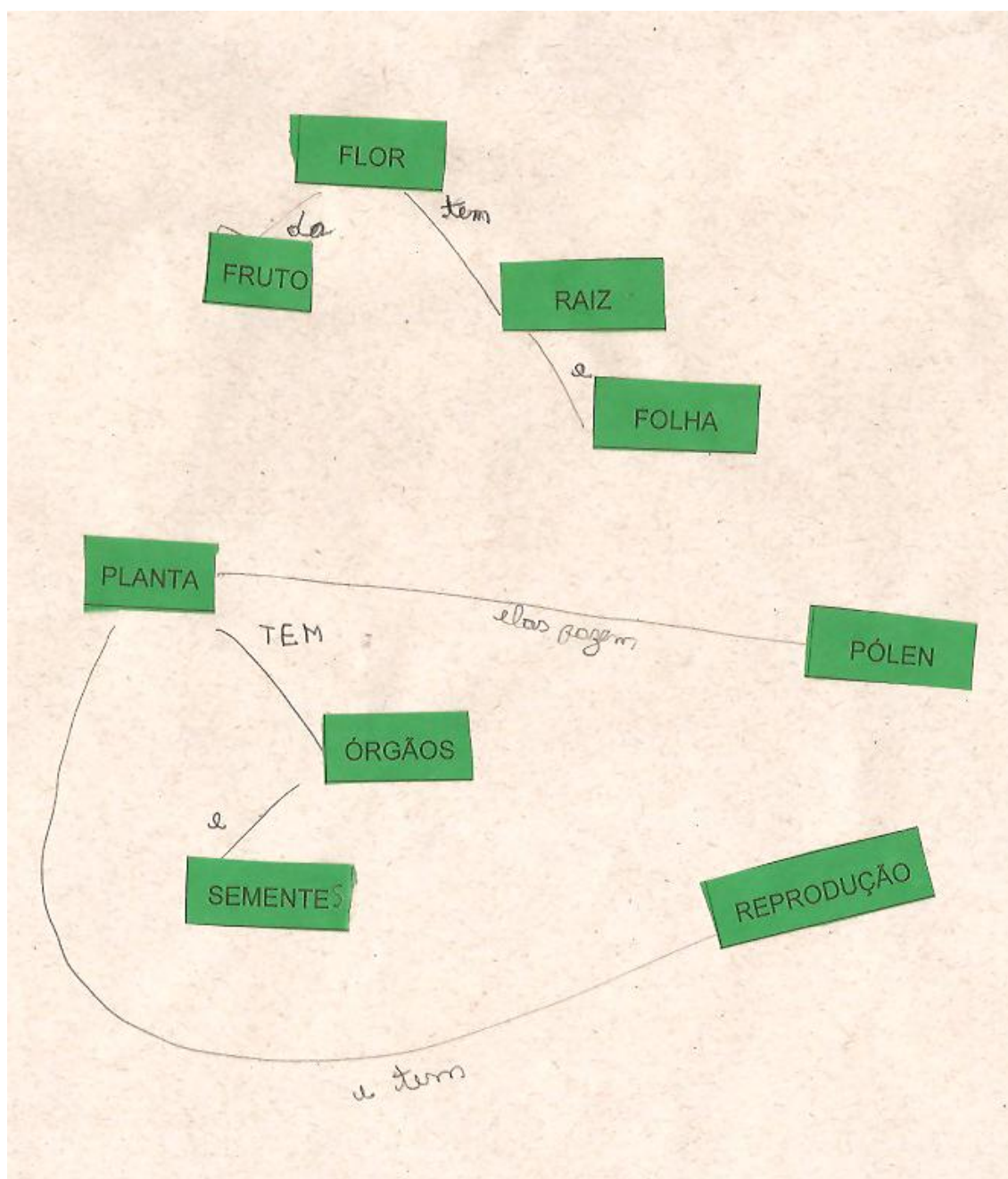


Figura 13 - MC.1.A13

MC.1.A14

Nove conceitos.

Três níveis hierárquicos.

Sete relações válidas.

Quatro proposições.

1) FRUTA tem a reprodução de ÓRGÃOS.

Foi interpretada como: A fruta é um órgão de reprodução.

2) FRUTA sai da semente sai a RAIZ.

Foi interpretada como: A semente sai da fruta, da semente sai a raiz.

3) FRUTA é um FRUTO, sai da FLOR.

4) FLOR tem FOLHAS tem o PÓLEN.

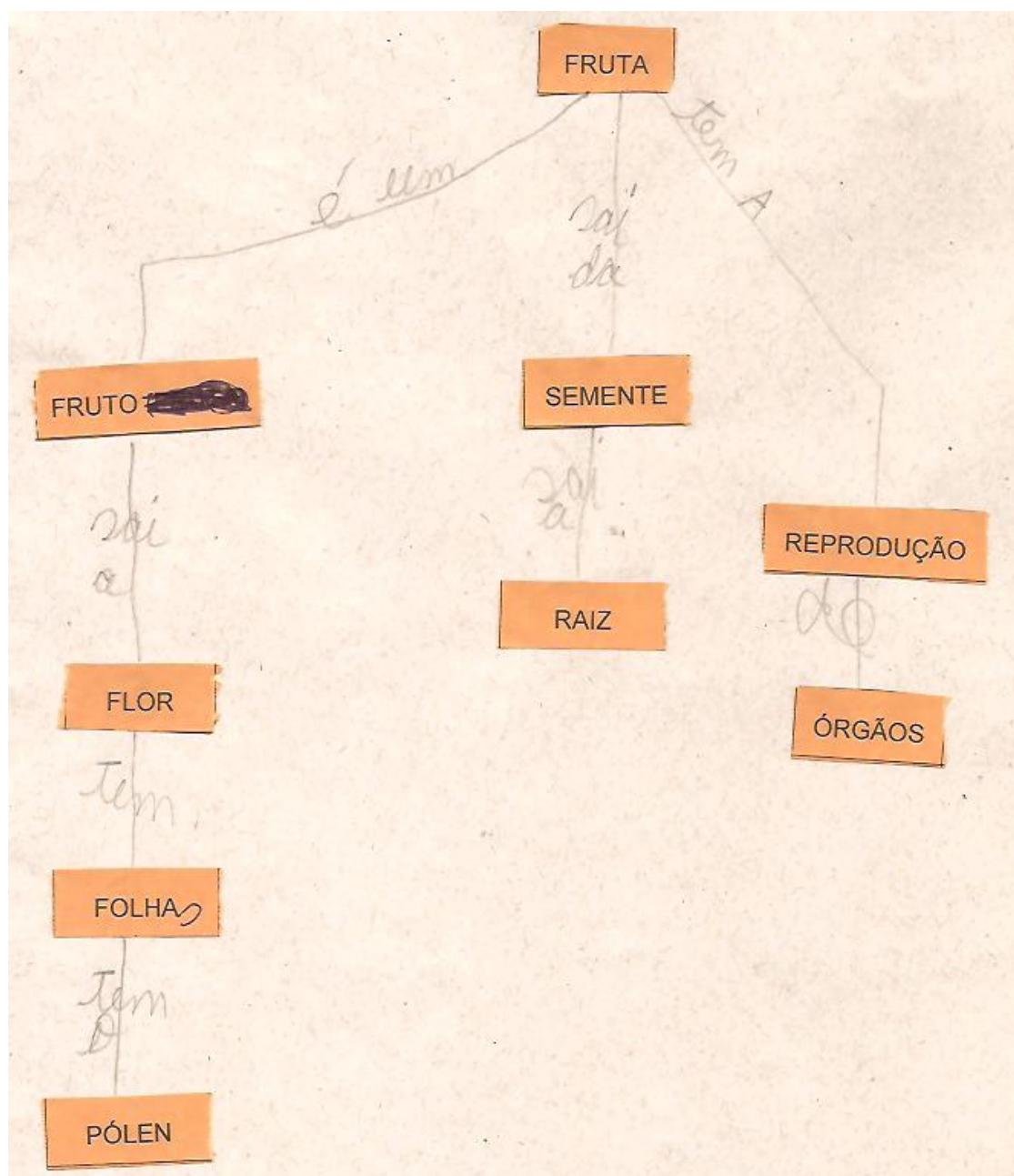


Figura 14 - MC.1.A14

O aluno traz o entendimento de que o fruto vem da flor, abrigando a semente. Mesmo explicando o processo, não relaciona a ele o conceito REPRODUÇÃO.

Mesmo que no instrumento 1 o aluno traga a informação de que o pólen serve para “fazer crescer mais plantas”, não fica claro se o seu entendimento de “crescimento” é a respeito da reprodução, pois o conceito PÓLEN não aparece no mapa conceitual, sendo necessário trabalhar este aspecto.

MC.1.A15

10 conceitos – acrescentou conceito ÁRVORE.

Nove relações válidas.

Cinco níveis hierárquicos.

Três proposições.

1) PLANTA depois da REPRODUÇÃO vira uma FLOR.

2) FLOR que depois pode virar uma SEMENTE e dando FRUTAS com FOLHAS.

3) PLANTA depois da REPRODUÇÃO vira uma FLOR com PÓLEN com RAIZ e com ÓRGÃOS com SEMENTE.

O aluno traz o entendimento de que a flor e o pólen estão envolvidos na reprodução. Parece entender que flor é uma etapa do desenvolvimento da planta, relacionando a SEMENTE à FLOR e não ao FRUTO. Diferencia as partes da planta. Apresenta níveis hierárquicos mais claros que os mapas dos demais alunos.

O mapa complementou as informações do Instrumento 1 quanto à função do pólen, já que neste primeiro instrumento o aluno tinha afirmado que o pólen servia “para as abelhas fazerem mel”, no mapa conceitual já traz a reprodução como função do pólen, demonstrando os conhecimentos necessários para o acompanhamento das próximas etapas da unidade.

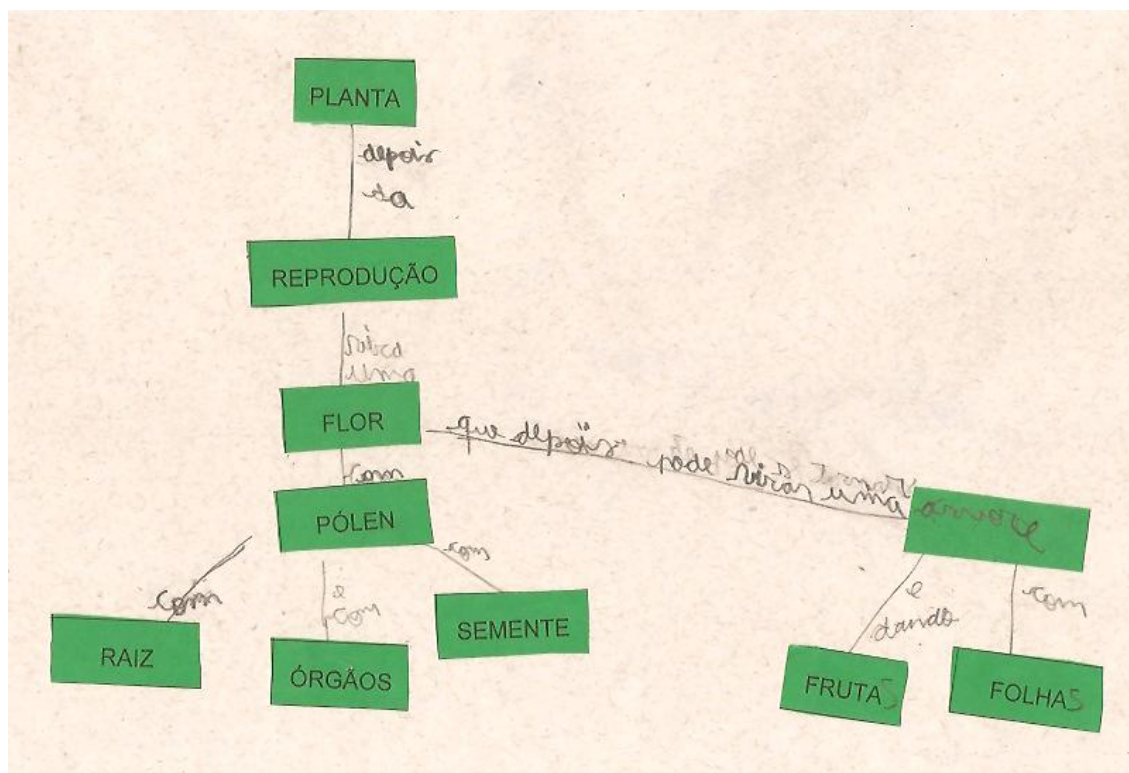


Figura 15 - MC.1.A15

MC.1.A16

Nove conceitos – acrescentou TERRA e a palavra de ligação PRODUZ, como um conceito.

10 relações entre conceitos

Três níveis hierárquicos com uma ligação entre níveis hierárquicos diferentes formando quatro proposições.

- 1) PLANTA existem FLOR, tem SEMENTE e FOLHA e RAIZ e PÓLEN.
- 2) PLANTA existem FRUTO se PRODUZ na TERRA.
- 3) PLANTA existem FRUTO, tem SEMENTE e FOLHA e RAIZ e PÓLEN.
- 4) FLOR PRODUZ na TERRA.

A aluna identifica algumas partes da planta, bem com sua reprodução por sementes. O pólen e a flor não estão relacionados, a não há uso da ficha REPRODUÇÃO.

A partir do mapa e do instrumento 1, também não foi possível identificar claramente subsunçores relacionados à reprodução nem aos aspectos relacionados à polinização, sendo necessário um trabalho pontual quanto à organização dos mesmos junto à A16.

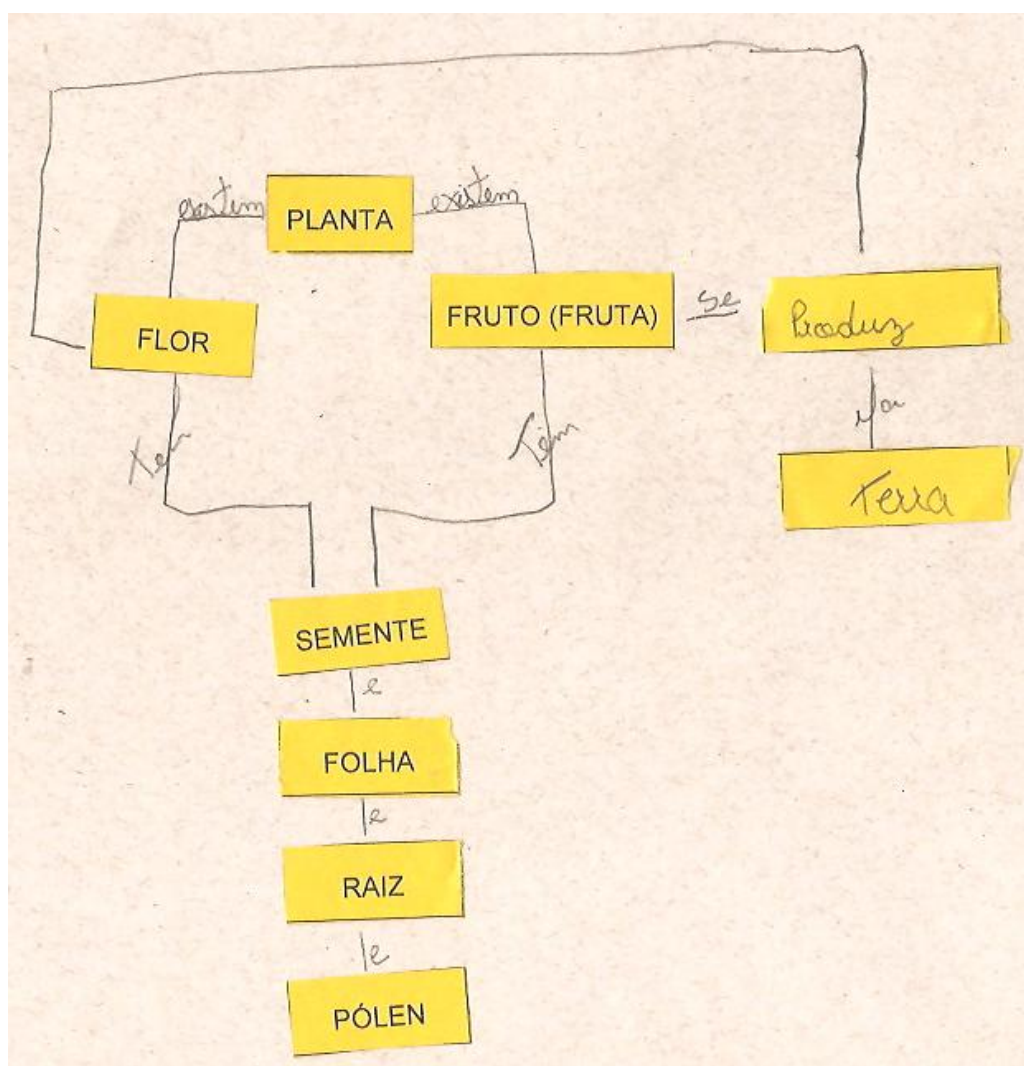


Figura 16 - MC.1.A16

MC.1.A17

Nove conceitos.

Três níveis hierárquicos.

Foram construídas duas proposições.

- 1) A planta tem órgãos como raiz, folha e pólen para a reprodução.
- 2) A planta semente vira flor depois vem a fruta.

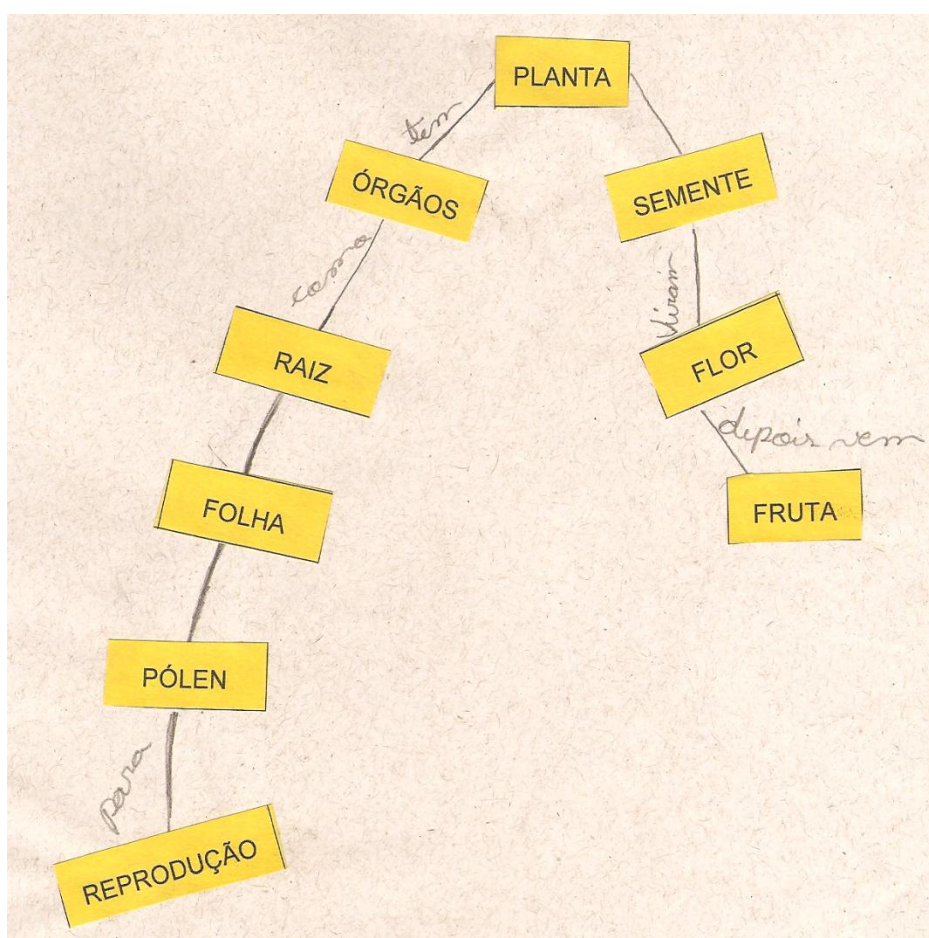


Figura 17 - MC.1.17

A primeira proposição se lida dividida em duas frases, forma duas proposições válidas, desconsiderando o PÓLEN como órgão. Acredita-se que a segunda proposição signifique que a semente cresce, dá origem à flor e depois ao fruto.

A partir das proposições descritas, A17 demonstra relacionar a polinização com a reprodução, mesmo não relacionando o pólen diretamente à flor; e identificar

a flor como estrutura que origina o fruto.

Relacionando as proposições construídas no MC.1 com as respostas do Instrumento 1, vê-se que, a respeito do pólen, ela afirmava que ele servia para “as abelhas fazerem o mel”. Já no MC.1, há uma modificação na sua proposição, que pode ser resultado da sua aprendizagem por outros meios nesse intervalo de tempo, ou ainda por interferência da fala dos colegas, já que foi uma das alunas que fez o mapa depois dos demais alunos.

A respeito da relação entre flor e fruto, um instrumento apoia os dados coletados no outro, pois A17 já afirmava na Q8 que as flores se transformavam em frutos, o que é corroborado pelo MC.1. Cabe, ao longo do trabalho, auxiliar no enriquecimento destas proposições como, por exemplo, no sentido de relacionar os conceitos FLOR e PÓLEN para que possa embasar o desenvolvimento do conceito de frutificação.

APÊNDICE G

Como são as plantas?

Oi, eu sou uma **planta**, ou como alguns dizem, “um vegetal”. Tanto faz como sou chamada, o importante é que assim como você eu sou um ser vivo: nasci, cresci, me alimento, respiro e até produzo outras plantinhas, sabia?!

Acredite nisso: as plantas também namoram e tem filhotes... claro que não como os animais, de um jeitinho um pouco diferente mas nos reproduzimos e formamos novas plantas.

Existem vários tipos de plantas, umas vivem na água, como a **vitória-régia** outras vivem com a maior parte enterrada no solo, como a **cebola**. Algumas são aéreas, como algumas **bromélias**, que vivem penduradas nos galhos de outras árvores...

Vivemos nos mais diversos ambientes, como alguns cactos que vivem nos desertos e os pinheiros na neve.

Sempre damos um jeitinho de sobreviver, mesmo nos ambientes mais hostis. Sobreviver pra nós significa também se reproduzir. Algumas plantas tem a ajuda do ser humano, que as utiliza como alimento, por isso ele **planta suas sementes no solo** e ajuda na sua reprodução.

Mas, a maioria de nós tem que se virar sozinha! Espalhamos nossas sementes das mais diversas formas; o **dente de leão** voa longe, longe levado pelo vento, ou pegamos carona nos animais, como faz **carrapicho**.

Até conseguirmos formar uma sementinha... dá um trabalhão! Usamos todos os nossos órgãos para conseguir energia e sustentar nossos frutos, que é onde guardamos nossa preciosa semente.

Já parou pra pensar que dentro de uma sementinha pode ter uma árvore?

Como cabe tudo ali dentro? É que lá dentro da sementinha tem o que chamamos de embrião! É esse embrião que carrega tudo o que a planta vai ter quando ficar adulta.

Uma planta é formada por vários órgãos... Temos folhas por onde transpiramos, respiramos e produzimos nosso alimento, a **glicose**.

Um amigo meu, o **cacto** desistiu das suas folhas, pois com elas passava muito calor, então trocou cada uma delas por espinhos e agora vive numa boa sob o sol do deserto.

O **caule** que me sustenta possui **vasos**, tipo as suas artérias, sabe? Esses vasos transportam a água e os nutrientes que pego no solo com as minhas raízes. A glicose e outras coisinhas que produzo também são transportadas por esses vasos.

Algumas amigas minhas tem **caules aéreos**, tipo **cipó**, conhece? E as raízes? As minhas ficam debaixo do solo, mas tem cada uma...

A **cenoura** e a **beterraba**, por exemplo, fazem um depósito de nutrientes para os períodos de escassez. Não são umas espertinhas?

A **hera** tem umas raízes que parecem uns grampinhos, não é engraçado? Assim ela consegue subir em outras plantas, nos muros e casas.

Agora vou te contar a parte que eu mais gosto: as **flores**!

Por que temos flores? Como sou muito vaidosa, gosto de chamar a atenção, claro! Mas também sirvo para coisas muito, muito importantes! Sou eu quem vai produzir outras plantinhas e assim garantir que minha espécie permaneça por muito tempo entre nós.

Precisamos **atrair insetos**, morcegos, beija-flores e outros animais para transportar o nosso pólen, por isso fazemos de tudo para chamar a atenção dos nossos amigos:

Pintamos nossas pétalas de branco para atrair as abelhas, ou de vermelho para atrair os pássaros. Azul, amarelo, roxo...essas e outras cores também funcionam!

Produzimos um cheirinho bom que atrai vários animais.

Mas, para falar a verdade, tenho uma conhecida, a cipó-mil-homens que produz um cheirinho, ou pior: um “fedor” que atrai moscas. Pois é, cada inseto tem seu gosto e gosto não se discute! Mas apesar desse cheiro, ela é uma planta medicinal usada na cura algumas doenças; outra planta fedorenta é a “**flor cadáver**”¹⁸ com um fedor terrível afasta muita gente de perto dela, eca!

Todo esse trabalho serve para chamar os animais e levar o pólen de uma flor para outra, para fazer a **polinização** para que seja produzida a semente.

Por isso que as flores tem tantos acessórios! Vamos conhecê-los?



Flor



Toca na seta para
mostrar o nome das
partes das flores



Flor 2

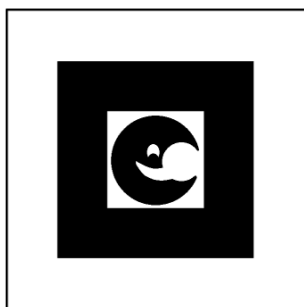
E como isso tudo ajuda a produzir as sementes? Isso nós vamos descobrir na nossa próxima conversa.

Acessa os modelos pela internet através deste endereço:

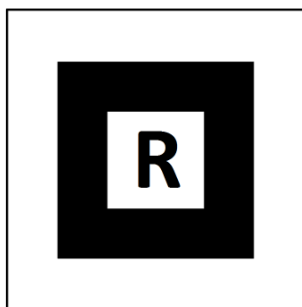
www.gameronline.com.br/flores.zip

¹⁸ *Amorphophallus titanum*

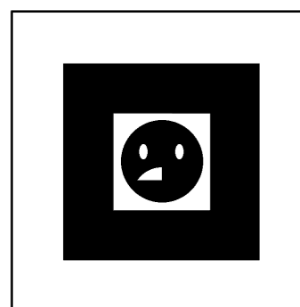
APÊNDICE H - Ficha com os marcadores para os modelos do jambolão



Flor do Jambolão
(1,25 cm de diâmetro)



Flor do Jambolão cortada



Fruto do "Jambolão"
(3 a 4 cm de comprimento e
2 cm de diâmetro)

APÊNDICE I - DIÁRIO DE IMPLEMENTAÇÃO

ENCONTRO 1

28/06

2 períodos

Cheguei na escola mais cedo, a tempo de preparar a sala, colocar fita adesiva nas fichas que utilizaria para compor o mapa conceitual. Os alunos foram chegando e apesar de aparentarem surpresa a me ver fora do turno e da sala de costume, se mostraram afetivos e receptivos.

Eu não conhecia apenas um dos alunos que me perguntou se eu era a nova professora de matemática. Os demais questionaram sobre qual aula seria, de ciências ou de matemática. Imaginavam que seria uma das duas pois sabem que sou professora de ciências em função do projeto que participam no turno da tarde, também imaginavam que poderia ser matemática pois eles não tem uma professora de matemática ainda.

Expliquei a eles sobre a implementação da pesquisa e que a aula de hoje seria sobre uma forma de se organizar para estudar, e que explicaria uma forma que os auxiliaria a organizar os textos e estudar qualquer assunto, independente da matéria, pois trabalharia os mapas conceituais.

Anotei os nomes dos que estavam em aula, como já tinha trabalhado com eles no projeto do Clube de Ciências, já sabia o nome da maioria, o que pra mim é fundamental para o estabelecimento de um bom vínculo e poder interagir com os alunos.

Comecei falando sobre a diferença entre decorar e aprender e conversamos sobre como estava o desempenho deles na escola. Propus o primeiro exercício, de imaginar conceitos.

Falamos sobre conceitos e palavras de ligação, eles identificaram os artigos, como definidos e indefinidos, depois descobri que estavam muito aflitos com alguns

conteúdos de português.

Dois alunos (A1 e A2) precisavam entregar um trabalho de português na aula depois do recreio e por isso estavam copiando o que faltava para terminar. Tive que insistir um pouco para que eles guardassem o material.

Percebi que, apesar da maioria estar interagindo oralmente, eu precisava que eles estivessem envolvidos em uma atividade escrita, por talvez estarem mais acostumados à estratégias que envolvam o registro escrito.

Distribuí folhas de ofício e adiantei a etapa em que eles anotam as instruções de como fazer o mapa conceitual, que denominamos mapa de estudos.

Depois disso tudo foi acontecendo conforme o planejado. Fui explicando como organizei os conhecimentos sobre a Leptospirose, conteúdo já trabalhado em aula pela professora titular e com o qual eu já tinha feito um trabalho com eles no projeto Clube de Ciências. Então fui colando no quadro, fichas impressas com conceitos, dos mais gerais até os mais específicos. Eu tinha programado fazer isso como data show, mas como não consegui reserva-lo fiz com as fichas e acho que até foi melhor, pois assim foi feita, literalmente, a construção do mapa.

Depois fui construindo o mapa no quadro e explicando como foi o raciocínio que tive no momento da construção, e que isso era diferente para cada pessoa e que certamente eles teriam outras formas também corretas de fazer um mapa do mesmo assunto.

Fui colando as fichas e fazendo as ligações entre os conceitos com giz. Depois fui perguntando a eles se eles acrescentariam mais algum conceito ao mapa. Acrescentamos conceitos e fizemos mais algumas ligações, até que eles se dessem por satisfeitos.

Considero que as contribuições foram positivas, mas que poderíamos ter aprofundado mais. Em geral os meninos contribuem de forma mais frequente e incisiva, destacando-se: A2,A14,A11,A13,A5 e A15, este último faz aparentemente desatento, mas mostrou-se focado nas atividades fazendo poucas mas ótimas contribuições.

Distribuí para cada aluno uma cópia do mapa conceitual da leptospirose,

conforme eu construí no quadro para que eles acrescentassem as contribuições do grupo.

Depois disso escrevi duas listas de palavras no quadro para que eles escolhessem e fizessem seu próprio mapa, na folha em que eles anotaram as instruções.

Algo na minha explicação falhou, pois a maioria queria usar as duas listas de conceitos. Alguns começaram a atividade de imediato, outros pediram que eu repetisse algumas vezes as instruções, mas todos realizaram a atividade.

Apenas A5 fez o mapa de forma parcial, ele mesmo disse “Vou fazer só um pedaço, vou deixar assim mesmo”, pois não conseguiu se concentrar para concretizar a atividade, mas oralmente fez diversas contribuições e se mostrou atento às explicações e ao processo de construção do mapa no quadro.

Perguntei a eles em que outra matéria os mapas seriam úteis, eles pediram para fazermos um mapa para Português, aí perguntei qual conteúdo e eles em coro responderam : “Classes gramaticais!”, que é o conteúdo do trabalho que eles tinham que entregar após o recreio.

Eles realmente estavam aflitos quanto a este conteúdo. **Como nossa metodologia prevê que a ação reorienta a prática e neste momento meu objetivo é de familiarizá-los com os mapas, achei que seria válido se utilizássemos na próxima aula um tema do interesse dos alunos.**

Peguei o caderno de português de uma aluna e fiz cópia dos conteúdos que eles solicitaram como temática para os mapas.

Já na minha primeira aula volto ao planejamento da Unidade e faço algumas modificações. Para a próxima aula faremos as atividades descritas para o ENCONTRO 2 mas também faremos mapas conceituais sobre as classes gramaticais.

ENCONTRO 2

04/07

2 períodos

Choveu toda a madrugada e um pouco pela manhã. Já esperava que viessem poucos alunos e apenas compareceram seis (A3,A8,A11,A12,A14).

Segui a programação do ENCONTRO 2 , mas inverti a ordem das atividades. Tinha pensado inicialmente em mostrar os mapas que eles fizeram na aula passada, ler com eles a lenda, produzir o mapa conceitual e depois fazer o mapa de português, mas acabei indo por outra ordem que acredito que tenha sido, a princípio, mais produtiva.

Comecei relembando o tema da aula anterior, resgatando a importância dos mapas e como fazê-los. Com o computador e o data show, mostrei a eles a imagem do mapa conceitual da Leptospirose, feito no Cmap tools, o original e o que eles acrescentaram conceitos, com cores diferentes. Depois apresentei o programa, para que eles soubessem como foram feitas as alterações e que percebessem que o recurso era útil também em função de que um mapa nunca está acabado, podemos enriquecê-lo sempre.

Eles acharam o programa bem legal, principalmente com a vantagem de não precisar “apagar” para reformular o mapa, como quando é feito no papel. Perguntei sobre um assunto qualquer que quisessem organizar em um mapa, para que eu pudesse mostrar o programa, e foi aí que alterei a ordem da aula, pois novamente eles solicitaram que fosse feito sobre as classes gramaticais. Pedi que pegassem os cadernos de português, pois sabia que eles tinham o material (eles tem essa disciplina nos dois últimos períodos de hoje) e pedi também que escolhessem uma das classes. Primeiramente escolheram os artigos, que já sabiam, sem olhar no caderno. Fizemos um mapa dos artigos e depois dos advérbios, que eles precisaram consultar.

Fizemos a lista de palavras de cada classe e depois o mapa. Tive que limitar o mapa dos advérbios com apenas um exemplo de cada tipo, pois já estava acabando o primeiro período. Por eles tínhamos feito um mapa de cada classe, mas tive que apressar, pois o segundo período eles tem a merenda e perco pelo menos 15 minutos de aula.

Passamos para a atividade seguinte. Falei para eles sobre a Araucária e localizei com eles o estado do Paraná, para situá-los para contar a lenda. Fomos lendo o texto que contava a lenda e para cada parágrafo mostrei uma imagem no data show, pois não sabia se os alunos conheciam o pinheiro ou as pinhas. A maioria já conhecia e alguns já haviam consumido. Gostaram da história.

Pedi que circulassem as palavras principais e tive dificuldade nesta etapa. A11 e A14 circularam muitas palavras e **algumas frases**. Quando pedi que citassem surgiram também algumas palavras de ligação.

Aproveitei o momento para explicar a diferença de cada uma, mas me senti um pouco frustrada, pois gostaria que este ponto já estivesse claro para eles. Claro que esta é uma **expectativa minha, além da realidade**, pois os alunos tiveram apenas uma aula sobre mapas, e estamos trabalhando uma forma de pensar diferente da lógica escolar que estão acostumados.

Antes que pudéssemos montar o mapa conceitual a funcionária chamou os alunos para a merenda. Quando voltaram tínhamos apenas 10 minutos de aula, nos quais fizemos um mapa coletivo no quadro.

Penso em retomar essa atividade na próxima aula, para que os demais alunos possam ouvir a história, marcar as palavras e montar o seu mapa.

Acredito que esta atividade não tenha se esgotado, pois em função da saída para a merenda os alunos se dispersaram um pouco. Desta forma acho que podemos fazer na próxima aula um mapa individual.

Convidei os alunos para virem, no espaço do projeto Clube de Ciências (Segunda, terça e excepcionalmente nesta próxima sexta à tarde), para aprenderem a mexer no programa Cmap tools. Além disso, mostrei alguns modelos em realidade aumentada e propus que fizéssemos o jogo da memória, como forma de motivá-los para virem em turno inverso para realizar a atividade. Agendamos para os alunos que estavam presentes e os alunos que não estão em aula poderão marcar os horários junto à direção.

Conversei com a professora de Português sobre a turma. Comentei que eles escolheram as classes gramaticais como assunto para os mapas e ela ficou muito

contente. Ela relatou que os alunos tinham dificuldade de consultar o próprio material para realizar as atividades, por isso pediu que fizessem “resumos com canetas coloridas”, em folhas separadas do caderno, para que consultassem quando necessário. Eles prepararam estes resumos e estão empenhados (e preocupados) em aprender estes conteúdos.

ENCONTRO 3

08/07

2 períodos- Turno inverso

Liguei para a escola para lembrar a equipe diretiva do agendamento do projeto. Uma das coordenadoras passou na turma para agendar os alunos para a atividade de desta semana. Os alunos de hoje a tarde já haviam agendado comigo.

Hoje as atividades planejadas do ENCONTRO 3 foram feitas em turno inverso, no horário do projeto Clube de Ciências. Dos cinco alunos agendados compareceram dois: A11 e A14.

Começamos com a ambientação em realidade aumentada, levei dois lap tops, as câmeras e os marcadores. Expliquei aos alunos como funcionava o jogo e que após as férias teríamos mais atividades com este recurso.

Tivemos alguns problemas em função do reflexo das luzes do laboratório na bancada de azulejo branco. Ajustada a iluminação conseguimos utilizar o recurso com o jogo da memória (Fig.1).

Os dois alunos gostaram do jogo, se adaptaram facilmente às necessidades de manipulação do aplicativo: regular a altura e distância da câmera, aguardar o foco se estabilizar, mover os marcador e reconhecer seu movimento e resultado na tela, utilização do marcador sem obstrução da imagem.

Na metade do segundo período mostrei a eles o programa CMAPTOOLS e como funcionava (Fig.2). Ofereci um mouse para facilitar a utilização do programa, o que foi bem recebido, apesar dos alunos , segundo seus relatos, estarem acostumados ao uso do touch pad.

Eles reproduziram o próprio mapa que fizeram na primeira aula da oficina, e já fizeram alterações.

Conversando com os alunos, eles relataram que nenhum aluno quis marcar para vir à oficina de mapas na sexta a tarde, o que é bem compreensível, pois é o último dia de aula antes das férias. Na quarta feira temos mais cinco alunos agendados.

Penso em depois das férias retomar, obviamente, a construção dos mapas, mas refazermos a atividade do mapa da Lenda da Gralha azul, pois foi uma atividade interrompida pelo horário da merenda, e ainda tínhamos poucos alunos em aula. Penso em refazê-la de forma que eles construam seus mapas em grupos.



Figura 1- Ambientação com jogo da memória



Figura 2- Utilização do CmapTools

10/07

2 períodos- Turno inverso

Esta aula corresponde também ao planejamento do ENCONTRO 3, realizada em turno inverso. Dos cinco alunos agendados compareceu apenas um A4. Este aluno sempre participou do Clube de ciências, e sempre que me encontrava me perguntava quando seria a próxima atividade do clube. Fiquei feliz com a sua vinda ainda mais porque nas duas sextas feiras que tive aula com eles este aluno não estava, por isso hoje tive a oportunidade de trabalhar individualmente com ele sobre os mapas conceituais.

Mesmo querendo a presença dos demais alunos para as atividades, a

presença isolada de A4 foi extremamente importante, pois pude trabalhar com ele o que ele não tinha visto nas aulas em que havia faltado. É um aluno interessado e particularmente motivado por temas relacionados à ciência.

Trabalhamos com o Jogo da memória (Fig.3), mostrei a ele os mapas conceituais e pedi que escolhesse um assunto que gostaria de mapear. Ele perguntou se podia ser de uma “matéria que já sabia”, eu disse que sim, e então ele escolheu a Tuberculose.

Que criança de 10, 11 anos pensa sobre tuberculose? Tentei procurar comigo mesma uma explicação sobre a preferência dos alunos sobre o tema das doenças. Os alunos gostam da professora de Ciências e vem se mostrando organizados com o material e atentos à disciplina. “Sabem” o conteúdo e gostavam de vir no Clube de ciências quando fazíamos as atividades integradas (como um folder sobre a Leptospirose, por exemplo), por isso entendo a escolha de A4, ele tem segurança quanto ao assunto escolhido.

A4 demonstrou ótima desenvoltura para lidar com os comandos do programa e com a coordenação necessária para desenhar o mapa e suas setas. Novamente o mouse foi bem vindo. Mesmo não tendo comparecido às duas primeiras aulas parece ter entendido o processo de construção do mapa conceitual, elaborando seu próprio mapa.

Solicitou o nome do programa para poder “fazer mapas e estudar em casa”, dei a ele o nome e prometi enviar à ele o mapa feito em aula, já que naquele momento não tinha como imprimi-lo.

Amanhã teremos uma paralização nacional e sexta é o último dia de aula antes das férias, o que alterou a rotina da escola e atrapalhou os avisos, por isso os alunos não foram chamados para os períodos de aula na sexta feira pela manhã (os períodos de matemática que usamos são os primeiros, por isso os alunos eram avisados um dia anterior que tinham que vir no horário de matemática, que normalmente não tinha aula), pois ocorreu uma falha de comunicação da equipe diretiva e minha. Fiquei chateada, mas não tínhamos mais como avisá-los;.

Esta semana foi bem pesada, em função da outra escola em que trabalho, então essa aula “a menos” da oficina me chateou e com tudo isso fiquei bem

angustiada, achando que não ia dar tempo para nada. Mas vai dar, e o trabalho está sendo bem alicerçado na pré unidade e isso é o que importa.



Fig.3- Ambientação com jogo da memória

ENCONTRO 4

29/07

2 períodos

Primeiro dia de aula após as férias de julho. Cheguei na escola na hora do recreio, fui à sala da 5ª para ver se estava aberta para já instalar o data-show, passei pelos alunos que me cumprimentaram e perguntaram quando teríamos aula. Respondi que seria hoje e eles pareceram felizes pelos risos e falas. A4 de longe era o mais empolgado, foi me mostrar que a sala estava aberta e perguntar se queria ajuda com o projetor.

Quando deu o sinal fui para a sala com todo o material: pasta, folhas, data-show e muita vontade de recomeçar logo o trabalho. Vontade de ver o projeto em andamento, curiosa pra ver se eles se lembravam dos mapas, na expectativa de como seria a recepção da professora que não era “oficial”, que vinha de outro turno e dava aula de uma matéria que não caia em prova...

Comecei conversando com eles sobre o horário que eu estava utilizando. Disse novamente que enquanto a SMED não enviasse professora de matemática eu

iria desenvolver com eles um projeto de ciências e expliquei novamente o trabalho. Expliquei também que nas próximas semanas, depois da avaliação formal que eles terão com a professora de Ciências, eu ocuparia também estas aulas. Eles pareceram gostar, mas também pareceram ficar um pouco atônitos com tanta informação.

Conheci uma aluna que não tinha vindo a nenhum dia de aula nem participado de nenhuma atividade do projeto da tarde, A17.

Hoje a aula foi de retomar todo um processo já iniciado antes das férias. A ideia era que a pré unidade estivesse desenvolvida quando os alunos entrassem em férias, assim poderia começar a unidade na volta.

O planejamento de hoje, difere do ENCONTRO 4 da Unidade, pois em função das férias e dos horários de aula de ciências que iremos ocupar fiz alguns ajustes, para que o instrumento de coleta 1 e 2 (perguntas e mapa conceitual) não sejam feitos no mesmo dia. Por isso resolvi realizar a Investigação de conhecimentos prévios hoje e no último período retomar as oficina de mapas conceituais para que no próximo encontro eu possa fazer com eles o Mapa conceitual que também irá funcionar como um instrumento de coleta de conhecimentos prévios.

Relembramos as atividades anteriores, mostrei os mapas conceituais que fizeram nas outras aulas e propus a atividade de Investigação de conhecimentos prévios, salientando bem que não era uma avaliação da escola. Fiquei impressionada com a concentração deles nesta atividade.

Primeira pergunta e primeiro comentário de A14: “Que legal, a senhora usa folha daquele tipo, como chama mesmo? Ecológico, reciclado?”

“Claro né, ela é professora de ciências, ela cuida do meio ambiente”, responde o colega que não consigo identificar agora.

Fiquei feliz que perceberam o papel reciclado e a importância de usá-lo. Isso reforça a ideia que tenho de prestarmos atenção nestes “detalhes” mais concretos do fazer escolar. O porquê do material, o tipo de folha, usar frente e verso. É a prática do discurso ambiental que os alunos já conhecem, mas

nunca veem ser aplicado pela maioria dos adultos.

A2 se negou a esperar pela explicação das questões e por mais que eu pedisse, “disfarçava” e completava antes da explicação. Na primeira aula ele tentou fazer uma atividade de outra matéria desta forma, portanto não forcei muito, pois pensei que o importante era a motivação dele em responder, não importando se ele responderia antes ou depois de todos. Minha preocupação era explicar as questões primeiramente, para evitar dúvidas sobre o que estava sendo pedido.

A princípio foi tranquilo. Três alunas me chamaram na classe, em momentos diferentes dizendo que não sabiam responder algumas das questões. Pedi para que fossem respondendo as outras e tentassem voltar à esta questão novamente depois. A6 mostra certa insegurança, pois solicitava minha presença na classe para que cochichasse a resposta em meu ouvido para depois escrever. Eu só afirmava que ele podia escrever, pois disse a eles que precisava da opinião deles, de como eles entendiam e que não poderia “corrigir” as questões dizendo certo ou errado, mas conversávamos sobre os assuntos ao longo das aulas.

Pude perceber ao atendê-los e ao circular pela sala que, aparentemente, os alunos foram influenciados pelos desenhos de plantas da prova para fazer a questão nº10. Esta era para ter sido a primeira questão ou ter sido feita anteriormente em uma folha a parte...

Depois que todos terminaram as questões distribuí o texto “A lenda da Gralha Azul”. Alguns dos que estavam na aula passada tinham a folha. Fizemos a leitura onde cada voluntário leu um parágrafo e fui mostrando as imagens no projetor. A13 disse que tem uma Araucária no pátio da casa e “de vez em quando nascem essas bolotas”; alguns falaram que já haviam comido pinhão.

Pedi que circulassem as palavras mais importantes (10). A6 circulou 10 palavras aleatórias e em alguns segundos me mostrava orgulhosos a folha marcada. Retomei a explicação. Pedi que organizassem as palavras no verso da folha.

Iniciei com as sugestões deles, dois mapas sobre o assunto no quadro, pedi que se reunissem em duplas se quisessem e que fizessem em conjunto um Mapa Conceitual.

Foi interessante ver A10 e A16 trocando ideias. Geralmente são alunas que não produzem muito, uma delas muito agitada e a outra tenho dificuldade de motivar. Preciso dar mais atenção a A10, quando estou próxima ou em atividades coletivas seu envolvimento é maior.

Sobre as questões comportamentais convém registrar:

A1 tem uma necessidade imensa de chamar a atenção, juntamente com A2 tentaram por algumas vezes constranger alguns colegas, apontando “erros” nos mapas, falta de acento nas palavras ou grafia ilegível, fiz observações positivas sobre os colegas que eles ridicularizaram de forma que ficaram sem argumentos, sobre isso, elogiando os colegas. No restante da aula tive que ter uma atenção especial com os dois, pedindo a eles auxílio para entregar as folhas, mantendo-os sempre envolvidos e atentos ao que eu falava, pedindo suas contribuições para que eles mantessem o foco e não perturbassem os outros. No final fizemos um acordo, me pediram para continuar sentados juntos e guardar o material, já que tinham terminado seu mapa, disse que sim, desde que não brincassem mais de “lulinhas”. Aí fui revisar o mapa com eles e fiz algumas observações, foi bom, pois eles reformularam o mapa e fizemos um acordo onde ambos se beneficiaram, sem necessidade de chamar a atenção ou ter que “impor autoridade”, que causa desconforto e a boa convivência que auxilia na aprendizagem.

A11 sempre muito carinhoso e prestativo hoje parecia tristonho e desmotivado. Estava abatido, com olhar. Contribuiu pouco oralmente e não queria o fazer o mapa conceitual, disse a ele que tudo bem e esperei; depois de uns 10 minutos ele me pediu a folha e começou a atividade.

A14 continuou com sua empolgação. Deixou bem claro a todos que já tinha conhecia a lenda da Gralha azul e juntamente com A11 tinha feito um mapa conceitual no computador. Colaborou muito oralmente.

A6 interagiu melhor comigo. Respondeu a chamada, levantou o dedo espontaneamente quando seu mapa conceitual apareceu projetado no quadro e conversou comigo sobre origamis. Saiu de sua redoma, fiquei feliz.

Hoje vou olhar as atividades que fizemos em aula e começar as análises.

01/08- Quinta feira

Fui à escola pela manhã para realizar a análise de conhecimentos prévios com os alunos que não estavam em aula no dia 29/07. Conversei com a professora que estava com eles se eles poderiam se ausentar da aula e não houve problemas.

2/08- Sexta feira e 5/08- Segunda-feira

No dia 2 de agosto (sexta- feira) não tivemos atividades, pois choveu muito forte e os alunos não compareceram à aula. De todos os alunos do turno da manhã não havia uma dúzia. Voltei pra casa frustrada, pensando nos prazos, mas obviamente vendo que a situação era crítica, não tinha como eles irem à aula com aquele temporal.

No final de semana tive um acidente doméstico onde um corpo estranho perfurou minha córnea. Tive que ficar três dias com curativo, impossibilitando-me de realizar nossa atividade marcada para o dia 5 de agosto (segunda- feira).

ENCONTRO 5**08/08****2 períodos**

Hoje estava ansiosa. Revisei mais de uma vez o material e ainda me preparei caso sobrasse alguma aula e eu tivesse mais tempo com as crianças. Ansiedade pura para deslanchar logo a unidade. Percebi isso e tive que me concentrar para não atropelar o processo. Cheguei à escola e os alunos já estavam lá, estranhei, pois eles entrariam no segundo período; então a coordenadora me explicou que a professora de matemática que estávamos precisando havia sido nomeada, por isso eles teriam o primeiro período de matemática e os outros dois comigo, em consideração ao meu projeto que já estava agendado com os alunos.

Dois sentimentos: alegria pelos meus alunos finalmente terem o acesso que

tem direito às aulas de matemática. Receio de não conseguir terminar o projeto a tempo, pois agora vou contar apenas com as aulas de ciências que não estava usando ainda porque a professora titular pediu mais algumas aulas para que terminasse as avaliações do trimestre.

Conclusão: terei que reorganizar a unidade de forma que a nova disposição dos períodos (1 e 2 e não mais 2 e 2) não prejudique o desenvolvimento das atividades. Esse tipo de reorganização não é incomum, pois sempre temos que nos adaptar a troca de horários e turmas, portanto, nada fora da rotina escolar.

Quanto à aula de hoje:

Sempre retomando o que já vimos, revimos os passos dos mapas conceituais. Propus que fizéssemos um mapa sobre uma lenda ou sobre um matéria da escolha deles, novamente surgiu a questão das classes gramaticais, pois os alunos tinham tido prova durante a semana, o que foi providencial. Fizemos um mapa coletivo sobre os numerais, eles me explicando como fazer, de que cor escrever os conceitos e palavras de ligação e eu ia escrevendo o mapa conforme as suas indicações.

Depois propus a atividade do mapa conceitual sobre as plantas (investigação de conhecimentos prévios-Instrumento 2), contando pra eles sobre o quanto eu pude perceber que eles já conheciam sobre as plantas pelas atividades da aula passada (Instrumento 1) e que eles fariam uma atividade que novamente mostraria os conhecimentos, mas em forma de mapa (Fig.4 e 5)

As fichas de conceitos tinham várias cores, mas todos os meninos pegaram as fichas verdes e quase todas as meninas escolheram as amarelas. Na hora de fazer o mapa tive que lembrá-los de que era necessário ordenar as palavras, pois estavam fazendo diretamente e com muita pressa. Chamei a todos para lembrarmos os passos necessários para a construção dos mapas e a partir daí parece que eles estruturaram melhor a atividade.

Mesmo assim fico um pouco insegura, parece que ainda precisávamos de mais tempo de trabalho com os mapas. Talvez a descontinuidade das aulas, os problemas de horário tenham prejudicado esse processo, mesmo assim a maioria

deles me surpreende e se mostra interessada e desafiada ao realizar a atividade.



Fig.4-Elaboração do Mapa Conceitual



Fig.5- Elaboração do Mapa Conceitual

É interessante observar as estratégias, como cada um organizava os conceitos sobre a classe, alguns em listas, outros em grupos de conceitos (Fig. 6 e 7). Muitos perguntando se estava certo. Nesse momento Moreira traz uma afirmação que me orienta:

Os alunos estão muito acostumados ao “certo ou errado”, mas os mapas conceituais vão por outro caminho. É preciso leva-los a confiar em seus mapas não por que estejam certos, mas porque são construções suas que podem ser melhoradas, reformuladas, enriquecidas à medida que aprendem significativamente (2010, p.56)¹⁹.

Esse é o momento em que tento valorizar sua produção, desconstruindo a lógica do acerto ou do erro considero muito importante. Elogio cada mapa quando eles me entregam, saliento os aspectos positivos, dou algumas dicas... Nesse caso a afetividade atua como um auxílio na composição da aprendizagem. A satisfação do aluno em ter seu trabalho elogiado, lido “de verdade” motiva-o para as futuras aprendizagens que virão.

Vou analisar os mapas para organizar a aula de amanhã. Os alunos ausentes me preocupam.

¹⁹ MOREIRA, M.A. **Mapas conceituais e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.



Fig.6- Organização dos conceitos



Fig.7- Organização dos conceitos

ENCONTRO 6

09/08

2 períodos

A partir do panorama de análise, das atividades feitas na semana passada as estratégias de organização de conhecimentos prévios estão adequadas às necessidades da turma. Preciso dar atenção aos pormenores da polinização, que ainda será abordada ao longo da unidade, mas os vídeos que assistimos e o texto espero que dêem conta das nossas necessidades. A principal questão é a polinização. A flor é relacionada ao fruto por alguns alunos, mas isso também desenvolveremos logo adiante. O importante é termos uma visão geral das plantas, suas características como seres vivos e suas estratégias gerais de reprodução.

Na aula de hoje, depois de termos realizado a atividade do mapa na aula anterior **passamos para a etapa da organização dos conhecimentos prévios**, a partir dos vídeos que mostram a germinação e a polinização. O texto integrador (Apêndice G) foi lido após a discussão dos vídeos

Os alunos trazem as seguintes falas quando perguntados de onde surgia a noz da árvore do vídeo:

Vem da semente.

Vem do pólen.

Nasceu da semente dos pássaros.

Caiu da árvore...

Não consegui aprofundar muito a discussão. Partindo para o texto, notadamente eles gostam e sugerem o sistema “cada um lê um parágrafo”, o problema é que A1 quer ler todos os parágrafos e quando A1 quer os outros abrem mão. É uma liderança forte, monopoliza atenções e poderes, impressionante...

Lemos o texto, fomos acompanhando também com imagens e depois eles puderam utilizar a câmera e os marcadores que acompanham o texto. **Fiz questão de disponibilizar um tempo significativo da aula para esta atividade, primeiro porque eles precisavam ver as flores como uma etapa da fase dos organizadores prévios, em segundo para que todos se ambientassem com os equipamentos e a utilização do software já que a maioria não tinha comparecido às ambientações que foram oferecidas no turno inverso.**

Quase todos prontamente demonstraram gostar da atividade. Somente A1 não quis participar e orientou A13 a também não participar do momento, o colega obedeceu. Olhei pra eles surpresa, A1 se surpreendeu que eu havia escutado sua “instrução” e se justificou dizendo que não queria experimentar pois os modelos eram todos iguais.

Deixei à vontade, falei que quem não quisesse usar o recurso agora poderia usar na próxima aula, pois hoje era só o começo, que em outros dias teríamos outras imagens diferentes e teríamos mais computadores. Acho que ficou tudo bem. Não queria que ninguém ficasse constrangido, por um lado achei legal a receptividade da maioria, por outro terei que pesquisar o comportamento deste aluno com os outros professores para ver qual é a situação e de que forma eu posso me aproximar de forma mais positiva.

A1-Mostrou-se agressivo e provocativo com os colegas. Em alguns momentos é desafiador, mas responde positivamente quando chamado à atenção de forma clara (não ríspida, mas direta), realiza quase todas as atividades de forma

rápida e objetiva. Passa a impressão de que faz as tarefas para “se livrar”.

A2- não estava presente nesta aula

A3- não estava presente nesta aula

A4- Realiza todas as atividades, questiona e faz contribuições.

A5 - Demonstra uma dificuldade em se concentrar. Cansa-se facilmente das atividades realizando-as parcialmente, tem dificuldade de organização espacial, mas participa oralmente.

A6- Realiza as atividades, está interagindo mais comigo, às vezes parece ser um pouco isolado e se distrai facilmente

A7- Não estava presente nesta aula

A8- Realiza todas as atividades, é esforçada mas tem um pouco de dificuldade de compreender o que é solicitado.

A9- Continua isolada do grupo. Realiza as atividades de forma primorosa. Sorri pouco e não interage com os colegas..

A10- Não estava presente nesta aula

A11- Realiza todas as atividades, tem um ritmo diferenciado dos demais. É calmo, termina suas tarefas depois dos colegas, sem pressa. Tem se mostrado mais quieto e não tem participado oralmente.

A12- Realiza todas as atividades, bem sociável e participativa.

A13- Realiza as atividades, é organizado, faz rascunhos dos mapas antes de entregar a “versão final”. Contribui oralmente com sua experiência, demonstra ter contato com a natureza.

A14- De longe é o aluno que mais interage oralmente, conta histórias, cita exemplos, dá “dicas” sobre mapas. Muito atento à aula. Realiza as atividades, muito interessado.

A15- Não interage com os colegas, conversa um pouco com A5. Pouco sorri. Presta atenção e realiza as atividades com interesse, chama à classe para tirar

dúvidas. Mostrou contentamento quando elogiei seu mapa.

A16- Extrovertida e participativa. As vezes é necessário relembrar o foco da atividade, pois se distrai facilmente, mas é esforçada. Interage muito bem e contribui oralmente algumas vezes.

A17- não estava presente nesta aula

12/08

Fui à escola na tentativa de fazer o Instrumento 2 (mapa conceitual) com os alunos que não estavam na aula do dia e obtive sucesso. Achei inconveniente que se ausentassem da aula, mas na impossibilidade de virem em outro horário, já que já estão vindo em turno inverso para recuperar as aulas de matemática e também nesta semana temos as aulas de recuperação paralela em turno inverso, optei por chama-los durante o turno regular de aula.

ENCONTRO 7

13/08

1 período

Conforme acertado com a direção e a professora titular, assumirei a turma nos horários de Ciências, ficando agora com o último período de terça feira e o segundo e terceiro de quinta-feira. Preciso salientar aqui a colaboração incondicional da professora titular, isso motiva para o desenvolvimento do trabalho e indiretamente também influencia no ambiente, de forma positiva, com os alunos percebendo o coleguismo e a parceria entre as professoras.

Novamente alguns alunos faltaram e os que estavam ausentes na aula passada, compareceram hoje. Já tinha ideia de revisar a aula anterior, já que o som dos vídeos não tinha ficado muito satisfatório. Volto a readaptar a organização da unidade para não prejudicar os alunos ausentes. Revimos os vídeos que eram

curtos e retomamos o texto. Os que não estavam em aula estavam curiosos para ver a imagem da “flor cadáver” que foi mostrada na aula passada, como uma das ilustrações de apoio do texto lido com os alunos. Isso mostrou que eles conversaram sobre o assunto no intervalo entre nossas aulas.

Conversamos novamente sobre nossa situação problema: De onde vem as frutas das árvores?

Falamos também sobre os movimentos das plantas (que aparecem nos vídeos), já que no instrumento 1 os alunos afirmaram que as plantas não eram vivas porque não se moviam.

Nessa única aula de hoje retomamos a aula passada (**Organização dos conhecimentos prévios**) e começamos os mapas conceituais em conjunto. A aula foi realizada no laboratório de ciências onde pude montar o projetor com antecedência.

A maioria começou os mapas conceituais. Dois alunos: A1 e A2 fizeram a atividade com pressa, para terminar logo e guardar o material, aparentemente e novamente com a intenção de se livrar da tarefa. Tenho tentado, dialogando, chamando-os para me auxiliar, motivá-los para as atividades. São prestativos, auxiliam a montar o data-show, gostam deste tipo de interação, mas quando solicitados para qualquer atividade diretamente relacionada às tarefas escolares, às fazem de forma displicente.

Por outro lado, os demais se esmeram e tentam construir os mapas. Alguns parecem bem concentrados, fecham os olhos, balbuciam palavras sozinhos, trocam ideias com os colegas; outros guardam seu mapa “para que ninguém veja e copie”, em uma competição em busca de uma aprovação que não virá do resultado final, mas de um processo que está sendo construído. A lógica da aprovação individual e competitiva já está neles e é difícil que eles percebam que pode ser diferente.

ENCONTRO 8

15/08

2 períodos

Cheguei na escola no primeiro período pra montar o material. Estava em dúvidas se faria as atividades com os modelos em sala de aula (como fiz no Piloto) ou no laboratório de ciências. Decidi montar os computadores no laboratório e ver como se daria essa primeira aula. São quatro computadores, tenho que organizar as tomadas e extensões e por isso acho perigoso que esteja organizando com eles junto, prefiro que eles cheguem e a sala já esteja preparada. Como esta turma é maior e mais agitada do que a do piloto feito no ano passado, entendo que esta foi uma boa estratégia. Além disso, a iluminação natural do laboratório pela manhã não interferiu na visualização dos modelos como durante à tarde, quando recebe luz direta do sol.

Fui até a sala de aula e iria lembrá-los das atividades da aula passada, mas antes disso a professora titular pediu para entrar e entregar as provas e divulgar as notas do trimestre. Foi um momento muito bom, pois ao final da divulgação ela gentilmente lembrou-os de que eu ficaria com eles alguns dias e que também “era professora deles”, valorizando o trabalho que estamos fazendo, estimulando-os a aproveitar a oportunidade do projeto. Achei muito legal. **Acho que faltava para os alunos essa “autorização” da professora titular para que eu usasse o espaço dela, por mais que eu e ela já tivéssemos conversado sobre o projeto com eles, faltou esse momento juntas.**

A professora se despediu, lembrando que continuaria presente na escola nos horários de aula, na sala dos professores, caso precisassem ou tivessem alguma dúvida, passando uma sensação de segurança.

Começamos a aula, novas interrupções para avisos e inscrição de alunos em projetos de atendimento odontológico e de outras naturezas. Depois disso, relembremos as atividades da aula anterior, expliquei que iríamos para o laboratório, refaríamos as duplas e retomariamos os mapas conceituais. Dei também algumas orientações quanto ao uso dos computadores e a manipulação das câmeras.

No laboratório mais uma vez falei que eles poderiam mudar o mapa acrescentando outras ideias, apagando e refazendo relações. Algumas duplas (A5 e A13, A1 e A2) pediram outra folha para reorganizar seus mapas. A14 e A15 elaboraram o mapa individualmente sentaram próximos e continuaram elaborando-

os de forma individual, mas um opinava no mapa do outro.

Solicitei a A1 e A2 que revisassem o seu mapa, pois o fizeram de forma apressada na última aula, pedi que destacassem os conceitos das palavras de ligação. Eles fizeram e acrescentaram mais alguns conceitos, havendo uma sensível melhora na postura em sala de aula.

Os quatro alunos que faltaram à aula também elaboraram os mapas (A3,A4,A7,A17). Destes, A4 é o menos infrequente e o que tem mais facilidade nas atividades. Os demais não estavam presentes em nenhuma das aulas anteriores (vídeo e texto) fico pensando o quanto não deve ter sido sem sentido essa atividade apesar da retomada que sempre faço no início da aula. Forneci o texto da aula anterior a eles, A7 me disse ao final que “tentei fazer mas não sei nada de plantas”. Conversei com ele sobre o mapa que ele fez, valorizei os conceitos que ele colocou e falei sobre a importância da sua presença em aula.

(3) Apresentação do material a ser aprendido- Passamos para a atividade do vídeo onde os alunos visualizaram várias cenas de polinização, e onde foram narradas várias particularidades do reino vegetal. Os alunos claramente se encantavam quando apareciam os animais interagindo com as plantas.

Novamente uma flor polinizada por uma mosca chamou a atenção, pois sua estratégia, de acordo como filme, é exalar o cheiro de carne em decomposição. Esse fato fugiu do senso comum dos alunos e foi um bom exemplo para ilustrar que as plantas produzem o seu odor como atrativo para os insetos, e que estes não fazem a polinização “de graça”. Isso apareceu no texto coletivo que fizemos.

Depois de assistir, conversamos sobre o vídeo e anotei o nome das partes da flor no quadro. Alguns leram e acharam engraçado. Fomos trabalhar em grupo com os modelos do jambolão. Os grupos se formaram por proximidade geográfica. Apenas A17 ficou isolada, mas ao arrumar a tela do computador do grupo de A8, A12, A16 perguntei se elas não gostariam de chamar A17 para trabalhar com elas. As meninas prontamente fizeram o convite.

Claro que os grupos tiveram que criar as próprias regras de utilização dos modelos, alguns fizeram “um de cada vez” para segurar a câmera e os marcadores, outros se revezavam na função de segurar o marcador e de trabalhar como

“câmera” para acertar a imagem para os colegas (Fig.8).

Deixei que trabalhassem livremente. Depois fui orientando para que encontrassem nos modelos as estruturas da flor que vimos no filme. Assim identificamos os estames e o pistilo da flor do jambolão. Mostrei também o ovário e os óvulos e por fim o fruto (Fig.9 e 10)



Fig.8- Organizando os grupos



Fig.9- Trabalho com os modelos



Fig.10- Trabalho com os modelos



Fig.11- Fruto encontrado



Fig.12- Investigando o jambolão na pracinha da escola.

Conversamos sobre o gosto da fruta do jambolão, alguns alunos falaram sobre a árvore da escola, então fomos ao pátio para ver se ainda havia alguma flor. Só encontramos alguns frutinhas já secos pelo chão. Os alunos acharam parecido o fruto do modelo com aquele que encontraram (Fig.11 e 12)

Voltamos para a sala e fomos realizar os registros da aula.

Pedi para que notassem no caderno que fizemos as atividades:

- 1- Mapa conceitual sobre as plantas
- 2- Vídeo “A vida reprodutiva das plantas”
- 3- Estudo sobre o Jambolão, com modelos e no pátio da escola.

O terceiro item foi sugestão de A14.

Fui orientando então para que notassem o que trabalhamos no vídeo e com os modelos em forma de texto e fui perguntando e escrevendo no quadro. Construímos o seguinte texto:

A vida reprodutiva das plantas

As plantas não podem andar por isso aos animais vão até elas para colher o pólen e levar para a planta feminina.

Os animais vão até as plantas para comer o pólen. São chamados pelas cores e pelos cheiros, que não precisa ser bom, mas os animais tem que gostar. Por isso cada planta tem o seu polinizador.

A flor tem partes masculinas e femininas:

- Estame- é masculino e produz o pólen. Exemplo: os do jambolão são brancos.

- Pistilo- é feminino e recebe o pólen. Exemplo: o que fica no meio da flor do jambolão.

Como já estava próximo da hora do recreio eles estavam ansiosos pela merenda e logo os chamaram, por isso não dei o texto como terminado.

ENCONTRO 9

2 períodos

20/08

Havia falado com a professora de artes sobre o meu projeto e ela ofereceu suas aulas se eu precisasse. Aceitei a aula que ela tem na terça (4º período), pois assim consigo trabalhar com eles dois períodos seguidos. Como tenho a questão da manipulação com os computadores, a ida até o laboratório, uma aula de 45 minutos acaba as vezes se reduzindo à metade quando efetivamente começa-se o trabalho.

Cheguei mais cedo do que o horário da aula, como de costume, para montar os computadores. Hoje a disposição dos computadores ficou melhor organizada, fazendo com que eles tivessem mais espaço para cada grupo. Tínhamos 16 alunos em aula e formamos quatro grupos de quatro alunos.

(4) Desenvolvimento do material estruturante

Comecei o trabalho em sala de aula, relembando com eles a aula anterior. Lembraram-se da flor e do fruto do jambolão e se atrapalharam na hora de dizer os nomes “pistilada” e “estaminada”. Relembramos o que significava cada conceito e disse a eles que iríamos rever seus significados agora no laboratório.

Fomos para o laboratório. Depois de estabelecidos os grupos, revimos a flor do jambolão e fui pontuando as partes do estame e do pistilo. Fui esquematizando no quadro. Posteriormente fomos conhecer as flores da erva mate.

Ao ir comparando uma com a outra, automaticamente fui ao quadro fazer esquemas de comparação. Os alunos foram indicando o que era cada parte e foram verbalizando suas diferenças, altura, tamanho, cor quantidade e posição... Pedi que eles fossem acompanhando pelos modelos e fui conversando com cada grupo.

A14 foi o primeiro a apontar a diferença entre os estames da erva-mate e jambolão.

O que será que tem dentro do ovário?

Por que o ovário está “abaixo” do estilete?

Qual flor tem mais estames?

Conforme os alunos iam falando as características de cada flor e fazendo as comparações, fui anotando e desenhando no quadro. Acredito que não era necessário ter centralizado as anotações no quadro, nem desenhado as diferenças, já que os alunos tinham os modelos em suas mãos.

Eles perguntaram se podiam anotar, não vi problema, apesar de que iremos rever novamente estes modelos e realizar atividades no livro, senti que em função da complexidade da atividade de comparação eles se sentissem mais seguros deixando algo registrado no caderno.

Depois desta etapa expliquei que cada um deles receberia um livro para utilizar em nossas atividades. Eles manusearam o livro, li e conversei com eles sobre a parte inicial que traz a apresentação do livro e as instruções. Depois fomos dividindo a leitura, conversando sobre o que era lido e interagindo com os modelos (Fig.13 e 16).

Já nas primeiras interações com os modelos perguntei a eles sobre as escalas, descritas nos livros. Conforme já havia visto nas aulas anteriores a maioria tem uma boa noção de tamanho. De qualquer forma, pegamos uma régua e medimos o comprimento que teria uma folha da erva-mate, salientei também que o modelo da árvore que está ao lado do modelo da folha não está em escala e que esta árvore tem mais ou menos 15 m conforme a indicação do livro, p.4.

Fiquei impressionada com a observação de A6 quando afirmou: Professora, a perna da abelha fica amarela só quando ela sai da flor masculina.

Ele conseguiu perceber os detalhes da animação que mostra abelha coletando o pólen e levando-o até a flor pistilada, p.8.

Foi importante neste momento da polinização, relacionar com o vídeo

que assistimos na aula dos organizadores de conhecimentos prévios. Os alunos lembraram e deram outros exemplos, ficando impressionados também com o morcego atuando como polinizador.

A interação e curiosidade dos alunos com os modelos foram grandes; quanto mais prazer e curiosidade eles tiverem mais motivados eles ficarão para a aula, assim canalizo essa motivação para nosso objetivo principal. De qualquer forma vê-los aprende e se divertir ao mesmo tempo é uma realização para mim.

Assim como os alunos do projeto piloto, que ficaram curiosos quanto ao funcionamento do *software* e fizeram reproduzir o desenho dos marcadores sobre a pele para ver se funcionava, os alunos da 5ª série testaram outras formas de interagir com os modelos. A5 me chamou para mostrar que dava para “cortar” o talo da flor, abrindo e fechando a tesoura sobre o marcador da flor da erva-mate (Fig.14). A6 tentava “tocar” na abelha com uma caneta, mas diferentemente de A5 tentava interagir com o modelo e não com o marcador (Fig.15).



Fig.13- Trabalho com os modelos



Fig.14- Outras interações com os modelos



Fig.15- Outras interações com os modelos

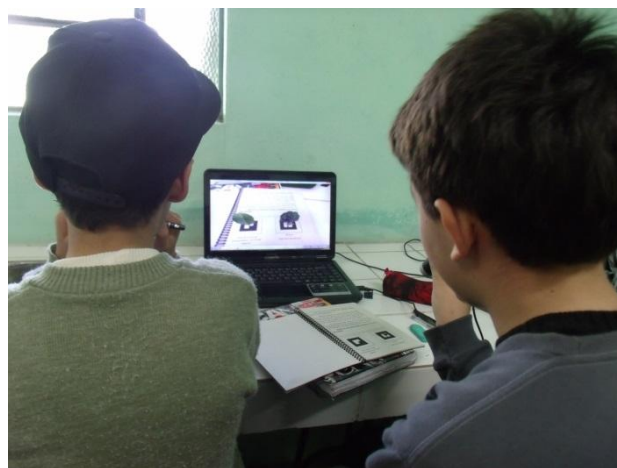


Fig.16- Trabalho com os modelos

Diferentemente da turma em que foi feito o piloto, entendo que é necessária mais atenção para que o objetivo da atividade não se perca ao longo da aula. Salientar os aspectos importantes, dialogar com os alunos, relacionar o texto aos modelos intensivamente é extremamente necessário para que a leitura não se torne monótona e mecânica.

Eles concentrados na atividade, eu empolgada com a aula não controlei bem o tempo. Deveria ter encerrado a atividade no livro um pouco antes e ter feito um fechamento mais elaborado. Acabamos anotando somente as atividades que fizemos. Na próxima aula é preciso fazer na retomada um apanhado da fase inicial do livro.

ENCONTRO 10

22/08

2 PERÍODOS

Hoje choveu muito e, como acontece nestas ocasiões, vários alunos faltaram tendo somente nove alunos em aula. Deixei os computadores montados no laboratório, mas não liguei nenhum antes da aula, pois estava trovejando muito.

Quando deu o sinal fui para a aula, distribuí para cada aluno o seu livro que havia sido identificado por eles na aula passada e retomamos a unidade. Eles têm uma rotina própria e parece que a aula só começa “de verdade” depois que a data é colocada no caderno. Percebi isso alguns encontros atrás, onde parecia que só a explicação só “valia” após o ritual de abrir o caderno e apontar a data e o tema da

aula. Se for para que eles se sintam mais familiarizados e para que eu possa, a partir deste costume, desenvolver minha estratégia, não vejo problema. Assim fizemos: pedi que abrissem o caderno, colocassem a data e fomos lembrando a aula anterior. Primeiro pedi que olhassem novamente o livro e lessem o que já havíamos estudado, sublinhando o que cada um achava importante, depois fomos conversando e anotando no quadro alguns itens sobre a aula.

Expliquei a eles que por conta dos raios e trovões não havia ligado os computadores e que teríamos que fazê-lo ao chegar ao laboratório. Tudo correu bem, os alunos se dividiram em duplas ficando apenas um trio, já que hoje eram 4 computadores para 9 alunos. Essa proporção hoje foi particularmente boa, possibilitando que eles pudessem se distribuir melhor e dividir a câmera e os modelos a contento para todos.

Retomamos o estudo revendo alguns modelos, principalmente as flores, já que os alunos ainda estão tomando conhecimento dos conteúdos propriamente ditos.

(5) Continuação das atividades com modelos e atividade colaborativa

Hoje utilizamos os conhecimentos das partes da flor pistilada e estaminada para conhecer o processo de fecundação e frutificação.

Os alunos elaboraram suas hipóteses a respeito do que acontece com a flor masculina após a polinização (p.11), assim como com a feminina (p.12).

Acompanharam e explicaram o processo de fecundação dos óvulos, podendo utilizar o vocabulário trabalhando na aula anterior e na de hoje (p.14). Ainda trocam um pouco a palavra “ovário” e “óvulo” e alguns falam no pólen se transformar em semente.

Na página 15 descreveram a transformação da flor feminina, sobre as pétalas pontuando, a partir da observação do modelo, o desenvolvimento das paredes do ovário, formando o fruto.

Interessante foi a analogia de A2, afirmando que o ovário incha para formar o fruto assim como a “barriga da mulher incha quando tem o bebê”.

Durante o trabalho com o livro e os modelos eu estava sempre tentando auxiliá-los a fazer relações, entre a aula anterior, entre os filmes que vimos como organizadores prévios e entre os comentários que eles vão tecendo durante as aulas. **O processo de reconciliação integrativa precisou ser bastante estimulado, não podendo deixar isso somente a cargo da leitura do livro e observação dos modelos.**

Aqui reforço o meu entendimento que tive ao longo do meu processo de elaboração do projeto de pesquisa e principalmente desenvolvimento e análise do piloto: o recurso é importante, mas o professor, ao conhecer os conhecimentos prévios do aluno, é que vai auxiliá-lo a organizar as interações entre estes e os novos conhecimentos. Esse exercício de organização é intenso e ininterrupto o que só comprova minha aprendizagem pessoal de que só o recurso não garante a aprendizagem.

Fiquei preocupada com os alunos ausentes, pois nestes dois últimos encontros trabalhamos com o cerne do material estruturante: fecundação e frutificação. O que fazer dentro das possibilidades de tempo da nossa Unidade? Solicitei à professora de português, com quem tenho conversado muito e obtido informações que me auxiliaram no relacionamento com a turma, um período dos períodos que ela na sexta feira (amanhã). Ela prontamente cedeu seu último período.

Penso que minha estratégia beneficia tanto os alunos frequentes, com os quais irei desenvolver uma pronta revisão²⁰ dos dois encontros desta semana; quanto aos alunos infrequentes, que irão ter acesso, mesmo que em um tempo menor e de forma mais intensa, ao material de ensino da unidade.

A variação da frequência dos alunos dará origem a diferentes categorias de análise da Aprendizagem Significativa, que desenvolverei na dissertação.

²⁰ A pronta revisão possui um efeito consolidador sobre materiais recentemente aprendidos, efeito esse que diminui à medida que o material se torna menos útil. É uma oportunidade adicional para que o aprendiz interaja com o material da aprendizagem e relacione os significados incorporados à estrutura já existente (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 267).

ENCONTRO 11

1 período

23/08

Nem todos os alunos ausentes nos dois primeiros encontros desta semana vieram hoje, mas acredito que para os que vieram esse único período fará muita diferença.

Montei os computadores em um período anterior ao da aula e os alunos foram para o laboratório trabalhar em grupo, com o livro. Fui orientando e pontuando alguns aspectos importantes e foi muito interessante, pois os alunos que acompanharam o desenvolvimento durante a semana auxiliaram os outros colegas, e explicaram sobre o que haviam aprendido. **A atividade tornou-se colaborativa beneficiando a todos, pois os que explicaram o conteúdo tiveram a tomada de consciência da sua própria aprendizagem e os que não tinham vindo a aula puderam ter contato com o material e contaram com a ajuda dos colegas.**

ENCONTRO 12

27/08

2 períodos

Tive poucos alunos em aula hoje, em função do frio. Com estes poucos alunos consegui dar uma atenção mais específica à necessidade de cada um.

Começamos relembrando os conhecimentos que trabalhamos. Fiz a proposta do mapa conceitual do Jambolão, iniciando a etapa **(6) Avaliação somativa individual** escrevendo no quadro a pergunta: Como se forma o fruto do jambolão?

Perguntei a eles quais palavras seriam necessárias para responder esta pergunta em um mapa conceitual eles foram falando e eu fui anotando no quadro. Surgiram muitos conceitos de forma espontânea, aí alguns abriram o caderno em busca de palavras como ANDROCEU. Pedi que explicassem a palavra, esclarecendo que só podíamos construir um mapa conceitual com palavras que conhecemos o significado. Expliquei a eles a diferença de GINECEU e ANDROCEU.

Este é um conceito que está relacionado às partes masculinas da flor, mas não é primordial para o entendimento da frutificação, então eles acordaram em deixá-lo de fora. Foram escolhidos os seguintes conceitos:

JAMBOLÃO – SEMENTE – FRUTO – FLOR – OVÁRIO – ÓVULO – ESTIGMA – PÓLEN – ABELHA – POLINIZADOR - FLOR HERMAFRODITA REPRODUZIR- ANTERA- CÉLULA REPRODUTIVA – COR - ÁRVORE - ANIMAIS – FILETE – PÉTALAS - GINECEU

O verbo REPRODUZIR foi colocado pelos alunos. Expliquei a eles que poderiam modificar as palavras para poder formar as proposições. Notei que no momento em que iam sugerir os conceitos para os mapas tentavam primeiro formar as frases em conjunto, depois sugeriam o conceito.

Depois dei a eles folhas de ofício para que copiassem as palavras que iriam usar, em ordem de importância para depois cada um fazer o seu mapa conceitual (Fig.17 e 18). Fui acompanhando cada um e tirando algumas dúvidas. A hierarquização dos conceitos em geral me parece confusa, há muitas relações entre conceitos, mas há também muitas relações lineares.

Depois disso conversei com eles sobre o livro que iremos construir, dando detalhes da proposta para que eles escolhessem uma planta e explicassem sua reprodução.

Entreguei a eles a folha de rascunho e conseguimos começar a atividade. A maioria conseguiu rascunhar boa parte da história, que pretendemos encerrar na próxima aula para que eles passem para a versão definitiva do livro.

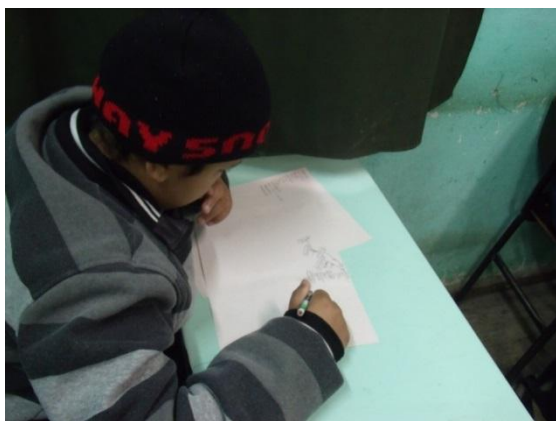


Fig.17- Elaboração do mapa conceitual



Fig.18- Elaboração do mapa conceitual

ENCONTRO 13

29/08

2 períodos

Hoje a chuva e o frio deram uma trégua, todos os alunos estavam presentes. Continuamos na etapa da **Avaliação somativa individual**, assim organizei a aula pensando nos alunos que já começaram a atividade do livro e os que estavam faltando. Relembramos o que havíamos estudado e fiz conforme a última aula escrevendo a pergunta central do mapa conceitual no quadro e pedi que dissessem quais conceitos seriam necessários para responder aquela questão em forma de mapa.

As palavras citadas pelos alunos foram quase as mesmas do que as do grupo que fez o mapa na aula passada, só apresentaram dois conceitos a mais: FEMININO E MASCULINO.

JAMBOLÃO – SEMENTE – FRUTO – FLOR – PÓLEN – ABELHA – POLINIZADOR – OVÁRIO – ÓVULO – ESTIGMA - FLOR HERMAFRODITA – MASCULINO – FEMININO – REPRODUÇÃO – ANTERA - CÉLULA REPRODUTIVA – COR – ÁRVORE – ANIMAIS – FILETE – PÉTALA-ÁRVORE

Duas perguntas bem interessante foram feitas hoje:

A11 pergunta se o pólen de uma flor pode gerar um fruto se cair em uma flor “de outro tipo”;

A14 quer saber se o girassol morre à noite quando fecha as pétalas, igual a animação do livrinho; pergunta ainda se dá pra comer o fruto da erva-mate.

Os alunos que não vieram na última aula receberam a folha de ofício para organizar as palavras do quadro, tarefa que a maioria considerou trabalhosa, pois queriam construir o mapa direto. Conversei com eles sobre como havíamos aprendido a fazer o mapa e o quanto era importante que cada um tivesse sua própria lista com a ordem das palavras que julgava mais importantes.

A1 ignorou as instruções e começou a fazer um mapa linear, retomei a explicação e dei-lhe outra folha, pedindo que fizesse de acordo com o combinado. Ele não se opôs.

Os alunos que já haviam começado a primeira etapa do livro receberam seu material e continuaram a atividade.

Silêncio em aula, todos concentrados. Uma ou outra conversa pedindo um lápis ou uma régua, mas estavam entregues e absortos na atividade.

No segundo período todos estavam trabalhando ou no rascunho do livro ou transcrevendo a história do seu rascunho na versão final do livrinho, então houve mais interação entre eles, a aula volta à vida, o que me deixa mais vontade A5 foi o único com mais dificuldade de se concentrar, e assim como no primeiro mapa, foi postergando a atividade, conversando ou se distraindo com o lápis, a classe e o movimento da rua. Assim o fez até que não havia mais tempo, então acelerou e fez o seu mapa apressado.

Os alunos solicitavam muito a minha presença, e como queria dar o suporte necessário para que eles expressassem seu conhecimento através do trabalho, as vezes demorava um pouco mais na classe de um ou de outro, conversando sobre o que o aluno tinha escrito, ou o que ele queria dizer com determinada frase. Alguns ficaram impacientes, mas tudo dentro do normal para uma turma de 5ª série, eu é que estava ansiosa em dar a mesma atenção a todos, o que não foi totalmente possível pois era o dobro de alunos da aula passada.

ENCONTRO 14

03/09

1 período

Hoje todos os alunos estavam presentes! Quando me viram trazendo os livrinhos já sabiam o que iríamos fazer. Hoje vamos continuar a escrever os livros né professora? Pergunta A5.

Cada um recebeu sua folha com o texto prévio que haviam escrito, alguns

para terminar o texto outros já transcrevendo no próprio livro. Apenas A5, A10 e A15 não haviam terminado a história, mas os três conseguiram ao final da aula terminar seu texto, sendo que A10 e A15 ainda começaram a transcrever o livro.

Iremos reproduzir um desenho de cada aluno no computador, a partir de um marcador específico, assim como foi feito no livro da Unidade. Para que isso se concretizasse, pedi que cada aluno escolhesse uma parte da história que gostaria que aparecesse no computador, através da realidade aumentada. Essa parte da história foi ilustrada em uma página separada do livro, que será escaneada e relacionada a um marcador para que seja exibida pelos alunos na hora da apresentação (Fig.19).

Fui bastante solicitada para tirar dúvidas. Como não tínhamos os desenhos das flores no caderno os alunos pediam para ajudar a lembra-los das cores das anteras ou do estigma, por exemplo. Quando queriam desenhar a árvore do jambolão e me perguntavam as características das folhas ou suas cores, eu pedia que fossem até a pracinha (em frente à sala), observar para depois fazer a ilustração.

Minha primeira impressão sobre as histórias é de que os alunos em sua maioria conseguiram identificar a formação dos frutos através da fecundação, mas nem todos conseguiram dar um sentido a isso na história, quero dizer, alguns somente reproduziram o que memorizaram e não produziram, não reelaboraram o conhecimento trabalhado. Será que não houve AS para estes?

Na próxima aula iremos finalizar os livros e apresentar para o grande grupo.

ENCONTRO 15

05/09

2 períodos

Preciso relatar que anteriormente à esta aula, preparei o material dos alunos de forma que eles já pudesse visualizar seus desenhos no computador. Escaneei os desenhos que eles escolheram e adicionei-os ao *software* que reproduz a imagem na tela. Colei um marcador em cada livro, na página escolhida pelo aluno, para que no momento da exposição da sua história, a imagem projetada na tela possa ser

relacionada com o trecho lido.

A proposta de hoje foi de finalizar os livros e fazer a apresentação dos mesmos para o grande grupo (Fig.20).

Os alunos estavam animados em terminar o livro. Apenas A5 se mostrou desanimado e com “preguiça” (como ele denominou) de desenhar e escrever. Ele tem ideias criativas, mas não gosta de escrevê-las, tendo também dificuldades de se concentrar. Os alunos se esmeraram na pintura das ilustrações. Hoje tive oportunidade de ler com cada um a sua história individualmente, pois estavam mais concentrados ou talvez mais seguros do andamento da atividade. Assim pude corrigir algumas questões ortográficas e fazer algumas perguntas para entender o que eles queriam dizer com determinadas frases.

Ficou claro que os alunos se sentiram mais à vontade em demonstrar seus conhecimentos através da história do que no mapa conceitual, ou seja, aparentemente a história é construída de forma mais fluida e sem resistência do que o mapa. Talvez isso se dê em função do mapa conceitual ser uma estratégia diferente das adotadas costumeiramente na escola, fazendo com que o aluno pense sobre o seu próprio conhecimento e a organização do mesmo, ou ainda pode ser em função do tempo em que a oficina dos mapas conceituais foi desenvolvida.

Ao finalizarmos os livros, nos organizamos para fazer a apresentação. Primeiramente resistiram um pouco, mas fui conversando com eles e alguns alunos espontaneamente se dispuseram a contar sua história (Fig. 21 e 22). Foi muito legal! Foi bom vê-los mostrando suas ideias concretizadas no livro, enquanto os colegas afirmavam que também tinham colocado a mesma informação, ou ainda discordando dos conceitos apresentados no livro apresentado. Espontaneamente surgiu a discussão de alguns conceitos e pudemos fazer o processo de reconciliação integrativa no momento final! O mais interessante é que o foco foi também no que cada colega escreveu e não só no desenho que iria aparecer na tela do computador.

Acho que o final da aula foi bem significativo pra mim, pois consegui ver na interação dos alunos e seus diálogos indícios da nossa vivência. No final convidei os alunos a apresentar os livros na exposição de ciências que se realizará amanhã na escola.



Fig.19- Elaboração da ilustração para o software



Fig.20- Elaboração do livro em versão final



Fig.21- Apresentação do livro do aluno



Fig.22- Apresentação do livro do aluno

ENCONTRO 16

06/09

Exposição de ciências

Este evento aconteceu no pátio da escola, onde as outras turmas e os alunos da 5ª série mostraram seus trabalhos. Os alunos das demais séries e alguns pais vieram assistir as apresentações.

Adoro estes momentos! Tenho tido boas vivências com as 8ªs séries sendo responsáveis por eventos deste tipo e fico muito realizada com a participação e motivação dos alunos. É notável o crescimento que ocorre entre as apresentações

dos projetos em aula e a apresentação na exposição, por isso este momento também foi escolhido para que os alunos da 5ª série pudessem apresentar seus trabalhos, para que na interação social negociassem seus significados e tomassem consciência do aprendido.

Tive a presença de 15 dos 17 alunos: Apenas A6 e A17 não compareceram.

Dividimos os alunos em grupos para que todos pudessem apresentar e também conhecer os experimentos das outras séries (Fig.23 e 24). Entendo que este momento foi importante não só pelo aprendizado, mas pela estima dos alunos que foi levantada pelos elogios ao trabalho e pelo orgulho de cada pergunta respondida aos visitantes. Acredito que a estratégia da apresentação alcançou seus objetivos. Encerrando a exposição, cada aluno de cada série ganhou uma medalha de participação. Não houve classificação do melhor, todos participaram e fizeram juntos um evento bonito e com “a cara” da comunidade escolar, onde todos foram vencedores.

Encerrei minha intervenção na 5ª série feliz pela etapa cumprida, ansiosa para a continuidade das análises que se deram ao longo da unidade e também com vontade de seguir acompanhando a turma. Entendo que ao terminar um projeto ou um ano letivo continuamos com eles, mas de outra forma, nas lembranças das experiências vividas e dos laços construídos.



Fig.23- Apresentação na exposição da escola



Fig.24- Apresentação na exposição da escola

Anexos

ANEXO 1

A lenda da gralha azul

De acordo com a lenda, há muito tempo atrás, a gralha azul era apenas uma gralha parda, semelhante às outras de sua espécie.

Em certo dia, uma gralha dormia num galho de pinheiro e foi acordada pelo som dos golpes de um machado. Assustada, voou para as nuvens, para não presenciar a cena do extermínio do pinheiro.

Lá de longe, ouviu a voz da Mãe Natureza pedindo para que ela retornasse para os pinheirais, para salvar os pinheiros.

A Mãe Natureza lhe deu um pinhão, que a gralha pegou com seu bico com toda força e cuidado. Abriu e comeu a parte mais fina.

A outra parte mais gordinha resolveu guardar para depois, enterrando a no solo. Porém, alguns dias depois ela havia esquecido o local onde havia enterrado o restante do pinhão.

A gralha procurou muito, mas não encontrou aquela outra parte, porém ela percebeu que havia nascido uma araucária na área onde havia enterrado o pinhão.

Quando o pinheiro cresceu e começou a dar pinhas, ela começou a comer uma parte dos pinhões e enterrar a parte mais gordinha dando origem a novas araucárias.

Não contente com isso, ainda coloca algum material das redondezas como folhas, pedras ou galhos em cima do local remexido, de forma a camuflar ou disfarçar o feito realizado.

Em pouco tempo, conseguiu plantar milhares de pinheiros, dando origem a floresta com Araucária.

Quando a mãe natureza viu o trabalho da gralha azul, resolveu dar um prêmio a ela: pintou suas penas da cor do céu, para que as pessoas pudessem reconhecer aquele pássaro, seu esforço e sua dedicação. Assim, a gralha que era parda, tornou-se azul.

Fonte: http://www.marcelinas.com.br/UserFiles/pirai_sul/sugei.pdf

Como os homens descobriram as frutas

Houve um tempo que os homens não sabiam da existência das frutas. Também não sabiam da existência da mandioca e da batata. Alimentavam-se de carne e capim como viam fazer os bichos.

Mas, todas às vezes que o vento soprava em certa direção vinha um aroma delicioso, entendiam que tal perfume só podia vir de coisa saborosa.

No entanto qual fosse essa coisa, ninguém sabia!

Um dia um caçador capturou um rato, estava próximo de matar o animal quando veio aquele aroma, o rato percebeu o interesse do homem e atçou-o:

— Se você me soltar te levo ao lugar de onde vem este cheiro.

Passaram por caminhos desconhecidos e quando chegaram naquele lugar, o pequeno animal disse:

— Este é o lugar.

O rato explicou que tinha um outro roedor que fez seu ninho e não deixava ninguém comer as frutas, preferia perder as frutas do que deixar que os outros as comessem.

O índio deixou o rato ir embora e voltou para a aldeia. Quando contou aos familiares que tinha um roedor que fez um ninho no meio das árvores e não deixava ninguém comer as frutas, os índios zangaram-se tanto que decidiram derrubar a árvore. E derrubaram.

O curupira cuidador das plantas viu o que os homens fizeram e disse:

— Todos fizeram um grande mal! De agora em diante terão que trabalhar duramente para obter boas coisas.

Antes de ir deixou cair algumas sementes e foi embora.

No dia seguinte, os índios encontraram um monte de árvores frutíferas carregadas de frutas, encontraram também outras frutas que não são de árvores. Aprenderam que para obter várias coisas é preciso cuidar delas.

Lenda reescrita por Bernardo Melo e Eduardo Villares

Fonte:

http://www.ecast.com.br/lendas_indigenas_2011/3b_html/3b_bernardo_eduardo.html

A lenda da erva-mate

Os índios Guaranis construíam aldeias, nas quais ficavam em média quatro anos. Depois migravam para outro lugar.

Um velho guerreiro, sem forças para acompanhar a tribo nas constantes mudanças, decidiu ficar vivendo sozinho em uma tapera na mata. Yari, sua filha mais nova, para ficar junto do pai, abriu mão de continuar na tribo e constituir família.

Contam que o guerreiro guarani, que pela velhice não podia mais sair para as guerras, nem para a caça e pesca, porque suas pernas trôpegas não mais o levavam, vivia triste em sua cabana. Era cuidado por sua filha, uma bela índia Yari, que o tratava com imenso carinho e mereceu uma recompensa.

Um dia, o velho guerreiro e sua filha receberam a visita de um pajé viajante, que foi muito bem tratado por eles. Um pajé desconhecido chegou à casa do velho índio e perguntou à Yari o que ela queria para sentir-se feliz. A moça nada mencionou, mas o velho pai pediu: quis ter suas forças renovadas para poder seguir adiante e levar Yari ao encontro da tribo que havia partido.

Entregou-lhe o pajé uma planta muito verde, perfumada de bondade, e ensinou que ele plantasse, colhesse as folhas, secasse ao fogo, triturasse, botasse os pedacinhos num porongo, acrescenta-se água quente ou fria e bebesse essa infusão. E disse:

Terás nessa nova bebida uma nova companhia saudável mesmo nas horas tristonhas da mais cruel solidão. Dada a receita, partiu.

Bebendo a verde seiva o velho índio reanimou-se, ganhou forças e pode seguir a longa viagem até o reencontro com a tribo.

Foi assim que nasceu e cresceu a caá-mini. Dela resultou a bebida caá-y que os brancos mais tarde adotaram o nome de erva-mate, muito utilizada pelos gaúchos no chimarrão.

Fontes:

<http://silnunesprof.blogspot.com.br/2009/09/lenda-da-erva-mate.html>

<http://voudekombi.blogspot.com.br/2006/08/lenda-da-erva-mate.html>

atividade.

<http://www.gazetadopovo.com.br/vidaecidadania/especial-erva-mate/origens.phtml>

(Adaptado para esta atividade).