

A REALIDADE AUMENTADA COMO RECURSO PARA O DESENVOLVIMENTO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOBRE O PROCESSO DE FRUTIFICAÇÃO

Alline Bettin de Oliveira (Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática-UFPEL)
Leila Macias (Instituto de Biologia, Depto. de Botânica – UFPEL)
Rita de Cássia Cossio Morem Rodriguez (Instituto de Biologia, Depto. de Botânica – UFPEL)

Este trabalho constitui-se do relato de experiência desenvolvimento do projeto piloto de dissertação do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (UFPEL), desenvolvido em uma turma de sétima série do ensino fundamental de uma escola municipal de Pelotas, RS. O projeto consistiu no desenvolvimento de uma Unidade Didática planejada com o objetivo de promover a Aprendizagem Significativa a respeito do fenômeno de frutificação. Para atingir tal meta, foram utilizados modelos tridimensionais construídos a partir da tecnologia denominada Realidade Aumentada, bem como atividades que propiciassem os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. O acompanhamento das atividades e avaliação da aprendizagem foi feito através de questões descritivas e mapas conceituais. Como resultados foi possível verificar o enriquecimento no vocabulário dos alunos, uma maior elaboração de alguns conceitos prévios, bem como identificar alguns indícios da incorporação de novos conceitos na estrutura cognitiva dos alunos.

Botânica- Aprendizagem Significativa- Realidade Aumentada

INTRODUÇÃO

Historicamente o ensino de botânica, a nível fundamental, tem sido relegado a segundo plano na estrutura curricular. As justificativas para que o conteúdo seja ministrado no final do ano, de forma superficial e rápida são várias, mas centram na dificuldade de conseguir amostras, ausência de materiais didáticos adequados, além das limitações pessoais e preferências do educador, que nem sempre contemplam a botânica. Desta forma temos uma defasagem deste conteúdo, gerando consequências no ensino médio e até mesmo na graduação.

A botânica, ciência tão presente em nosso cotidiano pode passar despercebida por educadores e educandos, mesmo que para ilustrá-la tenhamos tantos alimentos e materiais que rotineiramente lidamos e consumimos. Mesmo assim, para os alunos parece que os vegetais que consumimos são muito distantes e diferentes daqueles dos livros didáticos.

A partir da experiência obtida em sala de aula, a pesquisadora pode observar, atuando em escolas públicas e privadas, a dificuldade em proporcionar o entendimento do processo de frutificação das angiospermas. Dificuldade essa que se dá, por falta de recursos ou entendimento do processo de aprendizagem; dificuldade dos educandos em função de como

foram orientados ou talvez pela falta de recursos que representassem este processo. Também foi possível perceber nessa caminhada, a influência das novas mídias no processo educativo.,

Em busca de soluções para estas inquietações a autora se propôs a desenvolver uma pesquisa, no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da UFPEL, com o objetivo de produzir um recurso didático com elementos virtuais que visam auxiliar no desenvolvimento da Aprendizagem Significativa sobre o processo de frutificação das angiospermas. Este artigo é o relato de experiência do projeto piloto derivado da proposta de dissertação da autora, que problematiza: Um ambiente virtual de aprendizagem, utilizando modelos em Realidade Aumentada, colabora para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa sobre o processo de frutificação das angiospermas no Ensino Fundamental?

Em busca de subsídios para a pesquisa, encontramos alguns softwares, aulas online e outros recursos digitais estão sendo desenvolvidos especificamente para o ensino de conteúdos botânicos, prioritariamente para o ensino médio (COSTA, 2011;GALEMBECK, 2004; FREITAS, 2006; SANTOS, 2010;SFAIR,2006). Ainda assim existe um hiato no que se refere a recursos digitais especialmente direcionados ao ensino fundamental. Neste período se faz importante a prática com alguns materiais manipuláveis, tais como as próprias plantas e frutos ou ainda modelos didáticos, que representem as estruturas de estudo de forma fidedigna.

Ceccantini (2006) traz a constatação de que muitas das respostas apresentadas em provas e trabalhos demonstram que a compreensão espacial das estruturas biológicas, deixa ainda 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, algumas dificuldades para a compreensão de estruturas botânicas é a representação destas apenas em um plano, ou seja, somente por imagens impressas, dificultando o entendimento da volumetria das estruturas; desta forma, métodos e recursos que auxiliem nessa tarefa são necessários.

Atualmente, a tecnologia permite desenvolver modelos virtuais (estáticos ou em movimento) de qualquer estrutura biológica. A vantagem em produzir modelos didáticos virtuais reside no fato de que nem sempre é possível encontrarmos amostras biológicas disponíveis para coleta; a escola pode não possuir local adequado para sua conservação ou

ainda, o que é muito comum, a intensa carga horária do professor não possibilita que haja tempo para uma coleta específica para cada turma em que ministra aulas.

Uma das tecnologias disponíveis, e a que utilizamos neste projeto, é a da Realidade Aumentada (RA). Ela é definida por Kirner (2007) como sendo 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, 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 uma câmera, possa visualizar objetos tridimensionais e interagir com eles e funciona da seguinte forma:

O aluno exibe uma imagem em preto e branco, denominada como “marcador” (Fig.1), 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.2). Ao movimentar o marcador o modelo também se movimenta na tela.

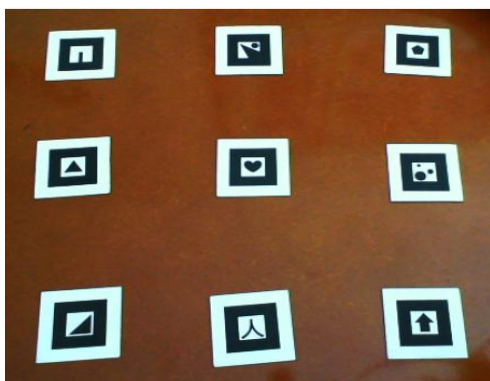


Fig.1) Imagem real de vários marcadores de papel sobre uma mesa. Fonte: SILVEIRA, 2011.



Fig.2) Imagem visualizada pelo aluno na tela do computador. Fonte: SILVEIRA, 2011.

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 interação do aluno.

Esta tecnologia vem sendo utilizada para fins publicitários, científicos e educacionais. Temos o exemplo de Luz et al. (2009), que introduziu a Realidade Aumentada nos cursos técnicos profissionalizantes, nos quais foram utilizados marcadores para aumentar a realidade de alguns equipamentos didáticos utilizados. A partir de um motor real, inseriu-se virtualmente o movimento das cargas elétricas simulando o eletromagnetismo. Marcadores também foram colocados sobre o corpo de alguns alunos e órgãos virtuais foram projetados

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

Não foram encontrados trabalhos aplicando a RA com a temática botânica no ensino fundamental, portanto este aspecto também justifica a relevância desta pesquisa. Assim entendemos que a Realidade Aumentada é um importante recurso para o ensino-aprendizagem, 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;
- o grau de detalhamento das estruturas biológicas necessário para a aula;
- a visualização em três dimensões ;
- o movimento (animação) da estrutura modelada
- a interação do aluno com o modelo.

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. Acreditamos que “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 e Tori, 2001).

Entende-se que o recurso deve ser utilizado dentro de uma perspectiva teórica de aprendizagem, assim encontramos na Psicologia Educacional de David Ausubel, subsídios para investigar a existência de indícios do processo de aprendizagem que se utiliza deste recurso.

Para Ausubel, o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. A esse conjunto de conhecimentos que o aluno nos apresenta denominamos conhecimentos prévios. Assim entendemos que o conhecimento deve ser organizado de forma a relacionar-se com o conhecimento prévio do aluno, para que se torne significativo e por consequência compreensível e assimilável.

Por isso, entendemos que o ensino de botânica apresenta um potencial amplamente significativo, já que seu campo abrange rotineiramente a organização e estruturação da

sociedade. Partindo do cotidiano dos alunos (alimentos, medicamentos, tecidos...), temos a oportunidade de averiguar seus conhecimentos gerais, para utilizarmos deles como base para a aprendizagem de outros conhecimentos mais formais.

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

Além da motivação, para que o conteúdo a ser aprendido interaja na estrutura cognitiva é necessário que existam subsunçores. Estes são conhecimentos provenientes da vivência e são adquiridos de forma gradual e particular por cada pessoa. Na infância os subsunçores se formam a partir da aprendizagem por descoberta, e na idade escolar os alunos já possuem conceitos que permitem que a Aprendizagem Significativa seja desenvolvida, enriquecendo os subsunçores e estabelecendo novas relações. (MOREIRA, 2009). Os subsunçores, portanto, são estruturas capazes de interagir com um novo conhecimento, estabelecer uma relação modificando-se e incorporando a nova informação na estrutura cognitiva.

Nosso trabalho visa descrever uma unidade de aprendizagem desenvolvida com quinze alunos de sétima série do ensino fundamental de uma escola da rede municipal de Pelotas, RS. Partiu-se, conforme indica a psicologia educacional, da investigação dos conhecimentos prévios dos alunos e a partir destes, foram elaboradas estratégias utilizando o recurso de realidade aumentada, para promover a interação entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios, com o objetivo de desenvolver a Aprendizagem Significativa do fenômeno de frutificação.

METODOLOGIA

Tendo a finalidade de verificar a contribuição de um recurso com Realidade Aumentada para a Aprendizagem Significativa, podemos afirmar que nosso trabalho tem elementos de uma Pesquisa Aplicada. Partindo do problema de pesquisa, que questiona se um ambiente virtual de aprendizagem, utilizando modelos em Realidade Aumentada, colabora para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa sobre o processo de frutificação; há como perceber que sua origem se dá na prática docente da pesquisadora. Surgiu das inquietações da pesquisadora e servirá, não só para crescimento pessoal e profissional da mesma, mas acredita-se que trará contribuições para o campo educacional, além dos resultados práticos no próprio *locus* de aplicação. Com a finalidade de verificar qual a

contribuição de um recurso com Realidade Aumentada para a Aprendizagem Significativa, o trabalho pretende, através da pesquisa aplicada, responder ao proposto no problema de pesquisa: “um ambiente virtual de aprendizagem, utilizando modelos em Realidade Aumentada, colabora para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa sobre o processo de frutificação?”. Este questionamento tem sua origem na prática docente da pesquisadora, através das suas inquietações, pretendendo com seus percursos, contribuir para o campo educacional, com resultados práticos no próprio *locus* de aplicação, além de possibilitar crescimento pessoal e profissional.

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

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

O piloto foi desenvolvido através das seguintes etapas:

1) Estabelecimento e investigação de subsunçores

Nesta etapa foram estudados quais subsunçores seriam necessários para a aprendizagem significativa do processo de frutificação para que pudesse haver a investigação da existência destes subsunçores na estrutura cognitiva dos alunos. A análise de conhecimentos prévios é uma etapa que se inicia muito antes da aplicação de um instrumento de coleta de dados em sala de aula. É necessário que haja clareza de quais subsunçores são necessários para a compreensão do conceito a ser trabalhado para que possamos investigá-los.

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

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

subsunçores: A planta (como ser vivo), Fotossíntese, reprodução sexuada, reprodução assexuada, polinização e relação flor-fruto.

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

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

2) Atividades de desenvolvimento de organizadores prévios

De posse dos resultados da etapa anterior, foi decidido realizar atividades para o desenvolvimento de organizadores prévios, por isso, no terceiro encontro foi proposta uma conversa sobre a atividade de coleta de dados e depois houve a visualização de pequenos vídeos que ilustravam alguns pontos que precisavam ser revistos. Foi trabalhada a questão da diferenciação entre animais e plantas mostrando pequenos vídeos em *time lapse*, que mostram que as plantas também apresentam movimentos. A questão da reprodução também foi trabalhada com um trecho de um documentário, já que a questão da reprodução pouco apareceu na análise inicial. Como encerramento da aula, os alunos receberam fichas com os conceitos trabalhados no dia, bem como os demais conceitos subsunçores que a análise acusou que estavam presentes. Com estas fichas os alunos montaram um mapa conceitual, atividade que eles já haviam feito com outra temática, pelo menos duas vezes neste semestre nas aulas de ciências.

3) Desenvolvimento de atividades utilizando software de Realidade Aumentada dentro do planejamento de uma Unidade Didática;

O software de realidade aumentada foi desenvolvido tendo como temática o chimarrão, bebida típica presente nos lares dos gaúchos. A escolha da *Ilex paraguariensis* ocorreu em função da proximidade dos alunos com o produto da planta, folha moída da erva-mate, e também no estranhamento a que foram expostos quando foram levados a pensar: - Como é a planta da erva mate? Ela tem flor? Tem fruto? Já que uma das características dos frutos, coletada na avaliação dos instrumentos prévios, era a sua utilidade como alimento, e não como estrutura reprodutiva. Auxiliá-los a entender os frutos como estruturas importantes para as plantas, e nem sempre úteis como alimentos para os humanos gerou o desequilíbrio

necessário pra estimular muitas indagações, que acabaram motivando para o desenvolvimento do trabalho.

O recurso didático foi então materializado através da produção de um livro que contava a história da reprodução da erva-mate, contendo marcadores que reproduziam estruturas da *Ilex paraguariensis* quando exibidos para as webcams. (Figuras 3 e 4). Os alunos foram divididos em quatro grupos, de três a quatro alunos, pois em geral havia apenas doze alunos presentes, dos quinze alunos matriculados na turma. O livro foi dividido em unidades onde em cada aula era desenvolvida uma parte da história da erva-mate, os alunos interagem com os modelos e faziam questionamentos (Fig.5 e 6). No final da aula havia a retomada do que foi trabalhado e no início da aula seguinte também era feita uma revisão oral e com os modelos.

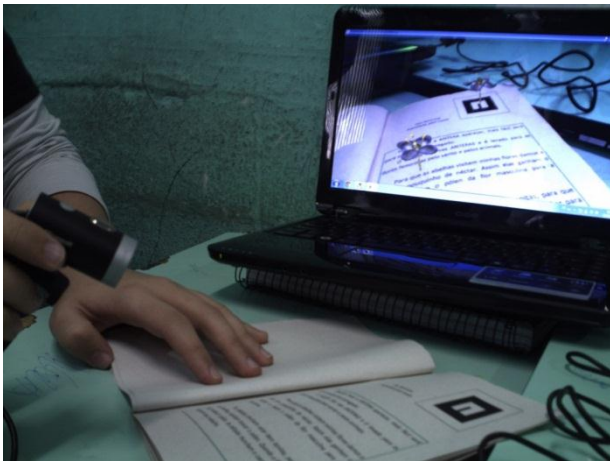


Fig.3) Visualização do modelo que representa a polinização

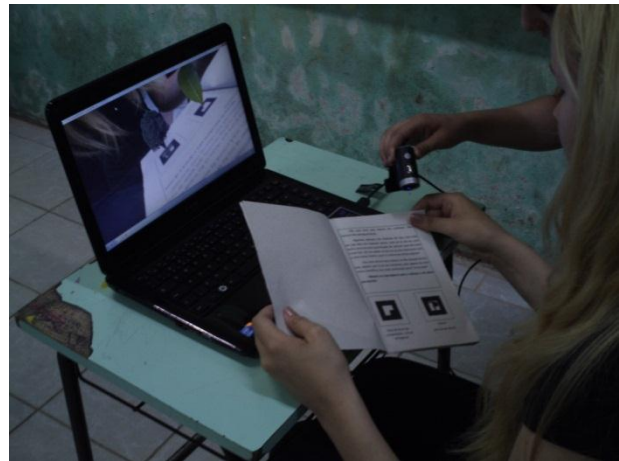


Fig.4) Aluna visualizando os dois primeiros modelos do livro: a folha e a árvore da erva-mate.



Fig.5) Alunos em grupo utilizando o software



Fig. 6) Alunos experimentando marcadores

4) Investigação de indícios da Aprendizagem Significativa:

Para encontrar evidências da Aprendizagem Significativa foram propostos dois instrumentos de coleta de dados, o primeiro em forma de atividades descritivas, e o segundo instrumento foi a elaboração individual de um mapa conceitual.

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

Mesmo as questões sendo diferenciadas, procuravam encontrar alguns conceitos ou entendimentos em comum, considerados mais relevantes para a compreensão da frutificação. Desta forma, a organização da avaliação levou em consideração categorias de conhecimentos que orientam e possibilitam a compreensão da frutificação pelos alunos, sendo elas:

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

Juntamente à análise orientada por estas categorias, deu-se a análise dos mapas conceituais produzidos pelos alunos. Foram realizadas três atividades de construção de Mapas Conceituais. A primeira foi realizada na aula que tinha como objetivo o desenvolvimento de

organizadores prévios, a qual será denominada de **MC.1**. Nesta atividade os alunos receberam fichas com alguns conceitos para serem utilizados na construção do mapa conceitual. Não era obrigatória a utilização de todos os conceitos e, além disso, os alunos poderiam acrescentar conceitos além daqueles fornecidos.

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

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

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

As ligações de conceitos entre níveis diferentes também foram observadas, pois sugerem “possivelmente reconciliações integradoras importantes e podem se, por isso, melhores indicadores de aprendizagem significativa do que os níveis hierárquicos (1984, p.123)”.

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

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

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

Mapa conceitual 1- (MC.1) - O aluno 9 apresenta 11 conceitos com relações válidas, distribuídas em três níveis hierárquicos em que há uma única relação entre dois dos níveis (Fig.7). Dos conceitos apresentados, 6 foram provenientes das fichas fornecidas para a atividade, sendo que os demais foram incorporados espontaneamente pela aluna, são eles: CAULE, RAIZ, FOLHA, FLOR e FRUTAS.

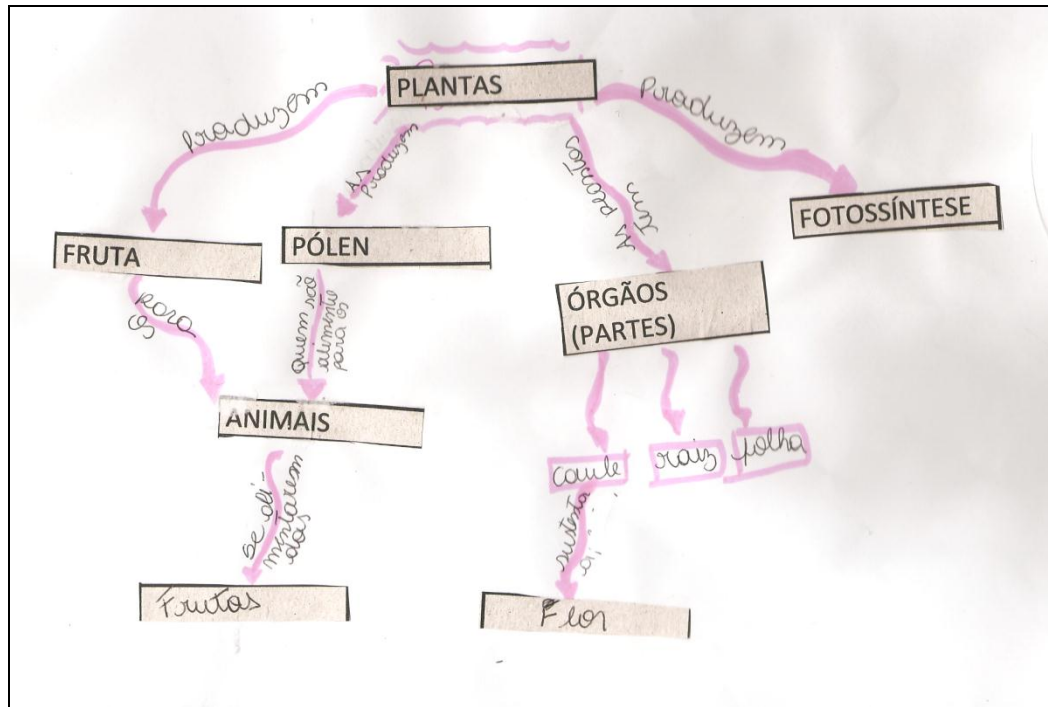


Fig.7) Mapa conceitual construído pelo aluno 9.

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

A aluna optou por não utilizar as fichas REPRODUÇÃO SEXUADA e REPRODUÇÃO ASSEXUADA. Traz o entendimento das plantas como produtoras de elementos alimentícios para os animais, como o PÓLEN e as FRUTAS. A FOTOSSÍNTESE também considerada como um produto e seu conceito é o primeiro da hierarquia, do qual não se deriva nenhum outro, permanecendo isolado dos demais.

Mapa conceitual 3 (MC.3)- Todas as relações de significados entre os 13 conceitos citados são indicadas pelas linhas que os unem e com palavras de ligação (Fig.8).. A partir destas relações é possível formar 14 proposições válidas distribuídas em 4 níveis hierárquicos em que há três relações conceituais entre diferentes níveis. Os níveis e hierarquias foram mais claramente visualizados após transferência do MC da aluna para o programa Cmap Tools, podendo ser percebido que algumas destas não estão bem definidas hierarquicamente; mesmo assim identificamos quatro níveis hierárquicos de conceitos, dos quais derivam outros menos abrangentes (Fig.9).

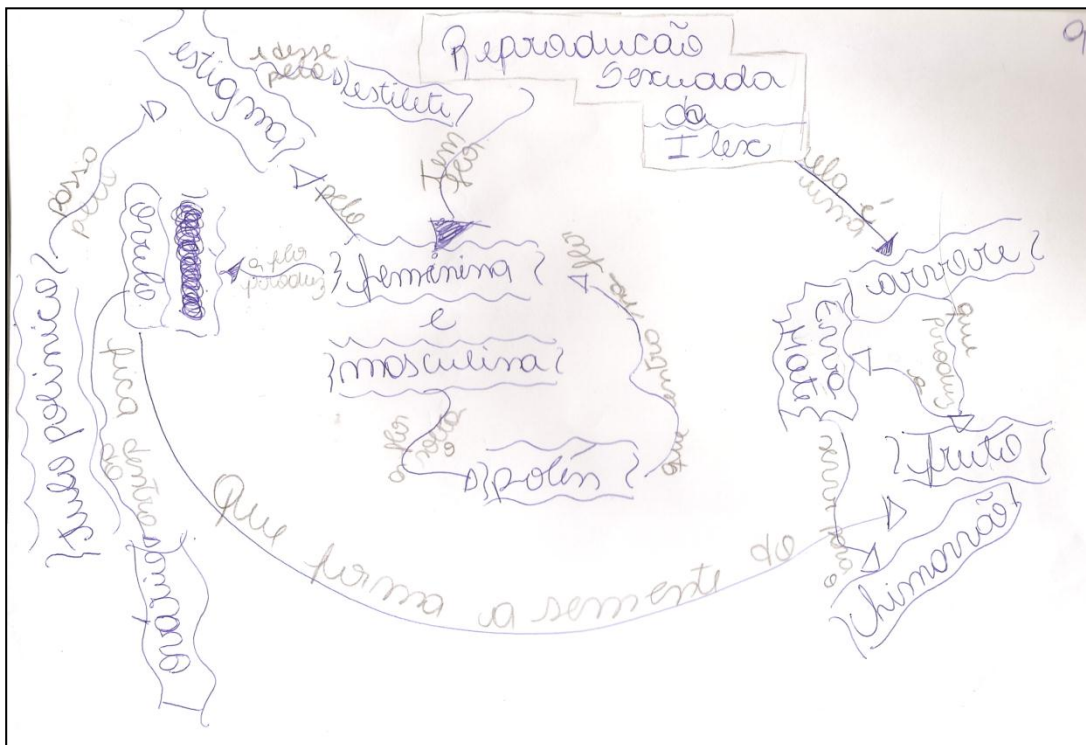


Fig.8) Mapa conceitual (MC.3.09) original.

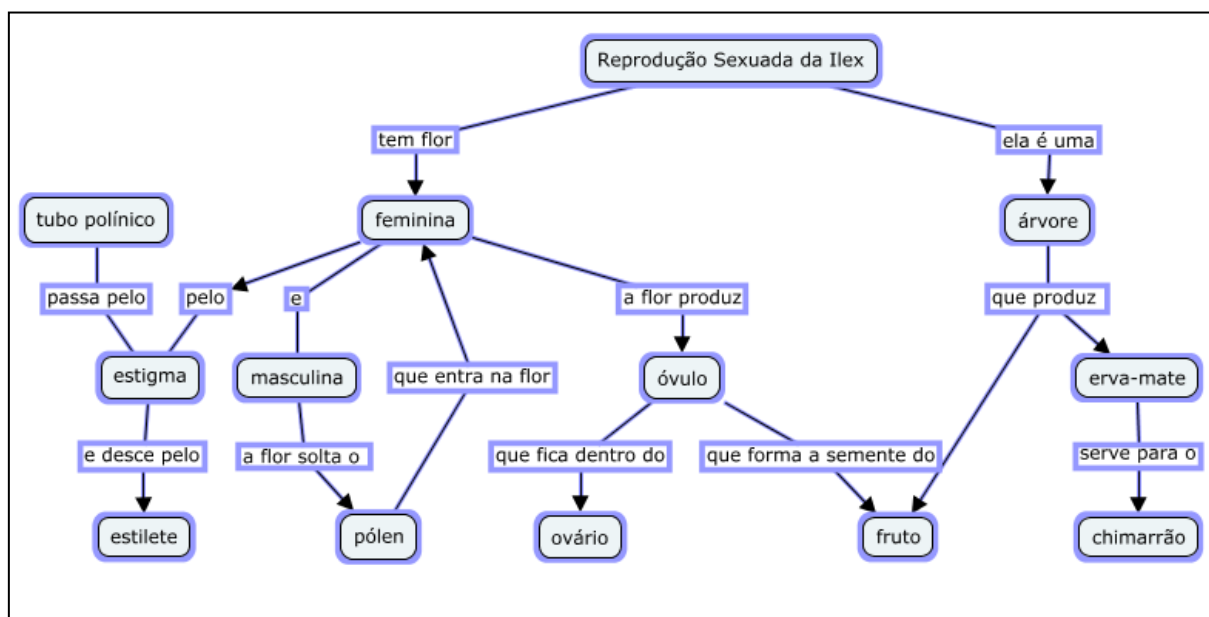


Fig.9) Mapa conceitual (MC.3.09) reproduzido no CmapTools

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

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

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

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

Discussão qualitativa dos resultados:

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

Partindo da inexistência de uma representação gráfica da flor na análise de conhecimentos prévios, podemos perceber através da ilustração feita no instrumento 2 e nos detalhes morfológicos descritos no MC.3 que o aluno incorporou o entendimento da anatomia floral e além disso, representou-a de forma detalhada. Apesar de apresentar algumas inversões de conceitos (ovário/óvulo) presentes no desenho, no MC estes foram descritos de forma correta, quando o aluno estabelece as proposições: “A flor produz óvulo que fica dentro do ovário”. “A flor produz o óvulo que forma a semente do fruto”.

Quando questionado a respeito das modificações da flor após a polinização, traz o entendimento da fecundação como motivo para a senescência da flor, quando afirma: “Ela murcha, depois morre”. A partir das respostas é possível perceber que a visão da Polinização como um processo de fornecimento de alimento para os animais é enriquecida com a incorporação das informações sobre fecundação. Apesar do conceito POLINIZAÇÃO não ter sido utilizado MC.3.09, é descrito de forma satisfatória.

A relação entre a flor e o fruto, apesar de afirmada no instrumento 1 não apareceu como uma relação válida no MC.1. Mesmo que no MC. 3 haja a relação válida na proposição “A flor produz o óvulo que forma a semente do fruto”, o aluno não consegue relacionar a flor da abóbora com seu fruto. Assim não temos como afirmar categoricamente se houve realmente a aprendizagem significativa da relação entre flor e fruto, mas sim que houve um a incorporação de novas informações na estrutura cognitiva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

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

Nos três casos descritos, foi possível perceber um enriquecimento das relações conceituais estabelecidas pelos alunos. De forma mais geral também foi possível perceber um

enriquecimento no vocabulário dos demais alunos, que desenvolveram proposições mais completas e com maior número e relações de conceitos do que anteriormente.

Os alunos que já apresentavam alguns conceitos subsunçores mais fortemente presentes se apropriaram de forma mais visível dos novos conceitos, o que dentro da teoria ausubeliana já seria esperado. Parece que a diferenciação progressiva é um processo mais perceptível nos mapas e nas atividades descritivas, ou mais facilmente identificado pela pesquisadora, devido sua pouca prática com esta metodologia. De qualquer forma, o processo de diferenciação progressiva foi mais evidente do que o de reconciliação integrativa, o que caracteriza a ocorrência, em alguns casos, da Aprendizagem Significativa Subordinada, havendo a incorporação de novas informações aos subsunçores já existentes.

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

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

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

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana,1980.

CARDOSO,A.,LAMOUNIER Jr.;TORI,R. **Interactive 3D Physics Experiments through the Internet**. In:PROCEEDINGS OF THE 4TH SBC SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY; 2001,Santa Catarina. p.280-90. Disponível em: <http://users.hub.ofthe.net/~mtalkmit/veshtml2.html> . Acesso em :04Nov.2011.

CECCANTINI, Gregório. Os tecidos vegetais têm três dimensões. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v. 29, n. 2, jun.2006 . Disponível em<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010084042006000200015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06 Nov. 2011.

COSTA,M.V., **Material instrucional para ensino de botânica: CD-rompossibilitador da aprendizagem significativa no Ensino Médio**.2011.148f. Dissertação,(Mestrado em Ensino de Ciências)- Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

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, Eduardo (org). **Manual do usuário: biologia em multimeios**. Campinas:[s.n.]2004.

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

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

LUZ, R. A., RIBEIRO, M. W. D. S., CARDOSO, A., LAMOUSER JR, E., ROCHA, H., SILVA, W. Análise de aplicações de realidade aumentada na educação profissional: um estudo de caso no SENAI -DR / GO. In: 5º WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA – WRVA.Bauru,2009. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/wrva/artigos/50460.pdf>>. Acesso em: jul. 2011.

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

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

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.

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.

SILVEIRA, Moisés Dorneles da. **Exploração de técnicas de Realidade Aumentada na interatividade de jogos educacionais**.2011,72f.Monografia(Graduação em Ciência da Computação)- Universidade Federal de Pelotas,. Pelotas.