

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS
NÍVEL MESTRADO**

**A EXPERIMENTAÇÃO E A UTILIZAÇÃO DE
AMBIENTES VIRTUAIS DE ESTUDO NA
APRENDIZAGEM DE CONCEITOS SOBRE
CLONAGEM VEGETAL**

Marcos Alexandre de Melo Barros

Recife, fevereiro de 2004

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS
NÍVEL MESTRADO**

**A EXPERIMENTAÇÃO E A UTILIZAÇÃO DE AMBIENTES
VIRTUAIS DE ESTUDO NA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS
SOBRE CLONAGEM VEGETAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências – Nível de mestrado, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências(Área de concentração: Ensino de Biologia).

Mestrando: Marcos Alexandre de Melo Barros

Orientadora: Lília Willadino, Dra
Co-orientadores: Marcelo Brito Carneiro Leão, Dr
Rejane Martins Novais Barbosa, PhD

Recife, fevereiro de 2004

Catálogo na Fonte
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

B277u Barros, Marcos Alexandre de Melo
A experimentação e a utilização de ambientes virtuais
de estudo na aprendizagem de conceitos sobre clonagem
vegetal / Marcos Alexandre de Melo Barros. -- 2004.
155 f. : il.

Orientador: Lília Willadino.
Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de
Educação.
Inclui bibliografia, apêndice e anexo.

CDD 574.07

1. Planta – Clonagem
2. Biotecnologia
3. Tecnologia educacional
4. Inovações tecnológicas
5. Inovações educacionais
6. Realidade virtual
7. Ciências – Estudo e ensino
8. Biologia – Estudo e ensino
- I. Willadino, Lília
- II. Título

A EXPERIMENTAÇÃO E A UTILIZAÇÃO DE AMBIENTES VIRTUAIS DE ESTUDO NA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS SOBRE CLONAGEM VEGETAL

Marcos Alexandre de Melo Barros

Banca Examinadora:

Presidente: _____
Prof^a Lília Willadino

1º Examinador: _____
Prof^a Francimar Martins Teixeira

2º Examinador: _____
Prof^a Terezinha Câmara

3º Examinador: _____
Prof^o Marcelo Brito Carneiro Leão

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus,
a minha mãe (*in memoriam*), ao meu pai
e a minha filha.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares sempre presentes e compreensivos com meus momentos de ausência. Em especial a minha mãe Maria da Conceição de Melo Barros (*in memoriam*) e ao meu pai Djalma de Barros. Também agradeço a minha irmã Fernanda Gorette de Melo Barros e a minha filha Ana Cecília Barboza Barros

Sou profundamente grato aos colegas, professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências. Em especial a Micheline Cavalcanti Lima Dias, Ellen Suzi Cavalcanti Lima Constantino e Marília Gabriela de Menezes pelos momentos de discussão, trocas de experiência, solidariedade e carinho dispensados nesses dois anos de trajetória.

Expresso minha gratidão a minha orientadora Lília Willadino pelo incentivo, companheirismo e paciência para a conclusão dessa dissertação. Agradeço a minha Co-orientadora Rejane Martins Novaes Barboza pela colaboração, disponibilidade e atenção dispensada ao meu trabalho. Ao meu Co-orientador Marcelo Carneiro Leão que acreditou no meu potencial antes mesmo do meu ingresso ao Programa de Mestrado. Sou muito grato pelas contribuições em todos os momentos dessa pesquisa.

Agradeço a Dulce Souza Leão e Maria Dulce Souza Leão pelo apoio e incentivo e a todos os alunos que participaram da pesquisa. Em especial à professora de Ciências Isabel Borges, pelo apoio em todas as atividades, pelos momentos de discussão e excelente dedicação nas atividades realizadas. Também externo meus agradecimentos a toda equipe de informática do Colégio Souza Leão.

Aos alunos do curso de Agronomia Moacir e Valéria pelo apoio nas atividades desenvolvidas e a Francisco Wellington de Oliveira Carneiro do laboratório de cultura de tecidos pela dedicação dispensada.

RESUMO

Este trabalho procurou investigar o estudo da clonagem vegetal como tema motivador no ensino de ciências a partir da experimentação e da utilização de ambientes virtuais de estudo. Participaram da pesquisa 33 alunos da 6ª série do Ensino Fundamental de uma escola da rede privada de Jaboatão dos Guararapes – Pernambuco, no ano de 2001. A metodologia envolveu diversas atividades: avaliação dos conhecimentos dos alunos sobre clonagem vegetal, introdução ao tema, produção dos clones na universidade, construção da home page, aulas no laboratório de informática da escola, atividades no laboratório de ciências da escola, plantio dos clones produzidos e testes avaliativos. Os dados analisados revelaram que as atividades realizadas contribuíram para um maior rendimento e aproveitamento nas aulas de ciências. Ao produzirem os clones, os alunos romperam com a idéia de que a ciência está distante deles, proporcionando um ambiente de aprendizagem estimulante e possibilitando o envolvimento da turma com seu próprio processo de aprendizagem. Mais ainda, a utilização dos ambientes virtuais de estudo ampliou as possibilidades de pesquisa e facilitou o acompanhamento de todas as etapas da intervenção.

ABSTRACT

The aim of the present project was to investigate the study of the vegetable clonage as a motivating theme on science teaching, starting on trials and utilization of studying virtual environment. 33 6th grade students from a private school in Jaboatão dos Guararapes – Pernambuco in the year 2001, were involved on the research. The method included various activities: the students knowledge assessment on vegetable clonage, introduction to the theme, clones productions at the university, home page building, classes at the school computer lab, activities at the school science lab, the produced clones plantation and assessment tests. The data revealed that the activities achieved by the students contributed for a major earning and incoming on science class. As they produced the clones, the students ended up with the idea that science is far away from them, proportioning an stimulating knowledge environment and enabling a bigger involvement of the group with their own learning process. Thus, the use of the studying virtual environment widened the research possibilities and facilitated the accompaniment of every single intervention step.

SUMÁRIO

Dedicatória.....	iv
Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Lista de Figuras.....	xi
INTRODUÇÃO.....	12
CAPÍTULO I – CULTURA DE TECIDOS VEGETAIS: CLONAGEM VEGETAL OU MICROPROPAGAÇÃO VEGETATIVA <i>IN VITRO</i>	16
1. Conceituando a Cultura de Tecidos.....	16
2. Vantagens da Clonagem.....	22
3. Limpeza clonal.....	24
4. Laboratório de Cultivo de Tecidos de Plantas.....	24
5. Meio de cultura.....	26
6. Explante.....	27
7. Assepsia.....	29
8. Inoculação.....	30
9. Transplântio e aclimação.....	33
CAPÍTULO II – O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	36
1. Abordagens do Ensino de Ciências.....	36
1.1 A evolução das concepções de ciências.....	36
1.2 O construtivismo sócio-cultural.....	38
1.3 O papel da experimentação no ensino de ciências.....	41
1.4 A relação professor-aluno-conhecimento.....	45
1.5 A ciência ensinada nas escolas.....	49

CAPÍTULO III – INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO.....	55
1. O papel e o histórico das tecnologias.....	55
2. Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC).....	56
3. Internet.....	63
4. Ambientes Virtuais de Estudo.....	67
CAPÍTULO IV – METODOLOGIA.....	75
1. Procedimentos metodológicos.....	75
1.1 Conhecimentos dos alunos sobre Clonagem Vegetal.....	76
1.2 Introdução ao tema.....	76
1.3 Produção dos Clones na Universidade Federal Rural de Pernambuco.....	77
1.4 Construção da Home Page.....	79
1.5 Aulas no laboratório de Informática da escola.....	80
1.6 Atividades no Laboratório de Ciências da escola.....	81
1.7 Plantio dos clones na Fundação Souza Leão.....	82
1.8 Retorno ao Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais.....	82
1.9 Avaliação do conhecimento dos alunos após as atividades.....	83
2. Categorias para análise dos dados.....	84
CAPÍTULO V – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	88
1. O papel da experimentação na construção de conceitos científicos sobre clonagem vegetal.....	89
2. O papel mediador dos ambientes virtuais de estudo na aprendizagem de clonagem vegetal.....	103
CAPÍTULO VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	119
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	123

APÊNDICES.....	130
Apêndice A – Questionário 1.....	131
Apêndice B – Questionário 2.....	133
Apêndice C – Questionário 3.....	134
Apêndice D – Entrevista com os pais.....	136
ANEXOS.....	137
Anexo A – Aula produzida pela professora no laboratório de informática.....	138
Anexo B – Normas para publicação na revista Journal of Biological Education.....	148
Anexo C – Normas para publicação na revista brasileira de informática na educação.....	152

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Professora explicando o pré-teste.....	76
Figura 2 – Professora com os alunos na aula introdutória no laboratório de informática.....	77
Figura 3 – Os alunos na UFRPE em uma aula teórica.....	78
Figura 4 – Alunos no laboratório da UFRPE.....	78
Figura 5 – Alunos no laboratório da UFRPE.....	78
Figura 6 – Alunos observando os clones pelo computador.....	81
Figura 7 – Alunos realizando a aclimação no laboratório da escola.....	81
Figura 8 – Alunos e pais plantando a bananeira na fundação.....	82
Figura 9 – Alunos e pais plantando a bananeira na fundação.....	82
Figura 10 – Aluna clonando no Laboratório de Cultura de Tecidos.....	83
Figura 11 – Página principal da <i>Home page</i>	112
Figura 12 – Alunos acompanhando, virtualmente, o desenvolvimento dos clones.....	114
Figura 13 – Aluno inserindo mensagem no mural virtual.....	115

INTRODUÇÃO

O século passado foi marcado por inúmeras mudanças nos paradigmas educacionais no ensino de ciências. Bizzo (1998) afirma que os professores devem buscar desenvolver nos alunos a criticidade perante a ciência e as suas próprias vidas, devendo investir na edificação de uma população consciente em relação às escolhas e decisões a serem tomadas. De acordo com o Currículo do Ensino Básico, o ensino de ciências deve (PORTUGAL, 2001):

- a) despertar a curiosidade em relação ao mundo em sua volta, possibilitar interesse e entusiasmo pela ciência;
- b) compreender as estruturas e idéias da ciência, assim como os procedimentos metodológicos de uma investigação científica, a fim de possibilitar confiança em relação aos problemas científicos e tecnológicos;
- c) questionar o comportamento humano e o impacto da ciência e da tecnologia em nossa vida.

No ensino de Ciências, a articulação dos componentes teóricos e práticos deve ser sempre estimulada a fim de evitar uma simples memorização, mas despertar a interpretação, a compreensão e a explicação. Aprender-la requer uma integração harmoniosa de diferentes olhares. A valorização destes, sobre um mesmo objeto é um pré-requisito fundamental de qualquer abordagem multi e interdisciplinar, que além de articular as dimensões teóricas e experimentais, privilegiam precisão e rigor na utilização de metodologias diversas (PEDROSA *et al*, 2000).

Palmer (1997) destaca que as atividades experimentais no ensino de Ciências devem oferecer oportunidades aos alunos de realizarem investigações que estimulem reflexões sobre suas próprias idéias. E que essas atividades devem ser, ainda, providas de interação entre professor-aluno e entre alunos, com a finalidade de auxiliar a construção do conhecimento.

Os diversos avanços ocorridos nas inúmeras áreas da ciência, principalmente com relação à informática e à biotecnologia, têm se constituído, nas comunidades científicas, em uma verdadeira revolução. A Biologia tem sido bombardeada com várias descobertas, possibilitando à humanidade o conhecimento de fantásticos segredos que sempre regeram a vida no planeta Terra.

A clonagem vegetal *in vitro*, por exemplo, uma das técnicas da biotecnologia, tem várias aplicações na agricultura. Essa técnica consiste em cultivar segmentos de plantas em tubos de ensaio contendo meio de cultura adequado. A partir desses segmentos que podem ser gemas, fragmentos de folhas ou raízes, meristemas e outros, obtêm-se centenas de milhares de plantas idênticas. Essas plantas são retiradas dos tubos de ensaio, aclimatadas e levadas ao campo, onde se desenvolvem normalmente. A idéia de produzir plantas por meio do cultivo de células isoladas surgiu no início do século passado, graças aos conceitos envolvidos na teoria celular, em relação à totipotência, proposta por Schwann e Schleider em 1839. Essa teoria postulava a célula como a menor unidade biológica e capaz de originar um outro organismo inteiro, devido a sua totipotência (KERBAUY, 2002).

O desenvolvimento e a utilização das tecnologias são fatores determinantes do progresso e da evolução da humanidade. As tecnologias da informação e comunicação, por sua vez, têm ajudado as pessoas a aumentarem suas capacidades de aquisição, organização, armazenamento, análise, relacionamento, integração, aplicação e transmissão de informações.

Kenski (2003) define tecnologia como conjunto de conhecimentos e princípios científicos que se aplicam ao planejamento, à construção e à utilização de um equipamento em um determinado tipo de atividade e define técnica como habilidade e maneira com que os seres humanos lidam com cada tipo de tecnologia para executar ou fazer algo. Assim, as tecnologias estão inseridas em nosso cotidiano desde épocas bem remotas e têm contribuído para a evolução da humanidade, nas suas diversas formas.

Dentre as tecnologias mais utilizadas nas escolas destacam-se os ambientes virtuais, construídos com auxílio da *Internet*, que têm permitido uma série de atividades pedagógicas interessantes. A utilização de ambientes virtuais de estudo possibilita, aos professores e alunos, trocarem experiências sobre um tema estudado de forma interativa e colaborativa. A escola, por sua vez, necessita desenvolver o processo de ensino-aprendizagem dentro de um contexto relevante a fim de potencializar aprendizagem e os temas propostos devem ser flexíveis o suficiente para despertar a curiosidade, o clima de interação e o envolvimento (BRASIL, 1998b).

Diante do exposto levantam-se dois problemas de pesquisa: Será que a utilização de ambientes virtuais no estudo de clonagem vegetal irá contribuir para o processo de aprendizagem? Até que ponto o aluno clonando, plantando e observando pode influenciar na construção do conhecimento sobre clonagem vegetal?

Procurando responder a estes problemas de pesquisa, este trabalho teve como objetivos:

❖ *Objetivo Geral:*

Introduzir o tópico clonagem vegetal como tema motivador no ensino de Ciências através de atividades didáticas diversificadas.

❖ *Objetivos Específicos:*

1. Investigar o papel mediador de Ambientes Virtuais de Estudo na aprendizagem de clonagem vegetal;
2. verificar o papel da experimentação na aprendizagem de conceitos sobre clonagem vegetal.

A presente dissertação, estruturada de acordo com as novas normas estabelecidas pelo Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências da UFRPE, envolve seis capítulos. No primeiro, apresenta uma fundamentação sobre a cultura de tecidos vegetais,

destacando a clonagem vegetal, suas vantagens, os procedimentos laboratoriais, o meio de cultura, a assepsia, o transplante e a aclimação. No segundo são apresentadas cinco abordagens do ensino de ciências que envolvem a evolução das concepções de Ciências, o construtivismo sócio-cultural, o papel da experimentação, a relação professor-aluno-conhecimento e a ciência ensinada nas escolas. No terceiro aborda a informática na educação, enfocando o papel e o histórico das tecnologias, as Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC), a Internet e os ambientes virtuais de estudo. No quarto descreve a metodologia do trabalho, destacando os procedimentos metodológicos utilizados e as categorias utilizadas para análise dos dados. No quinto apresenta os resultados da pesquisa em forma de dois artigos: o primeiro artigo intitulado, “O papel da experimentação na construção de conceitos científicos sobre clonagem vegetal” discute a utilização da experimentação e no segundo artigo intitulado “O papel mediador dos ambientes virtuais de estudo na aprendizagem de clonagem vegetal” é analisado o papel da *Internet* no ensino de ciências. Finalmente, no capítulo 6 apresenta as considerações finais e aponta sugestões para trabalhos futuros.

I – CULTURA DE TECIDOS VEGETAIS: CLONAGEM VEGETAL OU MICROPROPAGAÇÃO VEGETATIVA *IN VITRO*

1. Conceituando a Cultura de Tecidos

A cultura de tecidos vegetais compreende as técnicas de cultivo *in vitro* em meio nutritivo, com condições assépticas, de células, tecidos e órgãos sob controle de luminosidade e temperatura. Essa técnica tem sido empregada para a recuperação de plantas livres de patógenos, conservação e intercâmbio de germoplasma *in vitro*, propagação em escala rápida, produção de haplóides, transformação genética de plantas entre outras.

A clonagem vegetal, ou micropropagação vegetativa *in vitro* compreende a aplicação mais concreta e que oferece maior impacto da cultura de tecidos. Refere-se à obtenção e multiplicação de material vegetal geneticamente idêntico entre si e à planta matriz (TORRES, 2000 e GONZÁLEZ, 1998).

Cid (2001) conceitua micropropagação de plantas como uma técnica para propagar plantas dentro de tubos de ensaio ou similares de vidro sob adequadas condições de assepsia, nutrição e fatores ambientais como luz, temperatura, gás oxigênio e gás carbônico.

De acordo com González (1998), a micropropagação desenvolveu-se inicialmente na Europa e nos Estados Unidos e, atualmente, está se desenvolvendo no resto do mundo, incluindo países da América Latina, Ásia e África. São produzidas, atualmente, para comercialização, mais de 250 milhões de plantas por ano através da micropropagação (TRIGIANO e GRAY, 2000).

No final do século XIX, com a descoberta de que todas as células de um ser vivo contêm seu genoma completo, surge a idéia de clonagem. Mesmo fora do organismo, as células continuam vivas, ativando e desativando seus genes e, assim, multiplicando-se, desde que estejam adequadamente nutridas. Fragmentos de uma planta, colocados em condições apropriadas, permitem que as células continuem se

dividindo em laboratório (PEREIRA, 2002). Esse fundamento da cultura de tecidos surge em 1838 através da teoria da totipotência formulada por Matthias Schleiden & Theodor Schwann. A teoria afirma que a célula é autônoma, portanto, contém o potencial necessário para originar uma planta completa através de condições especiais de estímulos.

Para Torres *et al* (2000), totipotência corresponde à propriedade inerente às células vegetais de manifestar, em momentos diferentes e sob estímulos apropriados, a potencialidade em iniciar um novo indivíduo multicelular. Convém lembrar que nem todas as células de um tecido vegetal mantêm essa totipotencialidade.

Sabe-se que os tecidos somáticos de uma planta são originados de sucessivas divisões mitóticas, onde cada célula, dentro de um organismo, seria capaz de regenerar réplicas do mesmo organismo. Sendo assim, totipotência compreende a capacidade de uma célula regenerar o fenótipo do organismo completo e diferenciado, do qual ela é derivada. A região mais comum para a ocorrência de divisões celulares é o meristema, que é um tecido composto de células não diferenciadas, envolvido na formação de novas células por divisão mitótica. O próprio conceito de totipotência pressupõe que as células somáticas derivadas desses meristemas retenham DNA funcional e conservado durante o processo de diferenciação, não permitindo modificações no genoma durante a diferenciação (MANTELL *et al*, 1994).

Todas as formas superiores de vida são originadas graças ao desenvolvimento de células individuais em complexos órgãos e tecidos multicelulares. A diferenciação consiste em uma série de processos altamente coordenados e determinados geneticamente, onde gametas isolados ou fundidos se desenvolvem em plantas inteiras.

Células parequimatosas e meristemáticas, os tecidos de câmbio vascular e os tecidos embrionários estão em um estado denominado "indeterminado". Esse estado determina células capazes de mudar para diferentes vias metabólicas do desenvolvimento, dependendo das condições impostas a elas. Essas células exibem

totipotência e apresentam alto grau de plasticidade em sua resposta a estímulos fisiológicos.

Pereira (2002) destaca que a reprodução assexuada não utiliza células germinativas, nem envolve a junção de dois genomas diferentes. Algumas plantas se reproduzem por meio de mudas ou segmentos das mesmas que geram novas plantas. Esse processo é uma forma de reprodução assexuada. Os clones são produzidos a partir de células somáticas, possuidoras de todos os componentes necessários à formação de um ser vivo. Dessa forma, o clone possui o mesmo genoma da célula que foi gerado, sendo, portanto, um ser geneticamente idêntico ao outro.

As técnicas usuais de cultura de células isoladas e de protoplastos permitem que milhares de plantas sejam derivadas a partir de uma única célula em um espaço de tempo relativamente curto. Com isso, a clonagem de plantas objetiva reproduzir assexuadamente, com um nível de fidelidade confiável e definido, um determinado genótipo de uma planta mediante as técnicas de cultivo *in vitro*.

Desde o início do século passado, a propagação de plantas *in vitro* tem atraído muitos pesquisadores. Com as descobertas dos hormônios ao longo dos anos, foi possível cultivar células e obter resultados satisfatórios. Os primeiros seres vivos a serem clonados foram as plantas.

Weber em 1903 usou a palavra clone pela primeira vez para definir plantas cultivadas por meio da propagação vegetativa. A palavra vem do grego “clon” que designa broto, ramificação, extensão, semelhante à disseminação através de propágulos para a multiplicação. Compreende o conjunto de indivíduos originários de outros por multiplicação assexuada (divisão, enxertia, apomixia etc), o que pressupõe, portanto, a existência de um indivíduo gerador e a ocorrência de reprodução assexuada. A clonagem vegetal é um processo de produção de indivíduos idênticos a partir de células ou segmentos de vegetais.

Torres *et al* (2000) conceituam clone como um conjunto de células de organismos geneticamente idênticos produzidos assexualmente, originadas de uma única planta.

Shull, em 1912, definiu clone como todos os grupos de indivíduos genotipicamente idênticos que surgem através de reprodução assexuada. Stout, em 1940, argumentou que clone seria uma unidade artificial e que ele deve ser um termo coletivo para um conjunto de indivíduos geneticamente uniformes originalmente derivados de um único indivíduo através de propagação assexuada.

Kester (1983) definiu clone, em Horticultura, como “um conjunto de indivíduos geneticamente uniformes, derivado de um único indivíduo por propagação vegetativa” e, processos de clonagem como processo de propagação vegetativa do indivíduo selecionado.

A propagação clonal através de proliferação e indução de meristemas de brotos axilares e apicais é, na verdade, extensão das técnicas de propagação convencional, sendo que numa escala em miniatura, em condições assépticas. Por isso, a propagação clonal *in vitro* também é denominada de micropropagação.

O primeiro relato de que fragmento de plantas em condições apropriadas poderia originar o organismo como um todo, foi feito em 1878 pelo botânico alemão Vochting. Em 1902, Haberlandt enfatizou a possibilidade de cultivar embriões artificiais a partir de células vegetativas, utilizando um meio nutritivo constituído por sacarose, asparagina e peptona. Em 1922, Kotte conseguiu cultivar fragmentos de ponta de raiz de ervilha e milho por tempo indeterminado. Entretanto, White, em 1934 conseguiu cultivar indefinidamente raízes de tomate e Goutheret, também em 1934 conseguiu cultura de calos a partir de regiões do câmbio. La Rue, em 1936, foi o primeiro a obter plantas inteiras a partir de ápices de dicotiledôneas. Wetmore & Morel, em 1946, regeneraram e propagaram samambaias, a partir de meristemas apicais do rizoma. A descoberta da citocinina, hormônio vegetal, e a demonstração da sua alta atividade morfogênica sobre partes aéreas por Skoog & Mille, em 1957, foi decisivo para o desenvolvimento da micropropagação (MANTELL *et al*, 1994).

Morel, em 1960, realizou a primeira micropropagação em escala comercial, multiplicando orquídeas por meio de ápices caulinares e regeneração de protocormos. Em 1970, Smith & Murashige desenvolveram plantas inteiras a partir de meristemas apicais em um meio com sais minerais, vitaminas e fitorreguladores. Os laboratórios surgiram da necessidade de produzir plantas livres de doenças, de acelerar os métodos convencionais de propagação vegetativa e de abastecer viveiros de terceiros. Entretanto, a atividade comercial é destinada à limpeza clonal, à manipulação de espécies ornamentais herbáceas e arbustivas e à multiplicação de porta-enxertos de fruteiras em plantas lenhosas.

As plantas herbáceas têm um maior potencial de propagação devido ao grande potencial de multiplicação, à facilidade de regeneração de raízes e à possibilidade de efetuar limpezas nos clones em relação às doenças sistêmicas.

Murashige (1974) define quatro etapas envolvidas na micropropagação:

- Etapa I: seleção de explantes adequados, sua assepsia e transferência para meios nutritivos.
- Etapa II: proliferação de brotos em meios de multiplicação.
- Etapa III: transferência dos brotos para um meio de enraizamento, seguindo-se, mais tarde, o plantio em solo ou em algum substrato conveniente.
- Etapa IV: aclimação, para as plantas que precisam de maiores cuidados. Em alguns casos, a etapa IV não é tão necessária.

De acordo com Mantell *et al* (1994), a micropropagação pode ser realizada:

- a) Por meio da multiplicação de meristemas existentes em brotos axilares que proliferam sobre explantes.
- b) Pelo crescimento e proliferação de brotos apicais.
- c) Pela indução de meristemas adventícios por processos de organogênese ou embriogênese diretos nos explantes.
- d) Pela multiplicação de calos derivados de órgãos, tecidos, células ou protoplastos.

Grattapaglia *et al* (1990) destacam que a proliferação de gemas axilares envolve o isolamento de órgãos meristemáticos pré-formados, a quebra de dominância apical e a multiplicação de partes aéreas com a aplicação de citocinina exógena. As gemas axilares são estimuladas a crescer, dando origem a novas partes, repetindo o processo. Esses tufo de partes aéreas são separados em conjuntos menores, para formação de novos explantes. Às vezes não é necessário realizar a quebra da dominância apical, seguindo o processo de enraizamento para posteriormente ser transplantadas. A multiplicação por gemas adventícias pode ser por organogênese direta e indireta. A direta compreende o surgimento direto de gemas a partir de tecidos que apresentam potencial morfogênético de planta *in vivo*, mas que geralmente não se expressa. Esses tecidos compreendem câmbio vascular, base do pecíolo em dicotiledôneas, base de folhas e escamas em bulbos de monocotiledôneas e segmentos de raízes. A organogênese indireta ocorre quando a regeneração das gemas é precedida pela formação de calo, grupo ou massa de células apresentando crescimento desordenado, apresentando certo grau de diferenciação (TORRES *et al*, 2000). As gemas adventícias surgem a partir de células não organizadas do calo que crescem e se desenvolvem em novas partes aéreas. A multiplicação ocorre, principalmente, pela subdivisão do calo. Cada parte aérea produzida vai ser em seguida individualizada, enraizada e transplantada. Finalizando, encontra-se a embriogênese somática que pode ser direta e indireta, a embriogênese somática refere-se à formação de embriões a partir de células somáticas. Na embriogênese somática indireta, os calos embriogênicos são induzidos e mantidos ao longo da multiplicação. A multiplicação através da cultura de calos é muito freqüente em espécies de cereais, leguminosas, forrageiras, espécies florestais e palmeiras tropicais. Esse método é considerado o mais eficiente devido à natureza bipolar dos embriões somáticos e à possibilidade de automação de todo processo (GONZÁLEZ, 1998). A embriogênese somática também pode ocorrer por via direta, na qual os embriões somáticos formam-se sobre a superfície dos explantes sem passar pela fase de calo.

Grattapaglia *et al* (1990) consideram que os explantes mais indicados para propagação de clones *in vitro* são ápices caulinares, gemas axilares e meristemas isolados porque eles apresentam grande determinação para o crescimento vegetativo. Satisfeitas todas as necessidades nutricionais, eles podem se

desenvolver naturalmente em plantas inteiras. Além disso, esses explantes, apresentam maior estabilidade cromossômica.

De acordo com Mantell *et al* (1994), existem cinco fatores que influenciam a expressão da morfogênese e os ritmos de proliferação em sistemas de micropropagação:

- a) estado fisiológico dos explantes e plantas doadoras;
- b) composição dos meios de cultura;
- c) condições ambientais da cultura dentro e fora do frasco de cultivo;
- d) genótipos que estão sendo propagados;
- e) problemas técnicos, associados à contaminação por vírus e bactérias.

2. Vantagens da clonagem

Grattapaglia *et al* (1990) constatam que a clonagem apresenta inúmeras vantagens. Uma das grandes vantagens na produção de clones está na fixação, para subsequente propagação de características agronomicamente selecionadas. Mais ainda, tem sido muito utilizada para evitar e eliminar os patógenos (fungos, bactérias ou vírus), tanto em plantas infestadas, como para prevenção. A limpeza clonal (eliminação de patógenos) é outro instrumento útil para recuperar clones e, além disso, é importante manter estoques de plantas *in vitro*, ou em condições que garantam seu bom estado fitossanitário, servindo como fonte de material saudável para futuras necessidades.

Pereira (2002) ressalta como uma vantagem da clonagem vegetal a seleção de plantas com características desejáveis. Sabe-se que por meios clássicos de melhoramento genético pode-se realizar essa seleção, entretanto, ocorre nesse caso mistura de genomas, gerando filhos nunca idênticos aos pais, sendo esses chamados de híbridos. O clone, por possuir exatamente os mesmos genes da “matriz”, reproduzirá o híbrido mais facilmente, mantendo as características desejáveis. Esse benefício, relacionado com o melhoramento genético, garante a manutenção do vigor híbrido, e está aliado à técnica de propagação rápida e em grande escala. Isso também favorece a aplicação na produção comercial em grande

escala de plantas, possibilitando sua multiplicação rápida e em períodos de tempo e espaço físico reduzidos (laboratórios). Como as mudas são resultado de um longo trabalho de manipulação, elas são geralmente mais caras do que aquelas obtidas de outras formas de propagação.

A micropropagação contribui também para a prevenção de perda de variabilidade genética, adequando-se a programas de introdução, armazenamento e intercâmbio de germoplasma. As técnicas de conservação de material vegetal *in vitro* envolvem a criopreservação e a preservação sob condições de crescimento lento do explante.

Assim, as técnicas de micropropagação representam a otimização de um processo de propagação vegetativa, não introduzindo nenhuma variabilidade genética.

Segundo Grattapaglia *et al* (1990), três aspectos devem ser observados na micropropagação:

1. Valor genético do clone, pois esse deve ser resultado de alguma seleção que justifique sua escolha;
2. Variabilidade nos processos de micropropagação entre diferentes clones da mesma espécie;
3. Alternativas que tornem a micropropagação um processo barato, acessível e, viável.

De acordo com as idéias de Cid (2001) e de Kerbauy (2002), a cultura *in vitro* de plantas não apresenta apenas importância na área florestal e agrícola, com a produção de plantas em larga escala, mas são também de grande importância na área científica. É possível hibridizar variedades diferentes, obter plantas haplóides para em seguida produzir descendentes homozigotos, obter mutantes, organizar trabalhos de criopreservação para conservar materiais em bancos de germoplasma e ainda obter plantas livres de patógenos. Também se pode produzir plantas com genótipos superiores resistentes e fornecer grandes quantidades de plântulas. Na aplicação básica, tem dado suporte técnico à bioquímica, à fisiologia vegetal, à fitopatologia e à citogenética.

A tecnologia da cultura de células, protoplastos e tecidos de plantas constitui uma das áreas de maior êxito da biotecnologia. Após quase meio século de progresso, esta tecnologia conquistou destacada posição na propagação comercial e industrial de plantas, no melhoramento genético, no manejo, no intercâmbio e conservação de germoplasma e em outras aplicações como as pesquisas em fisiologia vegetal e produção industrial *in vitro* de compostos secundários (Giacometti, 1990. p.19).

Como referenda Giacometti (1990), o Brasil tem se destacado nas pesquisas com cultura de tecidos nos últimos anos, principalmente pelos investimentos dos órgãos públicos e também pela iniciativa privada. A propagação em larga escala foi iniciada na Inglaterra e na França em 1966. A produção inicial era voltada basicamente para o cultivo de flores: crisântemos, orquídeas e cravo. Posteriormente, desenvolveram-se as bromélias, as dracenas e a partir da década de 80 as plantas lenhosas, o dendê, a tamareira e a bananeira, entre outras. A propagação *in vitro* de culturas tropicais também tem sido altamente valorizada.

3. Limpeza clonal

Associada à rápida multiplicação de plantas, a micropropagação também oferece um meio de eliminação de muitas doenças de plantas cultivadas. Esse benefício é favorecido pela erradicação de agentes patógenos (vírus, fungos ou bactérias) durante a preparação do explante ou mesmo como resultado do cultivo de explantes muito pequenos, com ausência dos agentes infecciosos.

A produção de plantas livres de patógenos é uma área específica da micropropagação baseada em procedimentos de cultivo com assepsia e técnicas de cultura de meristema apical, que mede entre 0,1 e 0,3 mm, e broto apical, que tem tamanho superior a 0,3 mm. A infestação provocada por patógenos como vírus, fungos, bactérias e microplasma diminuem a produção, a qualidade e o vigor das culturas.

4. Laboratório de Cultivo de Tecidos de Plantas

O Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais necessita das seguintes dependências:

- a) sala para lavagem e esterilização;
- b) sala para preparação dos meios;
- c) sala de inoculação e subcultivos (asséptica);
- d) sala de incubação de material *in vitro* ou sala de crescimento;
- e) almoxarifado;
- h) área para aclimação (telado para aclimação).

As vidrarias utilizadas dividem-se em duas categorias: aquelas utilizadas para preparações diversas e aquelas para o material cultivado *in vitro*. Nas preparações é importante possuir balões volumétricos, béqueres, erlenmeyers, provetas, pipetas, funis, placas de Petri e outros frascos. Para a realização das culturas utilizam-se tubos de ensaio, erlenmeyers, frascos diversos e placas de Petri. Para as vedações utilizam-se: algodão, rolhas de borracha, tampas metálicas ou plásticas, filme plástico, papel alumínio etc. Para a preparação dos meios utiliza-se água destilada e deionizada, armazenada em recipientes de boa qualidade. Em relação aos reagentes, são extremamente essenciais os diversos sais que contêm macro e micronutrientes para atender a formulação dos diversos meios básicos, além de sacarose, vitaminas, aminoácidos e reguladores de crescimento.

Um laboratório de cultura de tecidos deve possuir os seguintes equipamentos:

- a) autoclave;
- b) destilador de água;
- c) deionizador de água;
- d) lavador de pipetas;
- e) estufa;
- f) câmara de fluxo laminar estéril;
- g) medidor de pH;
- h) balança analítica;
- i) fogareiro;
- j) geladeira.

Além desses equipamentos, são importantes: microscópio, câmera fotográfica com lente macro, agitadores, lupas, bisturis, pinças, estiletes, agulhas, lamparinas, bicos de Busen, bandejas e cestos de arames cromados.

Os laboratórios de cultura de tecidos devem oferecer boas condições de assepsia e esterilização. As vidrarias com culturas velhas ou contaminadas devem ser autoclavadas durante uma hora. As vidrarias devem ser lavadas imergindo-as durante 12 horas em água com detergentes e enxaguada 4 ou 5 vezes com água comum e, em seguida, 2 ou 3 vezes com água destilada. Em relação à assepsia, os meios de cultura e os instrumentos devem ser esterilizados, além de efetuar a desinfestação dos explantes. Para realizar assepsia de materiais vegetais, usam-se freqüentemente soluções de hipoclorito de sódio ou cálcio em diferentes concentrações. A sala para as manipulações e as de manutenção de plantas *in vitro* devem ser de preferência fechadas e limpas. Bata e máscara devem ser utilizadas pelas pessoas que utilizem essas salas.

5. Meio de Cultura

Não existe uma formulação padrão, para o meio no qual são cultivadas as planta *in vitro*, porém o meio “MS” (Murashiuge & Skoog, 1962) é o meio utilizado com maior freqüência. Esse meio é constituído de:

- macronutrientes inorgânicos (conteúdo: N, P, K, Ca, Mg e S);
- micronutrientes inorgânicos (conteúdo: Fe, Mn, Cu, Zn, B, Cl, Mo e Ni);
- outros minerais (Na, I, Co e Al);
- vitaminas (ácido nicotínico, piridoxina e tiamina);
- fontes de nitrogênio orgânico (glicina e inositol);
- açúcares (sacarose);
- reguladores de crescimento (auxina, citocinina, ácido giberélico);
- orgânicos opcionais (hidrolisado de caseína e extrato de levedura);
- agente gelificante opcional.

A aplicação de fitorreguladores, hormônios vegetais, não é aconselhável logo após o isolamento do explante da planta matriz. Geralmente são utilizados pré-tratamentos de luz e temperatura para estimular maior reação aos fitorreguladores. Dentre os fitorreguladores, as citocinina e auxinas são utilizadas com grande frequência. A citocinina é empregada para quebra da dominância apical e indução de proliferação de gemas axilares. As auxinas são importantes para complementar o teor endógeno sintetizado nas gemas, ou suprir as necessidades de meristemas isolados. A giberelina, outro fitorregulador, na forma de ácido giberélico (GA3), é utilizada para induzir alongamento de partes aéreas. As vitaminas também fazem parte da constituição do meio básico e incluem o ácido nicotínico, a piridoxina e a tiamina, entre outras. O estado físico do meio também é de extrema importância, tendo como os mais comuns os meios sólidos ou semi-sólidos e o líquido. Finalizando, o pH é outro fator que deve ser levado em consideração, e é utilizado, na maioria das vezes, na faixa de 5,5 a 6,0.

6. Explante

O explante compreende qualquer segmento de tecido ou órgão vegetal retirado de seu sítio natural e utilizado para iniciar uma cultura *in vitro* (Torres et al, 2000). O sucesso da micropropagação está diretamente relacionado com o material vegetal a ser manipulado, levando em consideração os procedimentos realizados antes de se isolar o explante inicial e em todos os passos até o transplante da planta produzida. Esses procedimentos incluem o manejo da planta matriz, a escolha do explante a ser utilizado, o controle das condições ambientais e microambientais do frasco de cultura e o transplante.

Grattapaglia *et al* (1990) ressaltam a importância de se verificar o estado fisiológico (estado nutricional e fase de crescimento) e fitossanitário da planta de onde os explantes vão ser retirados, a planta matriz. Plantas bem nutridas e sem sintomas de carência nutricional ou hídrica fornecem os melhores explantes. Os explantes devem ser retirados a partir de brotações novas, formadas durante a fase ativa de crescimento da planta. É comum coletar também explantes de regiões meristemáticas juvenis, utilizando práticas hortícolas a fim de obter brotações juvenis ou promover o rejuvenescimento de tecidos adultos, como: poda drástica,

abate do indivíduo, anelamento parcial na base do tronco e enxertia de ramos adultos. No caso da enxertia para fins de rejuvenescimento, pode ser utilizada a técnica *in vitro*, utilizando um porta-enxerto bem jovem com o ápice ou meristema da planta selecionada que se deseja propagar como enxerto.

O autor ainda enfatiza a preocupação com a condição fitossanitária como sendo de extrema importância porque determina a facilidade em se descontaminar o explante durante o isolamento. Mesmo assim, diversos patógenos de natureza endógena como fungos, bactérias ou vírus, não são expostos aos agentes desinfetantes, devendo ser controlados na própria planta matriz. Como medida de prevenção é importante ressaltar a manutenção da planta matriz em ambiente mais limpo (casa de vegetação ou câmara de crescimento). Na casa de vegetação, utilizam-se fungicidas, bactericidas e inseticidas para controlar insetos e microrganismos. Além disso, as plantas devem estar em substrato esterilizado (pasteurizado, autoclavado ou fumigado), em recipientes sem contato direto com o solo e com a irrigação diretamente no substrato, sem contato com as folhas. Vale ressaltar que as plantas matrizes, em casas de vegetação, permitem um controle e uma manipulação do fotoperíodo, intensidade luminosa e temperatura.

Seleção e Coleta de Explante

Qualquer tecido pode ser utilizado como explante, considerando-se a totipotência das células vegetais. Entretanto, deve-se levar em consideração o nível de diferenciação do tecido utilizado e a finalidade da micropropagação. Percebe-se que na prática os explantes devem conter maior proporção de tecidos meristemáticos ou que tenham maior capacidade de expressar a totipotência. Dependendo da planta, as gemas apicais, às vezes, apresentam maior capacidade de crescimento do que as gemas axilares. Entretanto, como o número de gemas apicais é reduzido e, além disso, apresenta uma maior susceptibilidade a desinfestação, é necessária a utilização de gemas axilares ou de outros tipos de meristemas (GRATTAPAGLIA *et al*, 1990).

Durante a coleta, deve-se manter o maior nível de assepsia possível, utilizando instrumentos limpos ou até esterilizados. As partes coletadas são colocadas em sacos plásticos para evitar o dessecamento e, devidamente

identificadas, são imediatamente levadas ao laboratório. Se a coleta ocorrer em locais distantes do laboratório, é importante diminuir ao máximo a degeneração dos tecidos, mantendo-os úmidos e à baixa temperatura. Se for necessária a manutenção dos explantes em água, é interessante utilizar água autoclavada em frascos de sódio para evitar a proliferação de microorganismos superficiais (GRATTAPAGLIA *et al.*, 1990, p. 111).

Em relação ao tamanho do explante, tem que verificar o objetivo da micropropagação. Explantes pequenos e isolados das regiões subjacentes vascularizadas são essenciais quando se quer eliminar algum microrganismo sistêmico e, por sua vez, oferece grande possibilidade de sucesso na propagação. (GRATTAPAGLIA *et al.*, 1990).

Sendo assim, se o objetivo for simplesmente propagar, é mais conveniente utilizar culturas com ápices ou segmentos caulinares que contêm gemas axilares. Para recuperar plantas livres de doenças, é importante selecionar o tamanho do explante ideal que esteja livre de patógenos e que também consiga estabelecer e crescer uma vez isolado. Pode-se utilizar como explantes iniciais de micropropagação ápices, gemas laterais de plântulas e embriões ou tecidos da semente. Os explantes de plântulas oferecem grandes vantagens devido à disponibilidade de explantes sem contaminação, à capacidade de crescimento e à boa aceitação à aplicação de fitorreguladores dos tecidos juvenis. Os tecidos somáticos de sementes são excelentes fontes de explante, pois são geneticamente idênticos à planta na qual se coletou e ainda apresentam grande capacidade morfogenética.

7. Assepsia

Compreende um conjunto de procedimentos para tornar um explante livre de microrganismos. Entretanto, esse procedimento pode ou não excluir a introdução de moléculas infecciosos (TORRES *et al.* 2000). Uma das grandes preocupações com esta etapa reside no fato de se obter tecido sem contaminação sem conduzi-lo à morte quando isolado. São utilizadas várias substâncias com ação germicida, dentre as quais destacam-se (GRATTAPAGLIA *et al.*, 1990):

- a) etanol e isopropanol;
- b) compostos à base de cloro (hipoclorito de sódio e de cálcio);

- c) cloreto de mercúrio;
- d) cloreto de benzalcônio;
- e) peróxido de hidrogênio;
- f) ácidos e bases concentradas;
- g) bases quaternárias.

É comum adicionar algumas gotas de detergentes, nas soluções à base de cloro, a fim de melhorar o contato desta com os tecidos. A concentração das substâncias e o tempo de exposição variam de acordo com a consistência do tecido que vai ser manipulado. Os explantes com muitas camadas de tecidos podem permanecer por mais tempo nas soluções de desinfestação.

O material coletado no campo deve ser mantido em água corrente por algumas horas para a retirada de partículas de poeira e outras fontes de contaminações mais superficiais. Todo o processo de desinfestação deve ser realizado em capela de fluxo laminar com condições assépticas, utilizando vidrarias autoclavadas. Se o explante for muito pequeno, deve-se acondicionar em saquinhos feitos com gaze ou papel, entretanto se os ápices forem muitos susceptíveis aos agentes desinfetantes, o material deve ser retirado de uma planta mantida em condições limpas e simplesmente lavada com água autoclavada. Após a desinfestação, o material deve ser lavado com água destilada, deionizada e autoclavada. Para evitar a presença de cloro no material, pode-se utilizar uma solução de HCl a 0,1% antes do último enxágüe para remover tais resíduos. Também é comum utilizar fungicidas e antibióticos durante a desinfestação ou mesmo incorporado no meio nutritivo. Esse procedimento é extremamente útil para controlar contaminações bacterianas endógenas que causam sérios problemas nas culturas. Todos esses procedimentos visam manter o desenvolvimento do explante e reduzir a multiplicação das bactérias dentro dos tecidos (GRATTAPAGLIA *et al*, 1990).

8. Inoculação

Esse procedimento deve ser realizado na câmara de fluxo laminar ou câmara asséptica. Essa etapa é determinante para sua sobrevivência e posterior

desenvolvimento do explante. É necessário evitar a desidratação dos tecidos, por isso esse procedimento deve ser rápido e preciso.

Os instrumentos utilizados são: bisturis, pinças, estiletes, agulhas e agulhas de seringas hipodérmicas. Eles devem ser flambados depois de serem imersos em etanol absoluto e devem ser utilizados somente quando estiverem frios. É indispensável lâmina de bisturi limpa e livre de resíduos, sendo necessário sempre que possível lâmina nova. Quando for identificada a posição do meristema, deve-se isolar e rapidamente transferir para o meio de cultura.

A experiência tem mostrado que antes de fazer o isolamento, pode ser útil exercitar-se com material semelhante fora do fluxo laminar, para se familiarizar com o material, ganhar destreza e velocidade e identificar as principais dificuldades que irão aparecer (GRATTAPAGLIA *et al.*, 1990, p. 118)

Um grande problema no isolamento de explantes é a oxidação de compostos fenólicos que são liberados pelas células danificadas com o corte. Para evitar tal problema, existem possibilidades técnicas que reduzem essa ocorrência:

- a) lavagem, em água corrente, dos explantes coletados;
- b) utilização de substâncias antioxidantes como ácido ascórbico, ácido cítrico, PVP (polivinilpirrolidone) e carvão ativado;
- c) incubação inicial de explantes no escuro ou sob intensidade luminosa reduzida;
- d) utilização de meios básicos mais diluídos e redução de fitorreguladores;
- e) transferências freqüentes dos explantes.

Fase de Multiplicação

A fase de multiplicação tem como objetivo a produção de um maior número de plantas possível, em um menor espaço de tempo, com uma taxa média satisfatória com o mínimo de variação de explante para explante. Ainda, são necessárias qualidade e homogeneidade das partes aéreas produzidas. Para otimizar essa fase, é importante verificar um conjunto de variáveis:

- a) composição de meio de cultura;
- b) condições ambientais de crescimento;
- c) manipulação do material.

Em relação às condições de incubação, é importante definir as melhores situações porque essa é a maior fase do processo de micropropagação. A luminosidade e a temperatura são condições essenciais para um bom desenvolvimento de um clone, mesmo sabendo que culturas *in vitro* têm baixa taxa fotossintética. A luz é importante na morfogênese. A faixa de temperatura ótima a maioria das espécies encontra-se entre 20 e 27° C. Um outro aspecto muito importante é o microambiente dentro dos frascos de cultura, exercendo influência os tipos de tampa e frascos utilizados e a quantidade de meio disponível no frasco. O tipo de tampa exerce influência porque é ela que vai determinar o nível de trocas gasosas com o ambiente externo. A película de polivinilcloreto (PVC), utilizada para tampar frascos de culturas, é útil para evitar a entrada de ácaros, trips e pulgões, que por sua vez, é uma fonte excelente para penetração de luz.

A manipulação do explante nessa fase envolve alguns fatores que são extremamente essenciais como a frequência de subculturas, o tipo e o tamanho do explante subcultivado e os cuidados com o procedimento de repicagem. No momento da manipulação, deve ser dado maior enfoque às medidas preventivas tais como: observação de meios de culturas na contra-luz para detecção de possíveis contaminações, troca freqüente do álcool de flambagem, utilização de mais de um conjunto de ferramentas de repicagem, deixando sempre imersos no hipoclorito de sódio, lamparinas a gás (fornecem chamas mais quentes que a álcool), flambagens demoradas e repetidas dos instrumentos em intervalos de 10 min e evitar trabalhar com material contaminado ou suspeito de contaminação.

Fase de Enraizamento

Essa fase tem a função de formar as raízes adventícias nas partes aéreas provenientes da multiplicação para que posteriormente possa ocorrer o transplante para a condição *ex vitro*. As plantas herbáceas têm um enraizamento mais fácil. Em contrapartida, nas espécies lenhosas o processo é mais difícil, agravando-se se for

utilizado material mais juvenil. A qualidade das partes aéreas originadas da fase de multiplicação tem grande influência no sucesso do enraizamento. Esta etapa pode ser realizada *in vitro* e *in vivo*. No primeiro processo, as raízes são regeneradas em condições assépticas e a planta é transplantada para o substrato. No outro caso, as partes aéreas são manipuladas como microestacas e todo processo de enraizamento se dá no substrato.

A formação de raízes, rizogênese, pode ser dividida em três etapas: indução, iniciação e alongamento das raízes. Esse processo ocorre em uma média de três semanas. As duas primeiras etapas dependem da auxina, mas o crescimento e alongamento das raízes são inibidos pela presença de auxina. Por isso, é comum a alternância de meios mais concentrados e mais diluídos para o alongamento das raízes. Os componentes que mais inibem o enraizamento, quando em excesso, são os macronutrientes (GRATTAPAGLIA *et al*, 1990).

A quantidade de açúcar é a mesma mantida na fase de multiplicação porque é indispensável uma fonte de energia para a rizogênese. O ácido ascórbico pode ser empregado como antioxidante para limitar o escurecimento das raízes. As auxinas são essenciais e as que mais influenciam o enraizamento, dependendo do tipo e da concentração. Também é muito comum o uso de carvão ativado porque tem efeito diluidor, retém parte dos elementos que compõem o meio, fixando citocininas residuais e absorvendo compostos tóxicos inibidores do enraizamento. Os compostos fenólicos atuam como cofatores nesse processo e o meio pode ser sólido ou líquido (GRATTAPAGLIA *et al*, 1990) .

Os fatores ambientais são essenciais para a conclusão dessa fase. A temperatura e a umidade na sala de incubação influenciam o enraizamento, mas não de forma tão drástica. A temperatura é a mesma utilizada na fase de multiplicação.

9. Transplântio e Aclimação

Aclimação compreende um processo de adaptação gradual de um organismo a uma condição ambiental diferente. Esse processo deve anteceder a casa de vegetação (TORRES *et al*, 2000).

Esta fase refere-se à transferência da planta da condição *in vitro* para a casa de vegetação a fim de ser submetida a uma fase de aclimação e endurecimento. Esse momento é crítico porque a planta passa de um ambiente com reduzido fluxo transpiratório para um ambiente com grande demanda de transpiração, passa de uma condição heterotrófica para um estado autotrófico, pois precisa realizar a fotossíntese para sobreviver. A planta ainda passa de uma condição de alta disponibilidade de nutrientes e de um estado asséptico para um ambiente onde vai ser preciso buscar condições de absorção de sais minerais (GRATTAPAGLIA *et al*,1990).

O sucesso desta fase depende da qualidade das plantas provenientes da fase anterior. Pode-se realizar pré-tratamentos de redução de umidade relativa no frasco para aumentar a sobrevivência no transplântio. Em relação às raízes, é desejável que sejam curtas para facilitar a lavagem e retirada do meio de cultura, bem como a introdução da planta no substrato. O transplântio deve ser sincronizado com a fase de enraizamento para que ocorra uma máxima eficiência do processo. Como a planta necessita desenvolver uma condição autotrófica, é interessante reduzir ou eliminar a fonte de açúcar no meio de enraizamento, aumentar a concentração de CO₂ e a intensidade luminosa no ambiente de incubação, oferecendo condições à planta efetuar a fotossíntese.

No transplântio, o estresse hídrico das plantas é o principal problema. É importante manter uma umidade relativa alta quando se retira a planta do meio de cultura até o retorno ao crescimento, pois isso é fundamental para sobrevivência. O controle de nebulização e o tamanho das gotas são essenciais para o sucesso do transplântio , visto que quanto menores as gotas, mais tempo elas permanecem em suspensão no ar e conseqüentemente mantêm a umidade alta no ambiente (GRATTAPAGLIA *et al*,1990).

O substrato deve ter boa capacidade de retenção de umidade e não se compactar excessivamente, porque é necessário favorecer a drenagem e a aeração do sistema radicular. Geralmente os substratos são constituídos por vermiculita, perlita, areia, turfa, casca de eucalíptico, palha de arroz e pó de carvão.

A alta umidade relativa do ar, a fragilidade dos tecidos pouco lignificados e desprovidos de camada cuticular são favoráveis para a infestação de patógenos no ambiente do transplante. Por isso, os vasos devem ser limpos, lavados com solução de hipoclorito de sódio e o substrato deve ser esterilizado. Uma boa opção para os cuidados fitossanitários é a pulverização com fungicidas com diferentes princípios ativos.

Também é possível realizar o enraizamento *ex-vitro*, também denominado microestaqueamento, eliminando o enraizamento *in vitro*. Os tocos das plantas produzidas são retirados dos frascos, em meio de multiplicação, e após lavadas, as várias partes aéreas são manipuladas como diminutas estacas. Esse processo tem inúmeros benefícios, como redução de custos de mão-de-obra e infra-estrutura, economia de espaço na sala de crescimento, redução de gastos com energia elétrica e meio de cultura. Além disso, o enraizamento diretamente no substrato favorece uma produção radicular mais funcional e completa, com maior número de raízes secundárias, sem formação de calo.

II – O ENSINO DE CIÊNCIAS

1. Abordagens do Ensino de Ciências

A abordagem sobre o ensino de ciências envolveu cinco vertentes: a evolução das concepções de ciências, o construtivismo sócio-cultural, o papel da experimentação no ensino de ciências, a relação professor-aluno-conhecimento e a ciência ensinada nas escolas.

1.1 A Evolução das Concepções de Ciências

Numa abordagem epistemológica, conforme destaca Borges (1996) as três principais concepções da ciência são: idealismo, empirismo e construtivismo. Para a **Concepção de Ciência Idealista** o conhecimento está armazenado em nós, bastando apenas ser descoberto pela introspecção. Hessen (1999) ressalta que no idealismo não há coisas reais, independentes da consciência. O autor também propõe uma divisão do idealismo em duas vertentes: a vertente Subjetiva ou Psicológica, existente na consciência, referindo-se as representações e aos sentimentos e a vertente Objetiva ou Lógica, representando os ideais. Também afirma que toda a realidade está na consciência do sujeito, onde as coisas não passam de conteúdos da consciência.

Fourez (1995), por sua vez, comenta que a corrente idealista caracteriza-se pela aceitação de normas universais e eternas que determinam de que modo é e deve ser o real. A perspectiva idealista atribui um valor absoluto às verdades científicas buscando sempre algo de sólido a que se segurar. O autor (1995) afirma que a visão idealista vê a ciência como a descobridora das leis eternas que organizam o mundo, “as leis imutáveis da natureza”. Os conceitos científicos não passam de conceitos descobertos, pois desde cedo já estavam presentes na natureza. Com isso, os conceitos científicos não são construções visando organizar a nossa visão do mundo, mas apenas reencontrar uma realidade em si.

Na visão epistemológica idealista, o conhecimento é memorizado, não havendo relação entre o desenvolvimento da ciência e a formação científica dos alunos, predominando uma educação onde o aluno atua como um armazenador de informações e o professor atua como um transmissor de informações. Os idealistas assumem a possibilidade de transmissão de saber de uma pessoa para outra (BORGES, 1996).

Para a **Concepção de Ciência Empirista**, o conhecimento se encontra fora de nós, devendo ser buscado exteriormente. Nessa concepção a experiência é fundamentada para a produção do conhecimento científico e o trabalho posterior da razão está a ela subordinado. O método científico parte das observações à elaboração de hipóteses, seguida de experimentos e conclusões para se chegar nas teorias e leis (BORGES, 1996).

Para Hessen (1999), a visão empirista enaltece a experiência como única fonte do conhecimento humano. Ele comenta que para os empiristas, a razão não apresenta nenhum patrimônio apriorista, ou seja, somos uma *tábula rasa* sobre a qual a experiência irá escrever. Inicialmente, o aluno apresenta percepções concretas que aos poucos vão formando representações e conceitos, sendo aos poucos formados a partir da experiência. Os representantes do empirismo são geralmente os das Ciências Naturais, pois para eles a experiência desempenha papel decisivo na aprendizagem de conceitos científicos. O autor também destaca dois tipos de experiência: a interna e a externa. A interna está relacionada com a reflexão e a externa com a sensação.

O conhecimento na visão empirista parte das observações às teorias, com hipóteses e testes para comprová-las, ou seja, a experimentação por si só determina a construção do conhecimento. Os alunos descobrem leis e princípios científicos a partir de evidências experimentais. O empirismo desconsidera as idéias prévias dos alunos por conceber que o conhecimento se processa de fora para dentro (BORGES, 1996).

Maldaner (2000), afirma que a visão da ciência mais difundida é a empirista positivista. Visão esta que considera que o estudo dos fenômenos acontece sem a

interação do observador, totalmente fora dele e considera a experimentação como única forma de estudar e conhecer a natureza. Essa percepção busca o conhecimento objetivo, neutro, sem erro e de verdade única.

Para a **Concepção de Ciência Construtivista**, o conhecimento não se encontra nem dentro de nós, nem fora, ele é construído pelas interações que estabelecemos entre o sujeito e o objeto. Nesse caso, as teorias precedem as observações, influenciando-as, e a ciência é vista como um processo dinâmico e possível de mudanças. Não existindo, portanto, uma observação neutra, isenta de teoria (BORGES, 1996).

A concepção construtivista compreende uma teoria ou conjunto de teorias em que a palavra essencial é a interação. Nessa perspectiva, o conhecimento se encontra em constante (re) construção (BORGES, 1996). Não se trata de um método, nem uma técnica, não sendo, portanto um receituário para a prática docente. Esta concepção de ciência defende que o conhecimento não é uma cópia da realidade, mas construções do ser humano (MORAES, 2000).

Para Moraes (2000) a postura epistemológica construtivista entende que o conhecimento se origina na interação do sujeito com a realidade ou desta com o sujeito, seja ela a realidade física, social ou cultural. O autor também acredita que o processo de aprendizagem necessita ser visualizado além do nível individual, destacando que o processo ocorre juntamente com os outros.

A concepção de ciência construtivista supera a epistemologia empirista a qual defende que o conhecimento se origina no objeto e a concepção inatista que entende que a aquisição do conhecimento é fundamentada pelas condições inatas do sujeito. O conhecimento precisa ser construído através da sua interação com o ambiente físico e cultural.

1.2 O Construtivismo Sócio-Cultural

De acordo com Matthews (2000), o construtivismo originou-se como uma teoria de aprendizagem, entretanto com a expansão do seu domínio tornou-se uma teoria de

ensino da educação, sobretudo uma teoria da ciência. Ele destaca três tradições da concepção construtivista: Filosófica, Sociológica e Educacional. O Construtivismo Filosófico tem suas origens nos trabalhos de Thomas Kuhn e o Sociológico no “Programa Forte” de Edimburgo e da pesquisa sobre Sociologia do Conhecimento Científico. Já o Construtivismo Educacional divide-se em dois segmentos – Construtivismo Pessoal, tendo suas origens em Piaget e o Construtivismo Sócio-Cultural, tendo suas origens em Lev Vygotsky.

O Construtivismo Sócio-Cultural – Teoria Histórico-Cultural ou Sócio-Histórica do Psiquismo, conhecido ainda como abordagem sócio-interacionista, sintetiza dois grandes objetivos: a caracterização dos aspectos humanos do comportamento e elaboração de hipóteses sobre a origem e desenvolvimento das características ao longo da vida do indivíduo (VYGOTSKY, 1984).

As características do fundamento humano são construídas ao longo da vida do indivíduo, através de um processo de interação do homem com seu meio físico e social. O ser humano não é só um produto de seu contexto social, mas um agente ativo na criação desse contexto. As características tipicamente humanas não são originadas desde o nascimento do indivíduo, elas resultam da interação dialética do homem com seu meio sócio-cultural. O ser humano ao transformar o seu meio, para atender as suas necessidades, transforma-se a si mesmo. O homem constitui-se através de suas interações sociais, sendo visto como alguém que transforma e é transformada nas relações produzidas em uma determinada cultura (VYGOTSKY, 1984).

Quanto a origem cultural das funções psíquicas, outro aspecto citado nas obras de Vygotsky, essas são originadas nas relações do indivíduo e seu contexto sócio-cultural. Em relação à base biológica do funcionamento psicológico, o cérebro é visto como órgão principal da atividade mental. O instrumento e o sistema de signos, construídos historicamente, fazem a mediação dos seres entre si e deles com o mundo (REGO, 1999). O instrumento compreende um elemento interposto entre o trabalhador e o objeto de seu trabalho, ampliando as possibilidades de transformação da natureza. Trazem consigo a função para a qual foram criadas e o modo de utilização desenvolvido durante a história do trabalho coletivo. É um objeto

social e mediador da relação entre o indivíduo e o mundo. Os signos, por sua vez, são utilizados como meios auxiliares para solucionar problemas psicológicos, agindo como instrumento da atividade psicológica. Com o auxílio dos signos, o homem pode controlar sua atividade psicológica e ampliar sua capacidade de atenção, memória e acúmulo de informação. Sendo assim, os sistemas simbólicos funcionam como elementos mediadores que permitem a comunicação entre indivíduos (OLIVEIRA, 1997).

Para Vygotsky (1984), desde o momento em que a criança nasce, o aprendizado está relacionado ao seu desenvolvimento, sendo um fator essencial e universal do processo de desenvolvimento dos seres humanos. A idéia de aprendizagem inclui a interdependência dos indivíduos envolvidos no processo. O termo usado em sua obra “processo de ensino-aprendizagem”, inclui aquele que aprende, aquele que ensina e a relação entre as pessoas. Seu conceito é bem mais abrangente, envolvendo interação social.

Vygotsky denomina a capacidade de realizar tarefas de forma independente de nível de desenvolvimento real. Esse nível refere-se as etapas já alcançadas, já conquistadas pelo aluno. Entretanto, para a compreensão do desenvolvimento de um aluno, devemos compreender também seu nível de desenvolvimento potencial que corresponde a sua capacidade de desempenhar tarefas com a ajuda de pessoas mais capazes. Baseado nesses dois níveis de desenvolvimento – real e potencial – Vygotsky (1984,p. 97) define zona de desenvolvimento proximal como “ a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.” Sendo assim, a zona de desenvolvimento proximal está em constante transformação pois o aprendizado desperta processos de desenvolvimento que vão consolidar as funções psicológicas do indivíduo.

O desenvolvimento do ser humano depende do aprendizado que realiza num determinado grupo cultural, a partir da interação com outros indivíduos da sua espécie. Sendo assim, Vygotsky considera os conceitos como um sistema de

relações e generalizações, contidos nos conceitos e determinados por um processo histórico cultural.

1.3 O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências

A partir do século XVII, a experimentação ganhou força, quando as leis formuladas deveriam ser explicadas e provadas por situações empíricas baseadas na elaboração de hipóteses e verificação de consistência. Essas privilegiavam uma metodologia científica pautada na racionalização de procedimentos através do pensamento indutivo e dedutivo.

Desde então, quando um cientista levantava um problema, o passo essencial compreendia a execução de alguns procedimentos que possibilitassem observações cuidadosas, coleta de dados, registros e divulgação na comunidade científica. Esses procedimentos, onde são formulados enunciados gerais à custa de observação e coleta de dados sobre o particular, contextualizado no experimento, é conhecido como indução. Francis Bacon foi um grande expoente dessa corrente. Em seguida, René Descartes propôs para a experimentação o processo dedutivo, onde reconhecia a influência casual de pelo menos um enunciado geral sobre o evento particular. Finalizando, ainda no século XVII, Galileu atribuiu a experimentação um papel central no fazer científico (GIORDAN, 1999).

Essas idéias foram retomadas por Augusto Comte que viu na experimentação a função não só de instrumentos para o desenvolvimento de competências, como a seleção de critérios para a compreensão de fenômenos, o controle e previsão de efeitos sobre os eventos experimentais, mas também como veículo legitimador do conhecimento científico. Entretanto, a partir da década de 60, a educação científica passou a ser influenciada pela psicologia cognitiva e pela epistemologia estruturalista. O desenvolvimento cognitivo humano passou a ser visto como um parâmetro essencial para a proposição de estratégias de ensino. Com isso, os estágios evolutivos do pensamento e as idéias prévias dos alunos, articulados em um ambiente sociocultural e histórico foram vistos como elementos essenciais na aprendizagem (GIORDAN, 1999).

Entretanto como afirmam Silva e Zanon (2000) a visão indutivista, que enfatiza os resultados dos experimentos como algo comum e simplório, onde a análise passa a ser feita sem maiores problemas, não sendo necessário investir tanto tempo em questionamentos ainda é praticada nas escolas, tornando-se um dos obstáculos do ensino e aprendizado de ciências. Esta posição é reforçada na seguinte transcrição das autoras:

Francis Bacon, ao lado dos empíricos ingleses dos séculos XVIII e XIX, foi um antecedente deste paradigma positivista, do qual derivou a concepção epistemológica prevalente durante todo o século XX, essencialmente centrada no modelo da racionalidade técnica, segundo o qual, para resolver qualquer tipo de problema que a prática coloca, basta dominar e aplicar as teorias científicas. Tal concepção idealiza, deturpa e supervaloriza o conhecimento científico e, por outro lado, desconsidera a complexidade-dinamicidade da prática e dos problemas reais por ela colocados (p.125).

Fumagalli (1998) e Silva e Zanon (2000), também ressaltam, que a concepção científica, considerando inquestionável e verdadeiro o conhecimento adquirido pelos cientistas, também continua incorporada no ensino de ciências.

Para Silva e Zanon (2000), a idéia de que a ciência está na realidade a espera de ser descoberta está muito impregnada na sociedade, reforçando nas escolas o empirismo-indutivismo em detrimento ao potencial do sujeito mutante de criar ou transformar a realidade posta em discussão. Essa visão dogmática do ensino das ciências reforça a idéia de uma única saída definitiva para a explicação de qualquer questão. Com isso, o professor ao assimilar essa concepção, exigirá que o aluno apresente essa mesma concepção, ou seja, uma única solução para um dado problema. As autoras destacam a importância de se superar essa visão de “ciência neutra, objetivista, empiricista, quantitativista, cumulativa, linear, elitista, sobre-humana, a-histórica, ainda tão presente nos contextos escolares” (p.122).

Giordan (1999), por sua vez, afirma que muitas propostas de ensino de ciências desafiam a contribuição dos empiristas para a elaboração do conhecimento, deixando a experimentação como sendo uma observação natural. A elaboração do conhecimento científico apresenta-se dependente de uma abordagem experimental, porque a organização desse conhecimento se processa preferencialmente nos entremeios da investigação. A experimentação é parte essencial no ensino de

Ciências, porque a formação do pensamento e das atividades do sujeito deve se dar nos entremeios de atividades investigativas.

As atividades cognitivas e o desenvolvimento de potencialidades do aluno para a vida na sociedade são fortalecidos quando vemos as experimentações como estratégias dinâmicas e interativas, que enfatizam a negociação de significados de saberes e que favorecem a construção do conhecimento a partir de contextos reais ou criados. O aluno precisa transformar, produzir, construir e criar o real, sem ser simplesmente reproduzidor. A observação é sempre carregada de teoria, e o laboratório e o cotidiano podem ser tomados como referências essenciais para a promoção das potencialidades humanas.

As experimentações necessitam de muita reflexão, desenvolvimento e construção de idéias, juntamente com o conhecimento de procedimentos e atitudes. O professor deve solicitar aos alunos que expressem expectativas de resultados, argumentem os obtidos e comparem aos esperados, para que se ampliem e potencializem a construção de conhecimento através de uma experimentação.

As experimentações nas aulas de Ciências têm um papel fundamental na construção do conhecimento científico. Os alunos ao realizarem experimentos podem ser oportunizados a verificarem ocorrências daquilo que pensam, revendo o seu pensamento sobre determinado fenômeno, reestruturando suas idéias, discutindo com os colegas, professores e analisando os fatos. A participação do professor nas aulas experimentais também é importante para que os processos interativos e dinâmicos possam ser efetivados. Essa exploração se baseia na problematização, tematização e conceitualização. O professor deve explicitar e discutir os pontos de vista, possibilitando uma extrapolação das idéias iniciais compreensivas dos alunos, através das contraposições e intervenções específicas e intencionais do professor.

As atividades práticas experimentais e de campo definem-se como um recurso extremamente precioso e em muitos casos imprescindíveis para a aprendizagem. Entretanto, é importante que o professor selecione e conceba as atividades práticas

com clareza de propósitos, meios e estratégias, somado a monitorização e avaliação de sua implementação, para que seu objetivo seja alcançado.

Também nas idéias de Izquierdo *et al* (1999), os objetivos das atividades práticas devem ser diversificadas, valorizando-se as práticas que estimulem a indagação. A ciência compreende uma maneira de pensar e de atuar, com o objetivo de interpretar fenômenos e intervir neles mediante um conjunto de conhecimentos teóricos e práticos estruturados. O conhecimento científico deve estar ao alcance de todas as pessoas que queiram saber como funciona o mundo e como intervir nele.

As atividades práticas envolvendo manipulação de objetos requerem intenso envolvimento intelectual, juntamente com reflexões, para compreender a relevância sócio-cultural do objeto de estudo e sua relação com o cotidiano.

Bizzo (1998) destaca que as experimentações não necessitam apresentar resultados concisos e verdadeiros. Os professores não devem lamentar quando alguma experiência não corresponde ao que se era esperado, pois é nesse momento que o alunado pode ter uma oportunidade de trabalhar o conhecimento científico através da possibilidade de levantar hipóteses originais que de outra forma não seria possível. Nesse momento, se abre uma oportunidade excelente de reflexão, que pode ser analisada de forma bastante rica por toda a classe. É fundamental investigar as razões pelas quais os resultados encontrados foram diferentes dos previstos, discutindo com os alunos. Essa alternativa é tão rica quanto a de obtê-los.

Um aspecto relevante na educação científica compreende o tratamento do erro. O erro possibilita a abertura de possibilidades para o desequilíbrio afetivo frente ao novo. Além disso, rompe-se com a linearidade que se tem da experimentação, levando o aluno a manter-se comprometido com sua aprendizagem. Os alunos precisam ser incentivados a exporem suas idéias acerca do fenômeno para que ocorra o processo de objetivação do conhecimento (GIORDAN, 1999).

De acordo com as idéias de Pedrosa *et al* (2000), um bom ensino de Ciências deverá se orientar no sentido de desenvolver uma cultura científica satisfatória,

dotando o aluno de um conhecimento científico capaz de descrever e explicar experiências do cotidiano, além de outros fenômenos do mundo material.

Giordan (1999) destaca, também, que a função da experimentação em uma escola deve ser de contribuir para que os alunos consigam elaborar explicações teóricas dos fenômenos do mundo e que sejam capazes de atuar responsabilmente com critérios científicos. O objetivo final compreende transformar o prático em teórico.

1.4 A Relação Professor-Aluno-Conhecimento

No dias atuais, já não se concebe um ensino-aprendizado das ciências sem a interação professor/aluno/conhecimento, onde se estabelece uma conexão entre as idéias prévias dos alunos e o conhecimento científico vigente. Essa articulação é mediada pelo professor e permite o aluno reestruturar sua percepção de mundo ao entrar em contato com o conhecimento científico. Dentro desta perspectiva, deve-se haver uma seleção adequada dos conteúdos de Ciências, que muitas vezes envolvem teorias científicas que são grandes sínteses, mas distantes do mundo do aluno, com uma linguagem muito formal.

Além disso, é fundamental a inserção de métodos de ensino que contemplem a experimentação, a elaboração de hipóteses, as discussões, as relações elaboradas entre os fenômenos e as idéias, a produção e leitura de textos informativos, a pesquisa bibliográfica, a busca de informação por fontes variadas, as produções de desenhos, tabelas, gráficos e esquemas de textos, confronto dos resultados com as hipóteses e a elaboração de perguntas e problemas. Estes procedimentos são essenciais no ensino das ciências, favorecendo o envolvimento, a interação, o interesse e a curiosidade pelo conteúdo que está sendo trabalhado. Sendo assim, o professor necessita utilizar instrumentos didáticos diversificados sem se deter exclusivamente no livro didático (BRASIL, 1998a).

Embora o conhecimento científico seja fundamental para a formação do aluno, o seu desenvolvimento cognitivo, aliado a sua experiência de vida, faixa etária, situação cultural e social são essenciais para uma aprendizagem. O professor é fundamental no processo devendo ele informar, apontar relações, questionar, utilizar exemplos e

organizar seu trabalho com diferentes materiais (BRASIL, 1998a). Estimular a discussão e o diálogo entre ele e os alunos a fim de elaborar diferentes tipos de soluções para os problemas apresentados. É fundamental, também, valorizar as respostas dos alunos, para que eles possam desenvolver suas faculdades de julgamento, desenvolver a criticidade e a habilidade de absorver os diferentes conceitos, procedimentos, atitudes e valores.

Na mesma linha dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), Weissmann (1998) destaca:

Esperamos que o aluno coloque em prova a sua capacidade criativa, que desenvolva um espírito crítico, que valorize e coloque em prática o rigor, que se interesse por comunicar o resultado de seus trabalhos e que seja capaz de trabalhar de forma cooperativa, de fazer-se novas perguntas e de procurar caminhos criativos para colocar em prova as suas idéias (p. 52).

Carvalho e Gil-Pérez (1993) destacam vários fatores que contribuem para a aprendizagem das ciências: (1) as expectativas que os professores possuem e transmitem para seus alunos; (2) o tempo escolar de aprendizagem na implicação ativa dos alunos nas tarefas; (3) o professor estar ciente do nível de dificuldade dos seus alunos, procurando auxiliar os que mais precisam de ajuda a fim de produzir bons progressos em suas tarefas; (4) um ambiente orientado pela disciplina, associado na resolução de tarefas interessantes e ordenadas; (5) o professor oferecer *feedback* em relação aos progressos nas tarefas, sempre valorizando positivamente as atividades. Entretanto, dentro desta visão, os projetos pedagógicos necessitam inserir em seus objetivos a participação dos professores da escola em atividades de formação continuada.

É fundamental que os professores compreendam a importância e o objetivo de ensinar Ciências, ou seja, a grande importância do conhecimento científico na vida dos alunos, visto que este contribui para a compreensão e ação deles no mundo atual. O ensino das ciências deve ser proposto de forma distinta ao que se propõe a ciência dos cientistas, que exige uma série de procedimentos normativos e o seguimento de algumas posturas, pois sua função consiste em descobrir resultados inéditos a fim de fundamentar o desconhecido. O ensino de ciências deve ajudar os alunos na leitura das informações, subsidiar suas ações, voltado para a construção da sua cidadania.

Oró (1999) também destaca a importância do ensino de Ciências vinculado com a realidade do aluno. Os conceitos precisam ser aprendidos e construídos através de experiências concretas, vinculada ao seu dia-a-dia, aos seus interesses, estabelecidas com os objetos e os seres vivos do nosso ambiente. O ensino contextualizado é fundamental para que o aluno se sinta comprometido e envolvido com o processo educacional, despertando e desenvolvendo sua capacidade de participação.

O ensino de ciências deve estar pautado nas necessidades do cotidiano do aluno, nas maneiras de se portar diante do desconhecido, de problematizar situações que aparentemente não apresentam questionamentos, percebendo que existem maneiras diferentes de entender o mundo. De acordo com Bizzo (1998:82), o ensino de ciências deve seguir algumas características como:

1. *definição de objetivos*: os projetos devem apresentar clareza em seus objetivos, permitindo que os componentes tenham todas as diretrizes bem definidas;
2. *pesquisa bibliográfica*: o professor precisa orientar seus alunos nas fontes de pesquisa. Também sugerir encontros com especialistas sempre que necessário;
3. *comunicação periódica*: os trabalhos devem ser constantemente apresentados e avaliados para que se possa corrigir ou propor alguma atividade;
4. *socialização dos resultados*: as atividades devem ter uma culminância para que os dados sejam transmitidos a outras pessoas. Toda a comunidade educacional deve estar ciente das atividades que estão sendo desenvolvidas com os alunos;
5. *a escola como local – chave*: os resultados e questionamentos devem estar integrados a toda a comunidade. As atividades também precisam ser integradas ao projeto mais geral da escola.

A ciência é muito mais do que uma postura, uma forma de planejar e coordenar pensamento e ação diante do desconhecido. O ensino de ciências deve proporcionar a todos os estudantes a oportunidade de

desenvolver capacidades que neles despertem a inquietação diante do desconhecido, buscando explicações lógicas e razoáveis, amparadas em elementos tangíveis. Assim, os estudantes poderão desenvolver posturas críticas, realizar julgamentos e tomar decisões fundadas em critérios tanto quanto possível objetivos, defensáveis, baseados em conhecimentos compartilhados por uma comunidade escolarizada definida de forma ampla (BIZZO, 1998, p. 14).

As aulas de Ciências não devem apenas contribuir para que os alunos assimilem novas experiências, mas que possam sistematizá-las, organizá-las, construindo e internalizando conceitos. Por isso, é muito importante que os professores estabeleçam uma série de questionamentos iniciais sobre os conteúdos que serão abordados, para que os alunos levantem idéias, estabelecendo significações de termos e expressões (BIZZO, 1998).

As idéias prévias, também denominadas idéias espontâneas ou implícitas, compreendem um dos aspectos mais decisivos na assimilação de conteúdos científicos. Essa observação é fundamental para que os alunos possam produzir uma verdadeira assimilação dos conteúdos escolares, visto que ele fará conexões com o conhecimento intuitivo ou cotidiano. As idéias espontâneas sobre os fenômenos científicos permitem aos alunos predizerem uma certa quantidade de fenômenos que pressupõem ter uma óbvia utilidade. Sendo assim, as idéias espontâneas constituem autênticas marcas referenciais elaboradas durante o desenvolvimento cognitivo cuja transformação requer uma intervenção muito estruturada e sistemática do professor (CARRETERO, 1997).

Carretero (1997), assim como Bizzo (1998), enfatiza que antes de se explicar um tema é preciso conhecer as idéias prévias que os alunos têm a respeito do tema, o que pode ser feito através de questionários, entrevistas e diálogo. Em alguns casos, se faz necessário solicitar soluções para problemas práticos, tentando ao máximo fazer com que o aluno verbalize, de maneira mais explícita possível sua representação do fenômeno. O professor deve iniciar estabelecendo diferentes situações didáticas para introduzir novos conceitos e para contradizer as idéias espontâneas do aluno, permitindo o “conflito cognitivo” entre a informação nova e a que o sujeito já possuía. Entretanto, é fundamental a explicitação verbal do professor da idéia cientificamente correta.

O autor defende que é evidente que algumas idéias prévias não se modificam facilmente. O professor deve estar consciente que o aluno deve percorrer um caminho relativamente longo antes de abandonar sua representação de um problema e adquirir outra, mais complexa. Também é muito importante enfatizar o espírito científico, ou seja, a atitude de exploração, a busca de soluções, a reflexão sobre o realizado, a validade das tentativas ou provas realizadas para comprovar uma hipótese, tudo isso vinculado a prática concreta do aluno.

De acordo com as idéias de Mauri (1999), o conhecimento é construído mediante um processo de elaboração pessoal, onde ninguém pode realizar em seu lugar. A autora descreve (1999):

A aprendizagem, entendida como *construção* de conhecimento, pressupõe entender tanto sua dimensão como produto quanto sua dimensão como processo, isto é, o caminho pelo qual os alunos elaboram pessoalmente os conhecimentos. Ao aprender, o que muda não é apenas a quantidade de informação que o aluno possui sobre um determinado tema, mas também a sua competência (aquilo que é capaz de fazer, de pensar, compreender), a qualidade do conhecimento que possui e as possibilidades pessoais de continuar aprendendo. Dessa perspectiva, é óbvia a importância de ensinar o aluno a aprender a aprender e a ajudá-lo a compreender que, quando aprende, não deve levar em conta apenas o conteúdo objeto de aprendizagem, mas também como se organiza e atua para aprender (p. 88).

Gil-Pérez *et al* (1999) reforçam a idéia de que uma aprendizagem de conhecimentos científicos exige a participação dos alunos na construção e reconstrução dos conhecimentos que são transmitidos.

Pedrosa *et al* (2000) destacam por outro lado, que para os professores ensinarem Ciências estimulando e promovendo a cultura científica, eles necessitam adquirir competências e construir conhecimento de forma multidisciplinar e interdisciplinar. Esses elementos são essenciais para o entendimento do impacto social da ciência e da tecnologia, e são fundamentais para integrar dimensões multi e interdisciplinares de forma confortável e eficaz. Sendo assim, os professores devem aprender a utilizar abordagens de ensino de ciências mais contextualizadas e centradas na resolução de problemas.

1.5 A Ciência ensinada nas escolas

De acordo com Fumagalli (1998), a ciência ensinada nas escolas é formada por um corpo de conteúdos conceituais, procedimentais, atitudinais e factuais, estruturados a partir de um corpo científico. Os **conteúdos conceituais** referem-se aos dados, fatos, conceitos e princípios. Os **conteúdos procedimentais** constituem-se em cursos de ações corporais efetivas e psicológicas ordenados e orientadas para a consecução de metas. Os **conteúdos atitudinais**, por sua vez, referem-se a um conjunto de normas e valores capazes de formar nas crianças uma atitude científica, ou seja, a curiosidade, a busca constante, o desejo de conhecer, a crítica livre em oposição a autoridade, a comunicação e a cooperação na produção de conhecimentos. Não podemos só ensinar valores, mas os alunos de posse do conhecimento científico poderão ser capazes de resolverem problemas, avaliarem riscos das decisões tomadas e formular julgamentos éticos.

A autora enfatiza que uma proposta pedagógica para o ensino de ciências deve favorecer a construção de novos significados para os alunos, pois não se pode aprender conteúdos procedimentais separados dos conceituais. Os conteúdos conceituais desempenham um papel importante no processo de construção de conhecimento, porque os alunos não descobrem um corpo conceitual espontaneamente.

Zabala (1999) reforça essa concepção, quando afirma que os conteúdos procedimentais compreendem o “saber fazer”. Entretanto, eles não podem ser aprendidos desvinculados dos conteúdos conceituais e atitudinais. É imprescindível que o procedimento tenha um significado para o aprendiz, devendo estar bem relacionado com todos os componentes que intervêm e que o tornam compreensível e funcional. A aprendizagem requer componentes conceituais, procedimentais e atitudinais.

O autor (1999, p.14) aponta que a aprendizagem dos conteúdos procedimentais deve levar em conta uma série de considerações, estreitamente relacionadas com este tipo de conteúdo:

1. *realização de ações* – os conteúdos procedimentais são aprendidos realizando ações que os conformam. O próprio conceito de conteúdos procedimentais reforça essa necessidade quando afirma ser um conjunto de ações ordenadas e com finalidade. Essa condição não é sustentada em escolas que priorizam a memorização de procedimentos e o ensino expositivo;
2. *exercitação* – a exercitação de diferentes ações ou passos do conteúdo proposto tantas vezes quantas sejam preciso. Com isso, podem-se apreciar os diferentes ritmos de aprendizagem e a necessidade de estabelecer diferentes tipos de números de atividades, valorizando a heterogeneidade das turmas trabalhadas. O autor ainda sugere uma reflexão sobre a própria atividade, valorizando os conhecimentos teóricos envolvidos no procedimento e a funcionalidade dos conceitos;
3. *aplicação do conteúdo procedimental em contextos diferenciados* – os exercícios devem ser numerosos e realizáveis em contextos distintos, de modo que a aprendizagem seja utilizada sempre que requerida. O conteúdo será mais útil e potente no momento em que possamos utilizá-los em situações nem sempre previsíveis.

Os conteúdos científicos precisam ter sentido para os alunos. É imprescindível que se saiba para que serve e qual é a sua função. As atividades devem apresentar uma seqüência clara, com uma ordem de atividades que atenda a um processo gradual.

Nas palavras de Oró (1999), o aprendizado de ciências não deve ser proposto como um acúmulo de conceitos organizados em sistemas conceituais, mas estar em contato com a realidade e não com as produções da mente humana simplesmente. O professor deve tentar integrar a teoria com a prática, permitindo o desenvolvimento dos conhecimentos conceituais e procedimentais ao mesmo tempo. O ensino deve ser interligado com a realidade do aluno para que ele se aproprie do mundo que o rodeia e seja motivado a estudar. Não se pode esperar que a aprendizagem seja útil se não for criada uma relação entre os conhecimentos declarativos e procedimentais.

Silva e Zanon (2000), afirmam que os objetos da ciência e do conhecimento em ciências não existem na realidade pragmática das coisas, não existem na natureza empírica dada. Os objetos da ciência são produzidos pela ação do homem, resultados da construção humana e condicionados por fatores históricos, sociais e culturais. As autoras reforçam as idéias de Oro (1999), quando afirmam ser importante a complexidade e a dinamicidade das relações entre teoria e prática nos processos da ciência.

Isso supõe desenvolver estratégias de ensino-aprendizagem que vinculem dinamicamente formas teóricas/científicas de saber com vivências do aluno, na perspectiva de que a ciência deixe de ser vista como um pacote de conteúdo enciclopédico a ser reproduzido de forma mecânica, sem inserções e inter-relações efetivamente problematizadoras (SILVA e ZANON, 2000, p. 125).

Um conjunto de conteúdos procedimentais que devem ser trabalhados no ensino das ciências é sugerido por Oro (1999:24): procedimentos relacionados com o trabalho experimental; procedimentos relacionados com a informação e com a comunicação; e procedimentos relacionados com a conceituação e a aplicação de conceitos aprendidos. Os procedimentos relacionados com o **trabalho experimental** envolvem a utilização de ferramentas, aparelhos e instrumentos. Também incluem as observações direta e indireta, a coleta sistemática dos dados, a descrição de espécies com vocabulário adequado, as classificações, e as formulações de hipóteses sobre causas ou conseqüências de um determinado fenômeno. Os procedimentos relacionados com a **comunicação e a informação** incluem o uso correto do vocabulário científico básico; as expressões adequadas das aprendizagens e dos resultados das experiências e a extração de informação de livros, de documentos audiovisuais e artigos de jornais. Já os procedimentos relacionados com a **conceituação** estão relacionados com a montagem de esquemas conceituais, síntese de informações diversas e construção de conceitos científicos básicos, a partir de fatos e fenômenos observáveis.

As escolas são espaços essenciais para se construir, sistematizar e socializar os conhecimentos. É um local privilegiado para a percepção de como esses

conhecimentos são elaborados e que instrumentos são utilizados pela ciência. Os alunos trazem para a escola suas experiências, conhecimentos e valores que vão sendo transformados e reelaborados para que possam ser vivenciados com uma nova estrutura, fundamentada agora pelo conhecimento científico (SILVA, 2000).

A escola não se institui apenas como um local físico que abriga a demanda escolar, mas é um espaço estruturado de produção e socialização de conhecimento e de cotidianização de parte do pensar histórico/cultural. É um local portanto, em que o indivíduo se deveria constituir como sujeito das relações sociais historicamente já admitidas, sistematizadas e emergentes, e se desenvolver à medida que internaliza criticamente o seu meio social, fundamentalmente no domínio da cultura, como uma das formas de transformação social (p. 159).

Contudo, um aspecto muito reducionista do ensino de ciências nas escolas é a ênfase no conteúdo, por sua vez descontextualizada, sem ligação histórica, desprovida de implicações, significações e de relevância social. Estruturalmente neutro, com considerável distância entre o discurso da escola e o discurso do aluno, sem levar em conta sua cultura e a sua vivência (SILVA, 2000). Moran (2000, p. 21 *apud* SILVA, 2000, p. 160), enfatiza que “mais vale uma cabeça bem feita do que bem cheia”. Não vale a pena um saber acumulado, empilhado, se o aluno não elaborar uma organização que lhe dê sentido, já uma cabeça bem feita pressupõe possibilitar aos alunos uma aptidão de resolver problemas e oferecer sentido aos saberes.

A escola ao favorecer à construção/reconstrução do conhecimento, através de situações problematizadoras e desafiantes, conduz à busca de informações e possibilita, com isso, o desenvolvimento intelectual e as condições para que o indivíduo possa ser agente em seu meio.” Enfatiza (SILVA, 2000, p. 167).

A escola precisa proporcionar uma educação que auxilie o aluno em sua vida, desenvolvendo competências cognitivas, sociais e culturais. Os conhecimentos científicos e tecnológicos são produções do trabalho humano, não podendo ficar restritos ao domínio dos cientistas. Um ensino voltado para a cidadania precisa direcionar conhecimentos que ajudem a compreender o mundo e suas transformações, implicando alternativas de caráter interdisciplinar. Com esses conceitos e procedimentos, os alunos ampliaram suas explicações, suas capacidades de questionamentos, as proposições de diferentes modos de

intervenção e utilização de recursos naturais, a compreensão dos recursos tecnológicos e a reflexão das questões inseridas na problemática da inter-relação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) (SILVA, 2000).

De acordo com Gil Pérez (1993), as interações Ciência, Tecnologia e Sociedade são essenciais para que os alunos possam adotar uma atitude responsável, fundamentada frente aos desenvolvimentos técnicos e científicos. Sendo assim, a educação científica desenvolvida nas escolas não deve ter a pretensão de originar cientistas, mas formar cidadãos para atuar com discernimento e determinação, trabalhando alguns problemas atuais a fim de compreender o papel da ciência e do desenvolvimento tecnológico, fortalecendo sua formação de cidadão e estimulando atitudes de responsabilidade em relação ao meio em que vivem. Nesse contexto, a tecnologia deve ser aplicada no desenvolvimento científico como eixo propulsor do progresso da ciência, bem como para o exercício da cidadania, apesar de muitos problemas sociais não dependerem exclusivamente de conhecimentos científicos e tecnológicos.

Nessa mesma linha o Currículo de Ensino Básico de Portugal (Portugal, 2001) destaca que a abordagem CTS valoriza atividades diversas centradas nos alunos e estimula o questionamento reflexivo tendo como pressuposto básico a tomada de consciência da aprendizagem e seu controle. Além disso, as abordagens CTS poderão encorajar os aprendizes a refletirem sobre o que lhes estão propondo aprender. Nesta perspectiva, a construção do conhecimento e a valorização das interações.

Ensinar Ciências na perspectiva da relação Ciência /Tecnologia/ Sociedade é uma das formas de criar através da Ciência, consciência civil com responsabilidade social e política e, também, de proporcionar atitudes e ferramentas intelectuais necessárias para julgar, avaliar e decidir no campo do domínio técnico e científico (SILVA, 2000, p. 173).

A interação Ciência, Tecnologia, Sociedade incluindo Ambiente, devem constituir uma vertente integradora e globalizante da organização e da aquisição dos saberes científicos. Essa proposta amplia os horizontes da aprendizagem, proporcionando aos alunos não só os produtos da ciência, mas, sobretudo seus processos, através da compreensão das potencialidades e limites da ciência e das suas aplicações

tecnológicas na sociedade. Ainda permite uma tomada de consciência em relação ao significado científico, tecnológico e social da intervenção do homem na terra, constituindo uma dimensão importante de uma educação para a cidadania (PORTUGAL, 2001).

III – INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

1. O papel e o histórico das tecnologias

Nos últimos anos, o papel das tecnologias em nossas vidas tem gerado muitas discussões. Entretanto, tecnologia é produto da ação humana, está inserida em todo lugar, fazendo parte das nossas vidas. Nossas ações cotidianas são realizáveis graças às tecnologias descobertas e utilizadas pelos povos durante toda a história da humanidade.

Lion (1997) ressalta que as palavras “técnica” e “tecnologia” têm a mesma raiz, vindo do verbo grego “*tictēin*”, que significa: “criar, produzir, conceber, dar à luz”. A técnica não compreende apenas as matérias primas, as ferramentas, as máquinas e os produtos, mas também o produtor, o sujeito altamente qualificado do qual se origina o resto. Porém, tecnologia se entende como o uso do conhecimento científico para especificar modos de fazer as coisas de maneira reproduzível. Compreende um conjunto de ferramentas empregadas num processo de produção. O próprio homem é um ser tecnológico, em contínua relação de criação e de controle com a natureza.

Chaves (2003) considera a tecnologia como qualquer artefato, método ou técnica criada pelo homem para tornar seu trabalho mais leve, sua locomoção e sua comunicação mais fáceis, ou simplesmente sua vida mais satisfatória, agradável e divertida. Nesse caso, a tecnologia não é algo novo, mas tão velho e antigo quanto o próprio homem.

De acordo com os PCNs (1998b), tecnologia consiste no “ estudo das técnicas, isto é, da maneira correta de executar qualquer tarefa.” Enfatiza que os recursos tecnológicos compreendem produtos originados da tecnologia, utilizados para facilitar o trabalho humano.

Liguori (1997) percebe que o tratamento da informação foi evoluindo ao longo da história da humanidade. As tecnologias são produtos da síntese de conhecimentos científicos e técnicos, resultados de estudos sistemáticos de dispositivos físicos e a

aplicação de uma série de inovações tecnológicas. Elas constituem a materialidade dos significados que remetem as raízes etimológicas da palavra “tecnologia”: *techné* e *logos* (técnica e razão).

Cada época pertencente à história da humanidade compreende uma era tecnológica. A evolução da humanidade se processou graças às “novas tecnologias” que em cada momento era descoberta e desenvolvida. As ferramentas tecnológicas têm sido objeto de estudo da evolução do homem. O próprio avanço da ciência amplia o conhecimento sobre inúmeros recursos e origina “novas tecnologias” cada vez mais avançadas. A história da tecnologia se confunde com a história do homem na tentativa de dominar, para seu proveito, o ambiente em que se vive. Constata-se, portanto, que as tecnologias têm invadido nossas vidas e que vivemos em uma sociedade tecnológica.

Atualmente, com os computadores, por exemplo, conseguimos incrementar significativamente a velocidade de captação e processamento da informação. A informática, junto com as telecomunicações e a microeletrônica organizaram melhor as informações, apresentando como principal objetivo à ampliação do trabalho mental do homem. O computador compreende um tipo de tecnologia da informação e comunicação. “Computar” deriva do latim *computare* que significa “contar”, “calcular”, - remontando a origem dos números.

2. Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação (NTIC)

Os PCNs (1998b) destacam que as Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC) compreendem os recursos tecnológicos que possibilitam a transmissão de informação através de diferentes meios de comunicação, como o jornalismo (impresso, televisivo e radiofônico), livros, computadores, etc. Parte desses recursos inclui meios eletrônicos, surgidos no final do século XX, como o rádio, a televisão, gravador de áudio e vídeo, além de multimídias, redes telemáticas, robótica, entre outros.

As Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC), através de seus inúmeros suportes midiáticos como o jornal, a televisão e o rádio promovem o acesso e a veiculação das informações a todas as formas de ação comunicativa, em todas as partes do mundo. Hoje não podemos ver mais as mídias como um simples suporte tecnológico. É importante ressaltar suas interações perceptivas, emocionais, cognitivas e comunicativas com as pessoas. Além disso, ela apresenta uma lógica e uma linguagem bem singular. É conveniente apontar que as mídias interferem em nossa forma de pensar, agir, em nossos relacionamentos e ainda adquirimos conhecimento. As NTIC são vistas como complementos, companhias, como continuação de espaço de vida. Sendo assim, as pessoas se comunicam, adquirem informações e mudam seus comportamentos. Com a propagação acelerada das NTIC, a informação não mais é objetivo exclusivo da educação. Hoje, as informações transformam-se em parte integrante da cultura mundial. Com isso, altera o modelo educacional que dota o aluno de um saber acumulado (KENSKI, 2003)

Liguori (1997) coloca as Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC) como a utilização da microeletrônica e das telecomunicações para produzir, armazenar, processar, recuperar e transmitir informação.

Neste sentido, Kenski (2003) ressaltar que as Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC) têm promovido mudanças em nossas ações, nos nossos pensamentos e na forma de representar a realidade. Essas transformações tecnológicas exigem novos ritmos e dimensões no processo de ensino aprendizagem. Hoje, é fundamentalmente importante estar aberto para o novo e permanecer constantemente em estado de aprendizagem. Além disso, as opções de acesso às informações são bem diversificadas, não necessitando de deslocamentos físicos às instituições tradicionais de ensino. As tecnologias alteram o modo de nós dispormos, compreendermos e representarmos o tempo e o espaço em nossa volta. As NTIC por si mesmas, não transformam as estruturas sociais, incorporam-se a elas. Entretanto, elas possibilitaram o desenvolvimento acelerado do conhecimento na atualidade.

Laurillard (1995) apud Kenski (2003) enfatiza os novos papéis que professores e alunos assumem diante das novas tecnologias. No primeiro papel, o professor se mostra como “contador de histórias”, podendo ser substituído por um vídeo ou uma teleconferência. No segundo, o professor assume o papel de negociador e o ensino se dá por meio de “discussão” do conteúdo estudado com as diversas possibilidades de interação fora da sala de aula. O terceiro papel exclui a ação direta do professor, onde o aluno assume o papel de “pesquisador”, interagindo com o conhecimento através de inúmeros recursos multimidiáticos. O aluno passa a interagir com o professor para estruturar os conhecimentos obtidos pelos alunos nos inúmeros espaços do saber. O último papel apresenta professores e alunos como “colaboradores”, onde usam os recursos multimidiáticos em conjunto para realizarem buscas de informações, permitindo que tanto o professor como o aluno aprenda.

As NTIC transformam o conceito de conhecimento porque a aquisição de competências torna-se um processo múltiplo e contínuo, tanto em suas fontes, como em suas formas e vias de acesso. Porém as novas tecnologias redefinem as velhas, oferecendo às mesmas novas finalidades. Elas promovem alterações nas relações de poder porque ampliam os locais e os tempos de buscas de saberes e competências. O processo atual não é mais plano, linear e unidimensional, mas sim, disponível em rede, tendo a Internet como a mais preferencial e ampla. As NTIC são auxiliares no processo de ensino-aprendizagem, interagindo e integrando professores e alunos em espaços de interação e virtualidade. Nesse aspecto, amplia-se a sala de aula através de conexões que se estendem ao longo do processo (OLIVEIRA, 2003).

Bartolomé (2003) aponta como conseqüência direta da quantidade exagerada de informações, a necessidade de permanentes atualizações e a necessidade de produzir e utilizar novos meios de organizar e de ter acesso às informações. Assim sendo, o ensino deve mudar em relação ao paradigma de oferecer menor importância à reprodução de conhecimento, para destacar o desenvolvimento de habilidades para acessar as informações. A humanidade passa da época em que a informação era transmitida de forma exclusivamente oral para a transmissão através da palavra escrita nos livros, evoluindo para os sistemas multimídias.

O autor afirma que nos últimos anos as NTIC estão evoluindo para sistemas mais interativos e participativos. Os sistemas multimídias, por exemplo, caracterizam pela integração de meios e pela interatividade e interação entre o sujeito e a máquina. Também defende três mudanças nas escolas para que possa ter melhor acesso à informação:

- a) tomada de decisão no acesso a informação;
- b) integração dos meios e multiplicidade de linguagens;
- c) características adicionais na escola.

Inicialmente, é importante preparar nossos alunos para que eles sejam capazes de buscar a informação, avaliar, selecionar, estruturar e incorporar aos seus próprios corpos de conhecimentos. Em seguida, os alunos precisam estar preparados para interpretar e compreender a imagem, a fim de analisar para a construção de novas mensagens. O processo de ensino-aprendizagem deve ser uma junção de linguagens visuais e verbais, do audiovisual ao escrito. Finalmente, a última mudança proposta pelo autor é que a escola deve ser ativa, divertida, participativa e livre.

Dentro deste contexto, cabe ressaltar a proposição de Cabero (1996), o qual considera que as novas tecnologias criam novos ambientes, tanto humanos como artificiais, de comunicação não conhecidas até a atualidade e estabelecem novas formas de interação entre os usuários com suas máquinas, onde eles desempenham papéis diferentes, direcionando um conhecimento contextualizado, construído pela interação que o sujeito estabelece com a máquina. O autor define NTIC como as multimídias, a televisão via cabo ou a satélite, o Cd Rom e hipertextos. Bartolomé (1989) define novas tecnologias com os últimos desenvolvimentos tecnológicos e suas aplicações.

Cabero (1996) resalta que as Novas Tecnologias giram em torno da informação e nos novos descobrimentos que as mesmas se vão originando, pretendendo ter um sentido aplicativo e prático. Suas características são: imaterialidade, interactividade, inovação, elevados parâmetros de qualidade de imagem e som, digitalização, influência mais sobre os processos que sobre os produtos, automatização,

interconexão e diversidade. Afirmar ainda que sua análise centra-se em suas possibilidades, capacidades e potencialidades de transmissão de informação, além dos seus efeitos sócio-culturais e políticos.

As NTIC possibilitam modificações nos ambientes tradicionais, direcionando para uma modificação na elaboração e distribuição dos meios de comunicação, criação de novas possibilidades de expressão e desenvolvimento de novas extensões da informação. As Novas Tecnologias exigem um novo perfil de aluno. Agora é importante um aluno preocupado mais com o processo do que com o produto, preparado para tomar decisões e escolher sua rota de aprendizagem. Aponta ainda que o sistema educacional precisa ser mais aberto e flexível, onde a informação tende a ser mais compartilhada entre os diversos alunos (CABERO, 1996).

A inserção das tecnologias na escola redimensiona o espaço da sala de aula. A possibilidade de buscas em outros locais de aprendizagens como biblioteca, museus e outras escolas provocam uma interação entre alunos e professores que altera a dinâmica das relações de ensino e aprendizagem. Além disso, o próprio movimento no espaço físico da escola promove uma nova relação de tempo entre o trabalho do docente com o discente. Eles agora podem alterar os momentos em que ficam diante das máquinas, momentos de discussões dos resultados em equipe e com momentos que se refletem ou se concentram em atividades isoladas, sem o uso de tecnologias (KENSKI, 2003). A autora afirma:

O ambiente virtual de aprendizagem se constrói com base no estímulo à realização de atividades colaborativas, em que o aluno não se sinta só, isolado, dialogando apenas com a máquina ou com um instrutor, também virtual. Ao contrário, construindo novas formas de comunicação, o espaço da escola virtual se apresenta pela estruturação de comunidades on-line em que alunos e professores dialogam permanentemente, mediados pelos conhecimentos (KENSKI, 2003, p. 55).

As inúmeras possibilidades de comunicação, a troca de informações e as interações imediatas que os recursos tecnológicos promovem facilitam a produção e a utilização cooperativamente de conhecimentos, produtos, serviços e conteúdos nas inúmeras áreas do conhecimento. Desta forma, promovem articulações

interinstitucionais, integração dos aprendizes com outros setores produtivos, aprendizagem contínua e atualizada permanente.

Os PCNs (1998b) coloca-nos que as NTIC favorecem novas formas de organização da experiência humana, focalizando principalmente a cognição e a relação do homem sobre o meio e sobre si mesmo. O desenvolvimento tecnológico, a comunicação global das informações, com maior velocidade e formatos diferentes. Porém, essa tecnologia também provoca a centralização na produção do conhecimento no momento em que uma parcela mínima da população tem acesso a tais recursos. Existe uma grande barreira entre as pessoas que dominam as tecnologias, as que são apenas consumidoras e as que não têm oportunidades de consumir. Sabe-se que a quantidade de informação aumentou consideravelmente nos últimos anos, todavia a capacidade de assimilação humana não acompanha tal crescimento. A informação por si só não garante a conquista do conhecimento.

O documento também destaca que a quantidade de informação não quer dizer qualidade. As condições culturais e socioeconômicas definem a facilidade, o acesso e do domínio dos recursos tecnológicos. Esses recursos aumentam as desigualdades sociais existentes entre as comunidades.

A escola, na situação atual, perdeu o papel exclusivo na transmissão e distribuição do conhecimento. Os inúmeros meios tecnológicos, entre eles o rádio a televisão, colocam de forma atrativa e variada as informações. Os usos das NTIC devem estar vinculados às concepções que os alunos têm sobre esses recursos na medida em que possibilitam a elaboração, o desenvolvimento e a avaliação de práticas pedagógicas que promovam uma abordagem reflexiva sobre os conhecimentos e os usos tecnológicos (LIGUORI, 1997).

Não podemos enfatizar e criar uma solução e um modelo universal em relação ao melhor procedimento para o ensino. É importante ressaltar que as aulas presenciais permitem discussão em sala de aula, elaboração de questionamentos através da interação e troca de experiência. Entretanto, a possibilidade de termos alunos em espaços geográficos diferentes interferindo em tempos diferentes, define uma grande vantagem para o ensino a distância. Ainda permite que o aluno possa ter

mais tempo para realizar uma questão disponível no ambiente, por exemplo. Utiliza mais tempo para reflexão e percebe-se a quebra de inibição e as barreiras comunicacionais, tão freqüentes nas aulas tradicionais.

Uma desvantagem para o uso das Novas Tecnologias da Informação e Comunicação refere-se sobre a necessidade do aluno ir além de aprender os conteúdos do seu objeto de estudo, ele deve também dominar as tecnologias que vai ser utilizada. Caso contrário, poderá ser frustrante para o aluno a carência desse recurso. O aluno precisa se sentir à vontade tanto com o conteúdo que está em estudo, como com a tecnologia que está sendo utilizada.

Uma mudança que precisa ser bem analisada refere-se à transição da sala de aula tradicional para os ambientes virtuais, exigindo para isso uma nova linguagem comunicacional. Nas salas de aula, professores e alunos se encontram face a face, as pessoas se vêem e se tocam. Comunicam-se também pela linguagem do corpo. O próprio ambiente físico também comunica ações e intenções. Os intervalos e os recreios são espaços primordiais para o fortalecimento de amizades, afetos e cumplicidades. A coesão social nas inter-relações dos encontros presenciais nos espaços da escola é um fator indispensável para a ação e formação de cidadãos. Entretanto, as salas de aulas centradas nas tecnologias, o aluno geralmente se encontra sozinho diante do tutor. A comunicação é feita por meio de imagens, textos e vídeos. Geralmente não é possível ver e perceber as expressões faciais e a linguagem corporal dos alunos e professores. Com isso, a dimensão emocional é muito restrita, fortalecendo a idéia de que o uso das Novas Tecnologias da Informação e Comunicação não suprimem os espaços educacionais tradicionais, elas na verdade são ampliadas (KENSKI, 2003).

Os professores precisam estar seguros com o uso das NTIC. É importante que o professor conheça, domine os procedimentos técnicos exigidos na atividade, avalie e crie novas possibilidades pedagógicas. Professores e alunos precisam estar preparados para dialogar e interagir com outras realidades fora do espaço da escola. Destaca-se, com isso, o estabelecimento de projetos de cooperação e possibilidades de trocas entre outras instituições sociais, culturais e educativas.

3. Internet

Dentre as NTIC, a *Internet* é hoje uma das ferramentas mais poderosas para uso na educação. Redes telemáticas compreendem a conexão de vários computadores com a finalidade de enviar informação. Existem dois tipos de rede: o LAN (*Local Área Network*) e o WAN (*Wire Área Network*). As LAN compreendem redes locais, enquanto que as WAN cobrem grandes territórios. A Internet compreende a conexão de muitas LAN. A idéia central da Internet são os protocolos *tcp* e *ip*, também denominados de acordos de comunicação que permitem o encontro entre si de LAN com computadores espalhados por todo o mundo. O acesso a *Internet* se dá pela conexão a uma rede local, utilizando protocolos de Internet, que por sua vez está conectada a outras redes locais com a mesma situação. Essas conexões são geralmente transmitidas por cabos que passam a enviar sinais elétricos e conseqüentemente informações. Para que o acesso se torne mais comum, utilizam-se as linhas telefônicas para efetuar as conexões. Para isso, os computadores devem ter um modem para a conversão de sinais digitais em sinais analógicos e vice-versa (BARTOLOMÉ, 2002).

A conexão se dá através de uma rede local que esteja conectada a Internet através de um software específico que permita a execução dos protocolos *tcp/ip* pelo computador. Essa execução é autorizada pelo administrador da rede. As opções podem ser através de uma rede institucional, como é o caso das universidades e de um provedor comercial. Para esse tipo de acesso, existem inúmeros tipos de conexões.

O acesso a Internet possibilita inúmeras possibilidades educativas, ampliando os espaços da escola para acessar informação, para se comunicar e oferecer serviços, informações e atividades realizadas pelos professores, alunos e funcionários. A rede potencializa as possibilidades de acesso às informações e à comunicação da escola com todo o mundo. A Internet é um espaço de interação entre pessoas conectadas. É o encontro de pessoas com a finalidade de aprender juntas, estabelecendo uma forma nova e revolucionária de comunicação para o ensino. Entretanto, essa resolução só vai acontecer se forem bem absorvidas pelos professores e alunos.

Existem inúmeros recursos disponíveis na Internet. A Telnet (*telematics network*) permite converter o cliente em um terminal de servidor, totalmente baseados em linhas de comandos.

Podemos transferir arquivos através de ftp (*file transfer protocol*), permitindo ao navegador colocar ou recuperar arquivos da net. Esta opção é muito útil porque podemos transmitir com muita rapidez arquivos de vídeo, sons e imagens. Além disso, podemos acessar inúmeros servidores de ftp.

O correio eletrônico ou e-mail (*eletronic mail*) é um dos recursos mais utilizados na net, servindo de suporte para listas ou grupos de discussão. Suas mensagens se relacionam com outros recursos disponíveis na rede, permitindo a comunicação entre professores e alunos para orientação de projetos, recomendação de livros, sugestão de questionamentos, solução de dúvidas, entre outras possibilidades. A relação tempo x espaço fica altamente beneficiada, porque agora professores e alunos extrapolam o limite da sala de aula e passam a ter outros espaços para efetivar a construção do conhecimento.

A distribuição de informação através da *world wide web* compreende o recurso mais popularizado entre os internautas. Compreende a união de milhares de servidores distribuindo documentos no formato *html*. Kenski (2003) constata que o vínculo afetivo que o hipertexto possa criar elos que favorecem a absorção de informações transmitidas. Além disso, a própria linguagem audiovisual, através da junção de textos, sons, imagens e movimentos, prende e seduz a atenção dos alunos. A possibilidade de inúmeros caminhos para navegação proporciona ao aprendiz a responsabilidade de escolher suas próprias aquisições, possibilitando liberdade para os alunos direcionarem sua aprendizagem individualmente. O uso da *World Wide Web* transforma as possibilidades de conectividade entre as pessoas. Conectividade justificada pelo encontro de duas ou mais pessoas que se aproximam mentalmente, interagem, conversam e colaboram. Não mais encontramos grupos pequenos, restritos, mas sim, uma junção de pessoas unidas, ao mesmo tempo, pelos mesmos interesses, objetivos e idéias e ideais.

Um outro recurso muito difundido nas escolas é a lista de discussão, que possibilita os participantes receberem mensagens enviadas pelos demais componentes do grupo, fazerem questionamentos, críticas e trocarem saberes bem interessantes. Nas listas é imprescindível que os tutores criem um clima positivo e que se permitam elevar a coesão do grupo, para que todos se sintam à vontade para expor suas idéias. Como vantagens temos a garantia que as mensagens chegam com segurança, com maior rapidez, permitindo a troca de arquivos de modo mais cômodo e eficaz. Entretanto, esse meio cria um obstáculo entre as pessoas, no momento em que exclui o contato pessoal, expressado através de detalhes como o tom da voz e a linguagem verbal manifestada pelos gestos do rosto e o movimento das mãos. Por outro lado, Bartolomé (1999) tem retratado que muitos alunos tímidos encontram mais facilidade em expressarem-se quando não estão diante do professor, pois para eles é mais fácil escrever uma mensagem que fazer a pergunta diretamente. Um outro argumento muito forte para o uso das listas é referente a sua capacidade de expressar suas idéias. O aluno pode possuir deficiências no conhecimento da terminologia da matéria que estuda e às vezes, custar a formular com clareza suas idéias ou perguntas (BARTOLOMÉ, 1999).

Também é muito frequente os FAQ (Frequently Asked ou Perguntas Solicitadas Frequentemente), listas de perguntas que os usuários fazem com mais frequência. Quando os alunos revisam a lista de perguntas, que podem encontrar outras que não haviam pensado e terminam descobrindo outras que também lhes interessam.

Os fóruns oferecem uma apresentação da informação mais estruturada, porque as mensagens se ordenam de modo hierárquico seguindo uma linha de discussão. Também os alunos podem enviar a pergunta diretamente para o professor se eles não quiserem que elas sejam expostas ao contexto público. Por outro lado, quando se precisa recorrer a sistemas *on-line* síncronos, ou seja em tempo real, os *chats*, as vídeo conferências e as áudio conferências são os meios que podem ser utilizados.

Os *chats* permitem a aproximação entre professores e alunos (ou entre companheiros) através de discussões sobre um tema determinado, sendo assim um meio que viabiliza o diálogo. O *chat* agiliza as discussões do grupo para a tomada

de decisões. Na discussão sincrônica ou *Chat*, todos os participantes devem estar ao mesmo tempo no ambiente selecionado, interagindo em tempo real.

A *Internet* é um recurso que estimula a motivação, no momento em que oferece inúmeras possibilidades e é uma fonte excelente de pesquisa. O professor pode possibilitar mais essa motivação, à medida que proporcionar um ambiente de abertura, cordialidade e de troca entre os alunos, especialistas e alunos e entre professor e alunos. A própria comunicação, estabelecida entre professor e alunos, favorece o processo de ensino/aprendizagem, pois possibilita relações de confiança. O aluno desenvolve a aprendizagem cooperativa, a pesquisa em grupo e a troca de resultado. Isso favorece um maior engajamento por parte dos alunos na realização das atividades, levando o professor a mediar todo processo de ensino-aprendizagem. A *Internet* pode despertar a intuição, a flexibilidade e a adaptação a ritmos diferentes. O mundo em que vivemos encontra-se em constantes mudanças e o aluno precisa estar preparado para se adaptar a esse novo modelo de vida. Em relação à intuição, o marco é levar o aluno a perceber que as informações encontram-se dispersas em vários pontos. É preciso que se tenha um olhar crítico e intuitivo para chegar às descobertas. A flexibilidade é outro ponto importante, pois alunos e professores precisam estar conscientes da necessidade de alterar as atividades propostas sempre que for necessário. Concluindo, sente-se a necessidade de compreender o ritmo de uma atividade realizada individual e outra realizada em grupo, em que se desperta a aprendizagem colaborativa (MORAN, 2000).

Segundo Bartolomé (1999), a *Internet* é um meio de comunicação e acesso à informação tão poderoso que está mudando nossas vidas. Na *Internet* é possível encontrar *software* gratuito, dicionários, enciclopédias, arquivos de imagens, textos e arquivos de som. Sabe-se, também, que a organização de páginas na *Internet* gera muita motivação, clareza e aproximação entre alunos e professores. É comum ver o esforço dos alunos para escreverem bem, comunicarem melhor suas idéias, serem bem compreendidos, resultando numa riqueza de interações que surgem com os contatos virtuais. Entretanto, é importante salientar que o uso das tecnologias favorece resultados diferentes. Cada grupo precisa procurar a proposta mais adequada, estabelecendo equilíbrio entre o presencial e o virtual. Moran (2000)

afirma que o mais importante é a credibilidade do professor, sua capacidade de estabelecer laços de empatia e afeto, de colaboração, de incentivo e equilíbrio entre flexibilidade e organização.

4. Ambientes Virtuais de Estudo

As redes telemáticas têm possibilitado uma relação baseada na troca de informações, permitindo a criação de comunidades virtuais que interagem entre si através de redes em debates sincronizados e/ou assíncronos. As comunidades virtuais são construídas através de inúmeras interfaces, tendo geralmente um local para a apresentação dos participantes do grupo, espaço para a realização de pesquisas e ambientes para a realização de comunicação síncrona e assíncrona. A apresentação do grupo tem como objetivo principal aproximar alunos e professores. Nesse módulo, os participantes geralmente escrevem seu nome, endereço eletrônico e fazem uma breve descrição, explicitando os motivos e expectativas em relação ao uso do ambiente virtual. Os ambientes apresentam espaços para a realização de pesquisas na *web* e a inserção de endereços e documentos para que todos possam consultar. Esse procedimento é essencial para a elaboração de uma base bibliográfica coletiva e compartilhada. A comunicação síncrona (bate-papo) tem o objetivo de estimular os estudantes a se colocarem a respeito do tema trabalhado. Na comunicação assíncrona (mural virtual), o objetivo básico é proporcionar aos alunos a oportunidade de sintetizarem o que foi discutido, emitir dúvidas e solicitar algum esclarecimento.

É muito comum o termo ambientes virtuais de aprendizagem em livros e periódicos. Entretanto, Chaves (2003) chama a atenção para este termo, enfatizando que educação e aprendizagem são processos que acontecem dentro do indivíduo, portanto não podem ocorrer remotamente ou a distância. O autor destaca que a educação e a aprendizagem podem ocorrer tanto pelo ensino, como mediada pela tecnologia. As novas tecnologias disponíveis na *Intenet* podem criar ambientes riquíssimos em possibilidades de aprendizagem, possibilitando que as pessoas possam aprender sem a necessidade de um processo formal de ensino. Sendo assim, a aprendizagem é mediada apenas pela tecnologia.

De acordo com Cunha *et al* (2000:57), os ambientes virtuais de estudo são conceituados por cinco características, sendo três tecnológicas e duas sócio-cognitivas:

- a) comunicação multidirecional efetiva, onde todos podem falar de forma autônoma;
- b) registro dos conteúdos produzidos pelo grupo;
- c) acesso aberto no tempo e no espaço, possibilitando que todos gerenciem seu próprio ritmo de aprendizagem e local de conexão;
- d) sociabilidade, isto é, capacidade de manter laços entre os indivíduos participantes de determinados grupos;
- e) inteligência coletiva, isto é, capacidade do grupo de construir e compartilhar conhecimentos.

O autor descreve o uso de ambientes virtuais de aprendizagem como complemento a cursos presenciais ou como facilitador de cursos a distância. A Internet, por sua vez, oferece acesso a informação atualizada e comunicação entre alunos.

Os espaços virtuais disponíveis na grande rede eletrônica estão sendo cada vez mais utilizados, facilitando o processo de ensino/aprendizagem, atuando como suporte para distribuição de materiais e recursos didáticos, oferecendo um complemento aos ambientes presenciais de aprendizagens e até mesmo para os cursos totalmente virtuais. As pessoas que participam de atividades virtuais têm o privilégio de entrar em contato com materiais interessantes, compartilhar idéias e opiniões com pessoas que são referência e, finalmente, podem participar de discussões de idéias novas ou consolidadas, permitindo coletivamente ganhos bem evidentes. Com esses meios surgem novas comunidades que não se limitam a espaços geográficos ou institucionais (SOUZA, 2002).

Um ambiente virtual muito utilizado faz parte do Projeto Virtus, surgido no Centro de Artes e Comunicação da Universidade Federal de Pernambuco. No início, o projeto disponibilizava um ambiente virtual de apoio às disciplinas de graduação, desenvolvendo várias pesquisas digitais nas várias áreas do conhecimento, como história, informática, jornalismo e design. Além dessas pesquisas, ocorreram várias

capacitações de alunos e professores nas tecnologias de comunicação e informação. Acompanhando a crescente demanda das redes telemáticas nos ambientes educacionais, “o projeto virtuos encaminhou-se para uma concepção dos ambientes formais de ensino e aprendizagem como um campo de interação entre sujeitos mediados por diversos tipos de tecnologias” (CUNHA *et al*, 2000, p. 54).

O ambiente tem sido utilizado na graduação e na pós-graduação na Universidade Federal de Pernambuco e em cursos de especialização e extensão em inúmeras empresas e instituições de ensino. A abertura de uma sala virtual neste projeto é livre e está disponível para qualquer instituição, sendo muito difundida por professores e alunos do ensino fundamental e médio, tanto da rede privada como da pública.

De acordo com Souza (2002), as ferramentas disponíveis para promover a interação entre as pessoas podem ser destacadas em:

- a) *e-mail*;
- b) listas de discussão;
- c) *fóruns e newsgroups*;
- d) ambientes de conversação *on-line* ou *chats*;
- e) ambientes de imersão virtual;
- f) sinalizadores de presença;
- g) ambientes de aprendizagem na *web*;
- h) portais da *web*;
- i) *web rings*;
- j) servidores de compartilhamento de arquivos.

De acordo com Paloff e Pratt (2002) alguns pontos devem ser levados em consideração na hora de formatar um ambiente virtual:

- definição clara da proposta do grupo;
- criação de um local diferenciado para o grupo;
- promoção de lideranças internas e eficientes;
- definição de normas claras e a elaboração de um código de conduta;

- variação nos papéis para os membros do grupo;
- permissão de facilitação de subgrupos;
- permissão para que os participantes resolvam suas próprias discussões.

As autoras defendem a importância de estruturar uma comunidade de aprendizagem onde os conhecimentos e os significados sejam criados conjuntamente. Para isso, é necessária a interação entre os próprios estudantes e professores. Enfatizam, ainda, que a aprendizagem é um processo ativo, onde a participação de professores e alunos são vitais para que se obtenha sucesso. Desta forma, a educação a distância deve selecionar as melhores práticas desenvolvidas nas salas de aula tradicionais e levá-las para o espaço virtual.

As chaves para se obter sucesso com a utilização de ambientes virtuais são colocadas por Palloff e Pratt (2002) como a honestidade, correspondência, pertinência, respeito, franqueza e autonomia. Os professores devem criar uma atmosfera de segurança e de sentido de comunidade. Isso deve ser válido tanto para as atividades presenciais como para as virtuais. Consta ainda que a comunicação virtual, mesmo sob forma textual, não deixa de ser humana. O trabalho em conjunto, através da colaboração permite que os alunos produzam um conhecimento mais profundo e ao mesmo tempo favorece sua interdependência.

Moran (2000) enfatiza que os processos de comunicação com a *Internet* passam a ser mais participativos, mais interativos. Caminhamos para uma maior integração entre a sociedade e a escola, entre a aprendizagem e a vida, pois a sala de aula não é um espaço único para aprendizagens, mas tempo e espaço de profundas aprendizagens. As aulas passarão a ser mais flexíveis em relação as metodologias aplicadas, tanto quanto no estilo, na presença e nas tecnologias. Parte das disciplinas continuou presenciais e outras, passam a ser virtuais. O primordial é não estabelecer um único padrão de ensino. Haverá uma maior integração entre as novas tecnologias da informação e comunicação e as comumente utilizadas em sala de aula como oral, escrita e audiovisual. É importante integrar as metodologias já utilizadas com as tecnologias mais recentes, favorecendo uma mediação facilitadora do processo de ensinar e aprender participativamente. Isso possibilita a mobilidade

constante de pesquisadores tanto da mesma instituição como de instituições diferentes.

Kenski (2003) aponta que as comunidades virtuais devem possuir três possibilidades de integração: a interação, a cooperação e a colaboração *on-line*. A interação não ocorre somente com outros usuários, mas com os sons, com as imagens, com os vídeos e com outras ferramentas disponíveis. A cooperação acontece quando as redes permitem mecanismos das pessoas verem, ouvirem e enviarem as mensagens umas as outras. Entretanto, a colaboração permite que as pessoas realizem trabalhos em grupo, onde cada um colabora para a realização de atividades de aprendizagens, estabelecendo laços e identidades sociais.

Moran (2000) concorda com a necessidade de equilibrar as atividades presenciais com as atividades virtuais, contudo ressalta que não resolveremos os problemas educacionais introduzindo situações virtuais. Devemos utilizar os dois modos de comunicação, valorizando o que tem de melhor em cada um deles. É valoroso realizar atividades presenciais como a organização de grupos de pesquisas, delimitação de conteúdos e atividades, traçar e propor metas e transmitir informações iniciais para situar melhor o grupo diante de um novo problema a ser investigado ou analisado. As atividades virtuais permitem relações entre espaço e tempo de forma mais livre, adaptando a ritmos diferentes dos alunos, estabelecendo novos contatos de pessoas com ideais semelhantes, mas que estão distantes fisicamente.

O conceito de curso é alterado nessa proposta porque a idéia de tempo e espaço passa a ser cada vez mais flexível. Os professores, utilizando a *Internet*, continuam “dando aula” no momento em que estabelecem conexões entre seus alunos através de *e-mails*, listas de discussão e a utilização de *chats* (bate-papo) e navegação em páginas eletrônicas disponíveis na *web*, fora do horário específico de aula. Isso possibilita o professor e demais estarem em contato por mais tempo e em espaços diferentes e a entenderem a aula como um espaço de pesquisa e intercâmbio. Os alunos serão coordenados, animados e incentivados pelo professor. Com isso, o conceito de presencialidade é alterado, pois podemos ter professores

compartilhando aulas com outros pesquisadores de fora, havendo um maior intercâmbio entre profissionais e estimulando cada vez mais os alunos.

Com a nova sociedade da informação todos nós estamos reaprendendo a conhecer e a comunicar-nos. É importante sempre chegar ao aluno por todas os caminhos possíveis: pela experiência, pela imagem, pelo som, pelas representações, pela multimídia, pela interação *on-line* e *off-line* (MORAN, 2000).

Ensinar com as novas mídias será uma revolução se mudarmos simultaneamente os paradigmas convencionais do ensino, que mantêm distantes professores e alunos. Caso contrário, conseguiremos dar um novo verniz de modernidade, sem mexer no essencial. A Internet é um novo meio de comunicação, ainda incipiente, mas que pode nos ajudar a rever, a ampliar e a modificar muitas das formas atuais de ensinar e de aprender (MORAN, 2000, p.63).

A aprendizagem acontece durante as dinâmicas de troca e relacionamento com características particulares. É importante que aconteçam durante as intervenções, atividades que despertem a troca e a colaboração, enfatizando aspectos mais pessoais para consolidarem laços efetivos. Os ambientes devem possuir espaços que favoreçam a cooperação, alternando atividades formais e não formais.

Uma comunidade virtual caracteriza-se como uma comunidade de pessoas que estão interessadas em compartilhar idéias relacionarem-se por meio da *Internet* ou de outras redes colaborativas. As discussões *on-line* possibilitam um grau de profundidade e de diversidade que normalmente não encontramos nas classes tradicionais. Além disso, é comum que vários assuntos sejam tratados de forma simultânea, enquanto que nos ambientes tradicionais isso raramente é permitido (SOUZA, 2002).

Leão e Bartolomé (2003) apontam para a importância da interação entre as pessoas que compartilham de um mesmo interesse para que ocorra a construção do conhecimento a partir das informações obtidas. Sabe-se que as informações por si só, não garantem produção de conhecimento. Enaltece ainda a necessidade de mudança no processamento de informação passando de uma abordagem linear e seqüencial para a ocorrência de multi possibilidades de linguagens, denominadas

multimídicos. Essas novas linguagens possibilitam uma construção, no processo de aprendizagem, mais integrada, aberta e multisensorial.

Os autores destacam a importância das escolas utilizarem os computadores e seus aplicativos auxiliados por metodologias que valorizem a construção do conhecimento, enfocando a realidade do aluno. Sendo assim, os diversos estímulos podem ser sensibilizados e estimulados para que ocorra uma aprendizagem mais flexível e aberta.

Kenski (2003) afirma que o ciberespaço abre possibilidades para aprendizagens, pois sem discriminações, sem deslocamentos físicos e reunidos com muita vontade de aprender, as pessoas entram em uma nova era para a educação. Novas relações como saberes, novos papéis para professores e alunos, onde agora ocorre um movimento de ir além da aprendizagem. O próprio movimento de troca, o desenvolvimento de ações comuns, de consciência e de valores sócias e grupais, recupera as relações educacionais entre as pessoas participantes do processo. As inúmeras trocas que ocorrem com os inúmeros recursos tecnológicos refletem-se em inúmeras e diferenciadas aprendizagens para seus membros. As comunidades virtuais rompem com os regimes temporais que a cultura educacional exige, porque agora o tempo é o momento em que os integrantes estão interessados em permanecer em estado de troca, colaboração e aprendizagem.

Souza (2002) ressalta duas categorias que favorecem a participação e o aprendizado em ambientes virtuais de aprendizagem. A primeira corresponde a intrínseca que concebe vantagens da utilização dos meios eletrônicos: o fim de limitações na relação espaço/tempo; o acesso a um grande contingente de pessoas; os custos reduzidos em relação ao acesso; a aprendizagem por meio da troca e da colaboração e a democracia. Também percebe-se que mesmo as pessoas que inicialmente não conseguem acompanhar a evolução dos questionamentos, com o passar do tempo vão evoluindo, aprendendo e reconstruindo continuamente suas imagens perante a comunidade virtual, escolhendo a comunidade ou grupo que mais responde aos seus interesses e as pessoas tímidas podem se sentir mais a vontade para expressarem suas idéias e assim oferecem contribuições valiosíssimas. A segunda categoria é a intra-ambientais que concebe as listas de discussão, *fóruns* e

newsgroups como os melhores meios de interação e colaboração. São atividades assíncronas e não demandam recursos especiais para acesso. Os *chats* e outros *softwares* síncronos podem ser utilizados como ambientes de apoio.

Leão e Bartolomé (2003) propõem a utilização de um multiambiente de aprendizagem, onde a escola reúna em um único ambiente de aprendizagem os inúmeros recursos tecnológicos. Os autores citam o distanciamento, tanto físico como metodológico, dos inúmeros ambientes de uma escola. Por isso, recomenda uma sala com uma abordagem multi sensorial, dinâmica, favorecendo a interação entre professor-aluno e aluno-aluno. Também destacam a necessidade de estabelecer estruturas que favoreçam a construção do conhecimento de forma síncrona e assíncrona. Além disso, a escola precisa proporcionar mais liberdade nas interações e o envolvimento das teorias da aprendizagem nas produções didáticas. Os cursos devem adotar a semipresencialidade, onde o aluno pode ampliar a interação com o ambiente escolar com outros ambientes extra-escolares.

IV – METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa está fundamentada em uma abordagem qualitativa do tipo etnográfica, que de acordo com Bogdan *et al* (1999), possui cinco características:

- a) a fonte direta dos dados é o ambiente natural, onde o investigador é o principal instrumento;
- b) a investigação qualitativa é descritiva, onde os dados são recolhidos em forma de palavras ou imagens e não de números;
- c) os pesquisadores interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos;
- d) os dados tendem a ser analisados de forma indutivista;
- e) o significado é de importância vital nesta abordagem.

O estudo foi desenvolvido com 33 alunos da 6ª série do Ensino Fundamental, do turno da tarde, de uma escola da rede privada do município de Jabotão dos Guararapes. Esta turma foi escolhida por ser extremamente inquieta, os alunos não assistem as aulas ou realizarem as tarefas de classe/casa assiduamente, apresentando alto índice de indisciplina relatado por professores, coordenadores e direção.

O tema clonagem vegetal foi escolhido por estar inserido nos conteúdos de Ciências da 6ª série do Ensino Fundamental – Características, morfologia e classificação do Reino Vegetal e muitos livros didáticos não abordam esse conteúdo, deixando lacunas nas ações dos professores e muitas dúvidas nos alunos, e quando o abordam, resumem a clonagem com algo realizável apenas nos animais.

1. Procedimentos metodológicos

Este trabalho teve a duração de 7 meses, envolvendo as seguintes etapas:

1.1 Conhecimentos dos alunos sobre Clonagem Vegetal

Com o objetivo de verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema, esses responderam a um questionário (apêndice A) com oito questões (uma aberta e sete fechadas), individualmente, envolvendo aspectos como: em que seres vivos é possível a realização da clonagem; partes da planta envolvidas no processo; definição de clonagem; quem pode realizar a clonagem; em que locais são possíveis a realização da clonagem, entre outros. A professora de Ciências explicou para os alunos que as questões não valiam pontuação, que eram apenas para acompanhar as concepções deles sobre o tema a ser estudado.



Figura 1- Professora explicando o pré-teste.

1.2 Introdução ao tema

Os alunos, no Laboratório de Informática da escola, assistiram a uma aula sobre os procedimentos utilizados no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais do Departamento de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco para a produção de clones vegetais (Anexo A). A professora de Ciências, utilizando um computador conectado a uma televisão, exibiu os principais instrumentos utilizados no laboratório de Cultura de Tecidos, assim como as etapas utilizadas para realizar a clonagem de bananeira. A professora conduziu a aula introdutória problematizando, através da utilização de várias situações que exigiam a opinião dos alunos,

estimulando os alunos a exporem suas idéias, questionamentos e a buscarem informações sobre os conteúdos de botânica e de clonagem vegetal nos livros, na *Internet* e com os especialistas do tema. Os questionamentos realizados pelos alunos foram bem diversificados, tais como: se uma planta clonada tem o mesmo desenvolvimento de uma planta não clonada, se uma planta clonada pode pegar uma praga, se a planta clonada é saudável, se o vegetal clonado tem o mesmo gosto de uma não clonada, entre outros.



Figura 2 – Professora com os alunos na aula introdutória no Laboratório de informática.

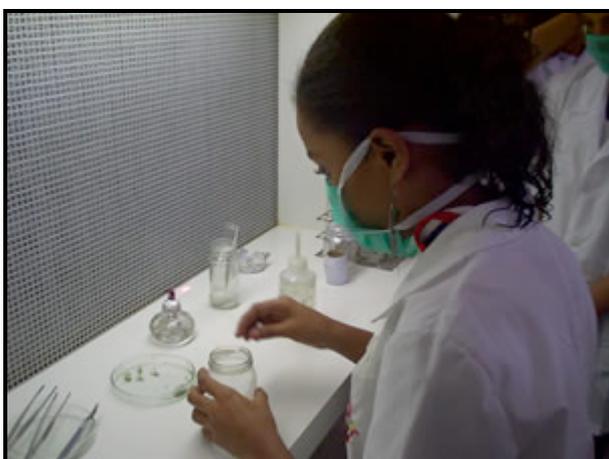
1.3 Produção dos Clones na Universidade Federal Rural de Pernambuco

Os alunos, no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, realizaram a micropropagação de mini-rosas e aprenderam os procedimentos laboratoriais necessários para a efetivação dessa prática. Entretanto, antes de realizarem a multiplicação, eles tiveram uma aula teórica com a professora Lília Willadino, onde puderam conhecer e tirar dúvidas sobre o processo de clonagem vegetal. Nesse momento, os alunos observaram algumas plantas clonadas dentro de tubos de ensaio e em seguida, divididos em dois grupos, assistidos por uma doutoranda, conheceram as dependências dos laboratórios.



Figura 3 – Os alunos na UFRPE em uma aula teórica.

Os alunos também assistiram uma aula sobre a preparação do meio nutritivo, conheceram os materiais de laboratório utilizados no processo e conheceram técnicas de assepsia. Depois de concluída estas atividades realizaram uma atividade prática, onde cada aluno realizou a micropropagação de mini-rosas e registrou seu nome no frasco que continha a sua planta.



Figuras 4 e 5 – Alunos no laboratório da UFRPE

Foi de fundamental importância a parceria com o Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, que possibilitou a produção de clones vegetais, em virtude da escola não possuir recursos para a realização de aulas práticas de clonagem.

1.4 Construção da Home Page

Após a realização da micropropagação das mini-rosas, o pesquisador construiu a página eletrônica(www.hotlink.com.br/users/abinfo/index1.html), utilizando o software Microsoft Front Page com todas as informações do projeto, apresentando os seguintes itens:

- **Explicando a Clonagem Vegetal:** este item é formado por vários links contendo informações sobre a produção de clones como:
 1. *Biotecnologia:* clonagem vegetal.
 2. Metodologia.
 3. Desinfestação e isolamento do explante.
 4. Meios de cultura e condições de Incubação.
 5. Conhecendo o Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais da UFRPE.
 6. Equipamentos de Laboratório.
 7. Clone vegetal: ápice caulinar de bananeira.
 8. Clone vegetal: ponta de raiz de bananeira.
 9. Clone vegetal: gema lateral de abacaxi.
 10. Multiplicação de mini rosas.
 11. Melhoramento genético.
 12. Limpeza clonal.
 13. Biofábricas.
- **Projeto:** informações sobre o desenvolvimento de projeto.
- **Atividades no Colégio Souza Leão:** as atividades que aconteceram nas dependências do Colégio. Estão registrados no ambiente os momentos iniciais e a aclimação.
- **Atividades na UFRPE:** procedimentos realizados no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais.
- **Atividades na Fundação Souza Leão:** fotos dos alunos plantando as bananeiras na fundação pertencente à escola.
- **Galeria de Fotos:** fotos de todas as atividades desenvolvidas no projeto.

- **Links:** vários *links* sobre biotecnologia.
- **Equipe:** fotos da equipe que participou do projeto.
- **Ambiente Virtual:** a página foi linkada a um ambiente virtual do Projeto Virtus da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE (www.projetovirtus.com.br). O ambiente é constituído por uma área de convivência e por uma área de edição. A área de convivência está disponível para todos os participantes e é constituído pelos seguintes módulos: apresentação, agenda de atividades, lista de participantes, mural virtual, sala de bate-papo, biblioteca de *links*, central de documentos e o pixelbot. A área de edição apresenta os mesmos módulos, acrescentando o gerenciamento da sala. Nessa área, é possível apagar, corrigir informações e gerenciar o ambiente, tendo acesso restrito ao mediador do ambiente.

1.5 Aulas no Laboratório de Informática da Escola

Após dois meses da realização da micropropagação das mini-rosas, os alunos retornaram ao laboratório de informática e conheceram a página eletrônica do projeto. O primeiro momento no laboratório a professora e os alunos discutiram os procedimentos realizados no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais e organizaram as três aulas que foram realizadas no Laboratório de Informática. As atividades desenvolvidas foram:

1. navegação no *site* construído sobre clonagem vegetal;
2. obtenção de informações do andamento do projeto;
3. acesso ao ambiente virtual para acompanhar o desenvolvimento de suas plantas clonadas;
4. acesso às fotos de todos os eventos realizados e as imagens dos clones no Laboratório de Cultura de Tecidos;
5. revisão dos procedimentos utilizados nas atividades experimentais;
6. troca de informações através de um mural virtual com os pesquisadores da Universidade. O mural virtual contemplou três intervenções.



Figura 6 - Alunos observando os clones pelo computador.

1.6 Atividades no Laboratório de Ciências da Escola

Os alunos, a professora da disciplina e dois graduandos do Curso de Agronomia da UFRPE realizaram a aclimação de bananeiras. Em seguida, os alunos observaram durante dois meses essas plantas até serem definitivamente plantadas no solo. Após as atividades, os alunos responderam, individualmente uma ficha (apêndice B) envolvendo questões como: a importância do projeto para eles, a utilização de uma *home page* para o acompanhamento do projeto; as situações que mais chamaram atenção; a importância das tecnologias em nossas atividades e sugestões para a continuidade dos trabalhos.



Figura 7 - Alunos realizando a aclimação no laboratório da escola.

1.7 Plantio dos clones na Fundação Souza Leão

O colégio disponibilizou um espaço da Fundação Souza Leão para o plantio das mudas de bananeira. A fundação atende crianças carentes da comunidade de Piedade, onde são disponibilizadas aulas de alfabetização e outras atividades para os familiares dessas crianças. Esse plantio foi acompanhado por alguns pais e funcionários da Fundação.



Figuras 8 e 9 - Alunos e pais plantando a bananeira na Fundação.

1.8 Retorno ao Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais

Concluídas todas as atividades, os alunos retornaram à Universidade para aprenderem novos procedimentos sobre clonagem e tirar dúvidas sobre os procedimentos realizados durante o ano. As atividades experimentais envolveram mais dois procedimentos: clonagem de bananeira utilizando ponta de raiz e clonagem de abacaxi utilizando gema lateral. A volta ao laboratório se deu devido a solicitação dos alunos nas avaliações parciais, dúvidas surgidas durante as aulas em relação aos procedimentos laboratoriais e atendimento a alguns alunos que não puderam ir no primeiro semestre.



Figura 10 - Aluna clonando no Laboratório de Cultura de Tecidos.

1.9 Avaliação do conhecimento dos alunos após as atividades

Foram aplicados questionários aos alunos (apêndice C) envolvendo questões similares ao primeiro questionário e outras como: definição de clonagem; seres que são possíveis à realização de clonagem; partes da planta envolvidas no processo; etapas da clonagem e a percepção de como vê a clonagem hoje. Também foi aplicado um questionário aos pais (apêndice D) com o objetivo de saber se em casa os filhos comentavam sobre o projeto; se eles perceberam maior interesse e ou motivação pelos estudos e como eles avaliariam essas atividades.

2. Categorias para análise dos dados

As respostas dos alunos referentes aos questionários 1 e 3 foram relacionadas com os aspectos científicos da clonagem vegetal. O questionário 2 envolveu aspectos relacionados com a experimentação e a utilização de ambientes virtuais de estudo.

Conceitos científicos sobre clonagem vegetal

As respostas relacionadas aos seres que podem ser realizados a clonagem foram agrupadas em duas categorias. Todas as categorias foram verificadas antes e após a intervenção.

Categoria 1 – respostas certas quando se referiam aos animais e vegetais.

Categoria 2 – respostas parcialmente certas quando se referiam apenas ao reino animal.

As respostas relacionadas ao conceito de clonagem foram agrupadas em 4 categorias. Todas as categorias foram verificadas antes e após a intervenção.

Categoria 1 – cópia do ser vivo: *“É quando a partir de uma célula, uma pessoa, um vegetal ou animal pode ser estruturalmente e fisicamente copiado e ficam idênticos”*.

Categoria 2 – inserção de célula ou órgão dentro de outra célula/órgão: *“É uma célula retirada de um indivíduo para colocar em um órgão que esteja preparado para que esta célula retirada possa desenvolver.”*

Categoria 3 – retirada de uma parte do corpo ou célula: *“Clonagem é feita a partir de uma parte de outro ser vivo”*.

Categoria 4 – resposta evasiva: *“É uma forma de trazer as pessoas que já se foram”*.

Em relação às etapas do processo utilizado para realização da clonagem vegetal, as respostas foram agrupadas em duas categorias. Todas as categorias só foram verificadas após a intervenção.

Categoria 1 – respostas certas quando descreveram todas as etapas do processo: *“Limpar as mãos e por álcool, flambar o frasco antes de pegar a matriz, flambar a pinça para pegá-lo, cortar a matriz para pegar a gema (se for o caso) e colocá-la num frasco flambado com meio de cultura. Obs. Fazer esse processo na câmara apropriada.”*

Categoria 2 – respostas parcialmente certas quando descreveram parcialmente as etapas: *“Limpeza das mãos, pega um pedaço da planta com a pinça e depois coloca no pote com os nutrientes.”*

Em relação às partes da planta que são utilizadas na clonagem, foram agrupadas duas categorias. Todas as categorias foram verificadas antes e após a intervenção.

Categoria 1 – todas as partes da planta: *“Clonagem é realizada com a gema, o caule, a folha, a flor, o fruto e a raiz.”*

Categoria 2 – partes isoladas da planta: *“utiliza-se a gema lateral para realizar a clonagem.”*

Em relação a quem pode produzir o clone, as respostas foram agrupadas em 3 categorias. Todas as categorias foram verificadas antes e após a intervenção.

Categoria 1 – apenas os cientistas

Categoria 2 – apenas professores e alunos

Categoria 3 – todas as pessoas

Papel da experimentação

Em relação ao processo, as respostas referentes que mais chamaram atenção dos alunos foram enquadradas em sete categorias. Todas as categorias foram verificadas após a experimentação.

Categoria 1 – o ato de fazer a clonagem: *“O próprio mérito de poder fazer um clone. Isso impressiona qualquer um.”*

Categoria 2 – ver o crescimento dos clones: *“ O crescimento dos clones porque eles crescem do mesmo modo que uma planta normal.”*

Categoria 3 – fazer a transferência do clone do tubo de ensaio para a terra: *“Foi o máximo colocar o clone na terra.”*

Categoria 4 – os equipamentos utilizados: *“Os equipamentos porque me chamou muita atenção como se tivéssemos em um filme fazendo uma clonagem muito importante”.*

Categoria 5 – o meio nutritivo utilizado no processo: *“O meio nutritivo porque é muito interessante aquele gel com tantas substâncias.”*

Categoria 6 – processo de assepsia: *“O cuidado com higiene das plantas.”*

Categoria 7 – tudo chamou atenção: *“Tudo. Tudo é muito legal nesse trabalho. Não tem nada que eu não gostei”.*

Em relação ao que foi o projeto para os alunos, as respostas foram agrupadas em cinco categorias. Todas as categorias foram analisadas após a experimentação.

Categoria 1 – importância de terem realizado a clonagem: *“Tem sido uma experiência muito boa porque a gente aprendeu a clonar”.*

Categoria 2 – considerou o projeto muito bom: *“Esse projeto foi uma experiência muito boa. Eu fiquei muito feliz.”*

Categoria 3 – importância de conhecer mais sobre o reino vegetal: *“ Tem sido uma experiência muito boa, pois estou aprendendo mais sobre as plantas em geral.”*

Categoria 4 – projeto como uma novidade: *“Foi uma novidade.”*

Categoria 5 – privilegiado em realizar o processo: *“Acho que isso envolve uma tecnologia avançada que nós estamos podendo observar e me sinto privilegiada”*

Ambientes virtuais de estudo

Em relação à utilização da home page, as respostas foram agrupadas em duas categorias. Todas as categorias foram verificadas após a intervenção.

Categoria 1 – opiniões favoráveis : *“ No caso da Internet, nós vimos nossos clones sem precisarmos sair do lugar. E acompanhar todo o seu desenvolvimento”.*

Categoria 2 – opiniões não favoráveis.

Em relação à utilização do mural virtual, as respostas foram agrupadas em três categorias. Todas as categorias foram verificadas após a intervenção.

Categoria 1 – informação sobre o clone desenvolvido: *“ Quando nós vamos poder trazer o clone para casa?”*

Categoria 2 – obter informação sobre clonagem vegetal: *“Após quanto tempo o clone pode sair do laboratório?”*

Categoria 3 – possibilidade de voltar a universidade : *“Quem ainda não participou desse projeto vai ter outra oportunidade?”*

V – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Artigo 1: O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS SOBRE CLONAGEM VEGETAL *IN VITRO*¹

¹ Artigo enviado para publicação na revista Journal of Biological Education

O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS SOBRE CLONAGEM VEGETAL *IN VITRO*

Marcos Alexandre de Melo Barros (Mestrando do Programa de Pós-graduação de Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Lília Willadino (Professora Doutora do Departamento de Biologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Rejane Martins Novais Barbosa (Professora Doutora do Departamento de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Marcelo Brito Carneiro Leão (Professor Doutor do Departamento de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Resumo

O presente artigo analisa a construção de conhecimentos científicos sobre clonagem vegetal de alunos da 6ª série do Ensino Fundamental de uma escola da rede privada da cidade de Jaboatão dos Guararapes. A investigação baseou-se na utilização da experimentação, onde os alunos puderam realizar a clonagem ou micropropagação, utilizando brotos de mini-rosas, ponta de raiz de bananeira e gema lateral de abacaxi. Os procedimentos foram realizados em um laboratório de cultura de tecidos na universidade. Os alunos também acompanharam o desenvolvimento dos clones e trocaram informações com pesquisadores, professores e alunos. Os resultados demonstraram a importância do aluno em participar ativamente do processo de aprendizagem, através de metodologias diversificadas que contemplem a utilização de experimentos, aulas de campo e de ambientes virtuais de aprendizagem.

Palavras-chave: clonagem vegetal – ensino de ciências - experimentação

Introdução

O ensino de ciências nos últimos anos tem mostrado uma nova face para os alunos. O que antes era aulas livrescas, passou a ser contextualizado, em maior frequência, com a realidade do aluno. Dados têm mostrado que essa nova forma de se pensar e realizar o ensino de ciências tem garantido uma geração de pessoas mais comprometidas com sua própria aprendizagem, com mais criticidade e autocrítica, além de uma evolução considerável em relação a tomada de decisão.

Um dos fortes aliados nessa nova forma de pensar e fazer o ensino de ciências consiste na utilização da experimentação nas aulas. É fundamental que os experimentos levem os alunos a refletirem antes, durante e depois de cada atividade proposta. Além disso, eles devem acontecer não só nos laboratórios, mas em todos os espaços da escola, interligado com o campo conceitual. O professor poderá fazer uso, na sua própria aula teórica, de artifícios que estimulem o pensar nos alunos. Sendo assim, as aulas experimentais devem estar permeando todo o processo educacional como mais uma ferramenta da aprendizagem.

A experimentação se apresenta como uma atividade específica no ensino de ciências, cujas possibilidades educacionais têm sido largamente reconhecidas. Os conteúdos procedimentais não são independentes dos conceituais, sendo assim as atividades práticas devem favorecer a aprendizagem integral dos conceitos, ampliando suas experiências e modificando suas idéias e interpretações em relação ao meio em que se vive. É nessa perspectiva que percebemos a experimentação como parte integrante do processo de ensino-aprendizagem de ciências.

É muito importante fomentar o espírito científico, ou seja, a atitude de exploração, a busca de soluções, a reflexão sobre o realizado, a validade das tentativas ou provas para comprovar uma hipótese, tudo isso, vinculada à prática concreta do aluno. O professor deve tentar integrar a teoria com a prática, permitindo o desenvolvimento dos conhecimentos conceituais e procedimentais ao mesmo tempo. O ensino de ciências deve ser interligado com a nossa realidade a fim de nos apropriarmos do mundo que nos rodeia: estudar o que acontece, anotar, discutir, comparar e acompanhar processos (CARRETERO, 1997).

As atividades cognitivas e o desenvolvimento de potencialidades do aluno para a vida na sociedade são fortalecidos quando vemos as experimentações como estratégias dinâmicas e interativas, que enfatizam a negociação de significados de saberes e que favorecem a construção do conhecimento a partir de contextos reais ou criados. O aluno precisa transformar, produzir, construir e criar o real, sem ser simplesmente reprodutor. A observação é sempre carregada de teoria, o laboratório e o cotidiano podem ser tomados como referências essenciais para a promoção das potencialidades humanas.

As experimentações necessitam de muita reflexão, desenvolvimento e construção de idéias, juntamente com o conhecimento de procedimentos e atitudes. O professor deve solicitar que os alunos expressem expectativas de resultados, argumentem os obtidos e comparem aos esperados, para que ampliem e potencializem a construção de conhecimento através de uma experimentação.

Sendo assim, o ensino de ciências precisa utilizar atividades procedimentais que provoquem nos alunos questionamentos e inquietações. Somado a essa necessidade, muitos temas científicos têm aparecido nas diversas mídias, exigindo da população uma atitude crítica e elaborada.

No final do século XIX, com a descoberta de que todas as células de um ser vivo contêm seu genoma completo, surge a idéia de clonagem. Mesmo fora do organismo, as células continuam vivas, ativando e desativando seus genes e, assim, multiplicando-se, desde que estejam adequadamente nutridas. Fragmentos de uma planta, colocados em condições apropriadas, permitem que as células continuem se dividindo em laboratório para originar uma planta completa através de condições especiais de estímulos (PEREIRA, 2002).

A cultura de tecidos vegetais compreende as técnicas de cultivo *in vitro* em meio nutritivo, com condições assépticas, de células, tecidos e órgãos sob controle de luminosidade e temperatura. Essa técnica tem sido empregada para a recuperação de plantas livres de patógenos, conservação e intercâmbio de germoplasma *in vitro*, propagação em escala rápida, produção de haplóides, transformação genética de

plantas entre outras. A clonagem vegetal, ou micropropagação vegetativa *in vitro*, compreende a aplicação mais concreta da cultura de tecidos e a que oferece maior impacto. Refere-se à obtenção e multiplicação de material vegetal geneticamente idêntico entre si e à planta matriz (TORRES, 2000 e GONZÁLEZ, 1998).

Cid (2001) conceitua micropropagação de plantas como uma técnica para propagar plantas dentro de tubos de ensaio, ou similares de vidro, sob adequadas condições de assepsia, nutrição e fatores ambientais como luz, temperatura, oxigênio e gás carbônico.

Esta técnica desenvolveu-se inicialmente na Europa e nos Estados Unidos e, atualmente, está se desenvolvendo no resto do mundo, incluindo países da América Latina, Ásia e África (GONZÁLEZ, 1998). São produzidas, atualmente, para comercialização, mais de 250 milhões de plantas por ano através da micropropagação (TRIGIANO e GRAY, 2000).

Quatro etapas são envolvidas na micropropagação (MURASHIGE, 1974): (1) seleção de explantes (fragmentos extraídos da planta, as quais podem ser retiradas de folhas, caules, raízes, frutos, etc), sua assepsia e transferência para meios nutritivos; (2) proliferação de brotos em meios nutritivos de multiplicação; (3) transferência dos brotos para um meio nutritivo para enraizamento e (4) aclimação ou retirada da planta do frasco com meio nutritivo para transplante no solo.

Pereira (2002) ressalta como uma vantagem da clonagem vegetal a seleção e multiplicação de plantas com características agrônomicas desejáveis. No que se refere à multiplicação, a micropropagação garante uma propagação rápida e em grande escala. Isso favorece a sua aplicação na produção comercial de plantas em grande escala, possibilitando sua multiplicação rápida e em períodos de tempo e espaço físico reduzidos (laboratórios). Um único laboratório ou biofábrica é capaz de produzir 100 mil mudas de plantas por ano.

Esta pesquisa visou verificar o papel da experimentação na aprendizagem de conceitos sobre clonagem vegetal.

Metodologia

Participaram dessa pesquisa 33 alunos da 6ª série do Ensino Fundamental de uma escola da rede privada do município de Jaboatão dos Guararapes em Pernambuco, Brasil. Esta turma foi escolhida por ser extremamente inquieta, e os alunos não assistem as aulas ou realizarem as tarefas de classe/casa assiduamente, apresentando alto índice de indisciplina relatado por professores, coordenadores e direção. O tema clonagem vegetal foi escolhido por estar inserido nos conteúdos de Ciências da 6ª série do Ensino Fundamental – características e classificação do Reino Vegetal e morfologia das plantas.

Inicialmente foi aplicado com os alunos um teste inicial para verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema proposto nas atividades. O teste abordava questões como: definição de clonagem; em que seres vivos é possível a realização da clonagem; partes da planta envolvidas no processo; quem pode realizar a clonagem; em que locais é possível a realização da clonagem; entre outros. Em seguida a professora de Ciências introduziu o assunto no laboratório de informática, utilizando uma apresentação elaborada no software Power Point com informações gerais sobre os procedimentos utilizados no laboratório de cultura de tecidos vegetais.

Posteriormente os alunos visitaram o Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), onde realizaram a micropropagação de mini-rosas e tiveram uma aula teórica na qual puderam aprender e tirar dúvidas sobre o processo de clonagem vegetal. Os alunos observaram algumas plantas clonadas dentro de tubos de ensaio e conheceram as dependências do Laboratório. Tiveram uma aula sobre a preparação do meio nutritivo, conheceram os materiais de laboratório utilizados no processo e aprenderam técnicas de assepsia.

Após a realização da micropropagação das mini-rosas, foi construída uma página eletrônica (www.hotlink.com.br/users/abinfo/index1.html), utilizando o software Microsoft Front Page com todas as informações do projeto. Essa home-page

ofereceu para a turma informações sobre todos os procedimentos utilizados no laboratório para realizar a clonagem, assim como um ambiente virtual de estudo para facilitar a troca de informações dos alunos e professores da escola com os pesquisadores da universidade.

Após dois meses de realização da micropropagação das mini-rosas, os alunos retornaram ao laboratório de informática e conheceram a página eletrônica do projeto. Os alunos acompanharam *on-line* o desenvolvimento e o crescimento dos seus clones; trocaram idéias com os colegas, professor e pesquisadores da Universidade Federal Rural de Pernambuco e apropriaram-se dos recursos tecnológicos necessários para a navegação na *web*.

Os alunos, a professora da disciplina e dois graduandos do Curso de Agronomia da UFRPE realizaram a aclimação de mudas de bananeiras. Em seguida os alunos observaram durante dois meses o crescimento dessas plantas, as quais foram , então, plantadas na Fundação Souza Leão, administrada pela escola.

Concluídas todas as atividades, os alunos retornaram a Universidade para aprenderem novos procedimentos sobre clonagem e tirarem dúvidas sobre os procedimentos realizados durante o ano.

Ao longo do processo, os alunos responderam mais um questionário para verificar como estava indo a condução das atividades, envolvendo questões como a importância do projeto para eles, a utilização de uma *home page* para o acompanhamento do projeto; as situações que mais chamaram atenção; a importância das tecnologias em nossas atividades e possíveis sugestões para a continuidade dos trabalhos. No final das atividades foi aplicado um outro questionário aos alunos que abordava questões como: definição de clonagem; seres que são possíveis à realização de clonagem; partes da planta envolvidas no processo; etapas da clonagem e a percepção de como vê a clonagem hoje.

Resultados e Discussão

Os resultados envolveram duas partes distintas: análise do conhecimento dos alunos sobre a temática e suas impressões sobre as atividades experimentais desenvolvidas.

Em que seres pode ser realizado a clonagem?

Mesmo antes das atividades, constatou-se que a maioria dos alunos (88%) tinha conhecimento da possibilidade de clonagem em animais e vegetais. Apenas 12% deram respostas parciais, referindo-se simplesmente ao reino animal. É possível que essas respostas se dêem ao fato de jornais, revistas e a mídia televisiva destacarem o assunto de forma intensiva. Entretanto, percebeu-se que os alunos não tinham idéia da definição e dos procedimentos utilizados na clonagem, principalmente a vegetal.

O que é clonagem?

Antes das atividades as respostas dos alunos eram bem diversificadas, mostrando mais uma vez o quanto a mídia exerce influência na sociedade. Parte dos alunos (40%) demonstrou um bom entendimento sobre o conceito de clonagem, concebendo como tal à produção de uma cópia de outro ser vivo.

É quando a partir de uma célula, uma pessoa, um vegetal ou animal pode ser estruturalmente e fisicamente copiado e ficam idênticos. (Edson)

De acordo com Torres *et al* (2000) clone é conceituado como um conjunto de células de organismos geneticamente idênticos produzidos assexuadamente, originadas de uma única planta, ou seja, a clonagem vegetal é um processo de produção de indivíduos idênticos a partir de células ou segmentos de vegetais.

Os demais alunos se referiram ao procedimento - *É uma célula retirada de um indivíduo para colocar em um órgão que esteja preparado para que esta célula retirada possa desenvolver.* (Josely) - inserção de célula/órgão em outra célula ou órgão (21%) e retirada de uma parte do corpo ou célula (18%), ou deram respostas evasivas (21%).

Na verdade a concepção de clonagem do aluno como uma inserção, chega próximo do conceito de transgênico, que consiste na inserção de material genético de uma célula em outra.

Após a experimentação, os alunos passaram a ter uma visão mais detalhada sobre a clonagem, tendo sido verificado um aumento considerável no número de respostas corretas (89%). - *É um processo no qual fazemos um ser igual à sua matriz.* (Maria Eduarda) Os outros (11%) as respostas foram parcialmente corretas. - *É um processo científico que ajuda a melhorar a produção de plantas* (Tássia).

Também se percebeu que a maioria dos alunos (88%) descreveu as etapas do processo utilizado para a realização da clonagem vegetal corretamente.

Limpar as mãos e por álcool, flambar o frasco antes de pegar a matriz, flambar a pinça para pegá-lo, cortar a matriz para pegar a gema (se for o caso) e colocá-la num frasco flambado com meio de cultura. Obs. Fazer esse processo na câmara apropriada. (Maria Eduarda)

Os demais (12%) descreveram as etapas parcialmente, deixando de se referir a algum procedimento utilizado na clonagem vegetal.

Limpeza das mãos pega um pedaço da planta com a pinça e depois coloca no pote com os nutrientes. (José)

Quais partes da Planta são utilizadas na clonagem vegetal?

A maioria dos alunos (67%) no teste inicial citou algumas partes isoladas do vegetal, como raiz, caule, folha, flor e fruto. Tendo sido a raiz a parte mais citada. Apenas 33% consideraram que a partir de qualquer parte da planta pode ser realizada a clonagem. Após as atividades experimentais para produção do clone, este percentual de 33% aumentou consideravelmente (78%). Os outros alunos destacaram as partes da planta que eles manipularam, como raízes (11%) e gema lateral (11%), respostas também corretas, ainda que incompleta.

Clonagem é realizada com a gema, o caule, a folha, a flor, o fruto e a raiz.
(José Cavalcante)

Esses resultados sugerem que a experimentação é importante para a compreensão do conteúdo porque exige do aluno muita reflexão, desenvolvimento e construção de idéias, argumentação e comparação dos dados obtidos a fim de ampliar e potencializar a construção do conhecimento. O aluno ao realizar um experimento tem a oportunidade de rever seu pensamento sobre determinado fenômeno, confrontando suas crenças anteriores. Também possibilita que se levante hipóteses, oportunizando excelentes momentos de reflexão em todo o processo da experimentação. Como verificado nos dados acima, Carretero (1997) enfatiza que é importante despertar a atitude de exploração, a busca de soluções, a reflexão sobre o realizado, a validade das tentativas ou provas realizadas a fim de comprovar hipóteses.

A experimentação na forma como foi utilizada tem seu valor pedagógico conforme se observa nas falas dos alunos:

O que chamou a minha atenção foi saber que existem clones vegetais e que se faz com várias partes dos vegetais.(Adriano)

Acho que foi muito bom termos feito esse clone, pois aprendemos mais sobre as plantas e sobre a “tecnologia” hoje usada, principalmente com elementos da natureza, “Plantas”. (Eloísa)

Também foi percebido a assimilação do conceito de totipotência pelos alunos, considerando que antes da intervenção não existia um consenso sobre em quais partes da planta era possível realizar a clonagem. Esse conceito desenvolvido no século XIX refere-se a propriedade das células vegetais terem a potencialidade de formar um novo indivíduo completo. Mesmo fora do organismo, as células continuam vivas, contém seu genoma completo e continuam ativando e desativando seus genes e, assim, multiplicando-se, desde que estejam adequadamente nutridas (PEREIRA, 2002).

Quem pode produzir clones?

Inicialmente a maioria dos alunos (60%), atribuiu apenas aos cientistas essa capacidade e 12% aos professores e alunos. Apenas 28% dos alunos acreditavam

que qualquer pessoa seria capaz de realizar a clonagem (cientistas, alunos, professores e agricultores). Nenhum dos alunos citou o agricultor na produção do clone.

Estes resultados reforçam o que alguns autores (FUMAGALLI, 1998 e SILVA e ZANON, 2000) afirmam sobre a concepção científica que considera como inquestionável e verdadeiro o conhecimento adquirido pelos cientistas continua sendo incorporada drasticamente ao ensino de ciências. Talvez devido ao fato das aulas de ciências ainda serem vistas com o objetivo de formar cientistas.

Gil Pérez (1993) enfatiza que a educação científica desenvolvida nas escolas não deve ter a pretensão de originar cientistas, mas formar cidadãos para atuar com discernimento e determinação, trabalhando alguns problemas atuais a fim de compreender o papel da ciência e do desenvolvimento tecnológico, fortalecendo sua formação de cidadão e estimulando atitudes de responsabilidade em relação ao meio em que vivem.

Após as atividades, foi desmistificado a idéia da ciência direcionada exclusivamente a cientistas, considerando que 100% dos alunos passaram a acreditar que qualquer pessoa pode efetuar a clonagem, desde que conheça a técnica e disponha dos meios adequados.

Eu mesma fiz uma clonagem e também há clonagens naturais, sem ajuda científica. (Maria Eduarda).

Qual o papel da experimentação?

Quanto ao papel da experimentação nas atividades, 100 % dos alunos consideram como fator principal a realização do experimento foi de extrema importância para os alunos, mesmo tendo sido utilizadas outras atividades, como o ambiente virtual, para os alunos nada foi mais importante do que o ato de fazer a clonagem, ou seja, quando questionados sobre o que mais tinha chamado sua atenção nas atividades propostas.

O próprio mérito de poder fazer um clone. Isso impressiona qualquer um.
(Maria Eduarda)

Fazer a clonagem, pois somos estudantes, mas capazes de fazer um clone. (Bárbara)

Foram as máquinas e os equipamentos porque é uma coisa muito interessante que eu nunca vi na minha vida ainda está na minha cabeça.
(Janaína)

Os equipamentos, porque me chamou muita atenção como se tivéssemos em um filme fazendo uma clonagem muito importante (Tássia)

O prazer de fazer, ou seja, o interesse que tivemos para não perder nossas plantinhas e ficarmos sabendo sobre tudo deste processo.
(Josely)

Percebe-se nas falas dos alunos que foi motivante realizar a clonagem na universidade pois eles manipularam os equipamentos de laboratório, mostraram interesse em saber da planta que se tinha clonado e a vontade de saber todo o processo. Nas palavras de Oró (1999), o ensino de ciências naturais deve tentar integrar a teoria com a prática, permitindo o desenvolvimento dos conhecimentos conceituais e procedimentais ao mesmo tempo. O ensino deve ser interligado com a nossa realidade a fim de nos apropriarmos do mundo que nos rodeia: estudar o que acontece, anotar, discutir, comparar e acompanhar processos. Não podemos esperar uma aprendizagem útil sem criar uma relação entre os conhecimentos conceituais e procedimentais. Além disso, o contato com a realidade e o enfoque concreto contribuem para despertar a motivação nos alunos.

Em relação ao processo, o que mais chamou a atenção dos alunos foi o ato de fazer a clonagem (42%), ver o crescimento dos clones (17%); fazer a transferência do clone do tubo de ensaio para a terra (13%) (aclimatação); os equipamentos utilizados no processo (7%); o meio nutritivo utilizado no processo (7%), processo de assepsia (7%) e para os outros 7% tudo chamou atenção.

Sobre as atividades, 43% dos alunos falaram sobre a importância de terem realizado a clonagem; 30% consideraram o projeto como muito bom; 13% relataram sobre a importância de conhecer mais sobre o reino vegetal; 10% viram o projeto como uma novidade e 4% sentiram-se privilegiados em realizar o processo.

Tem sido um grande aprendizado, pois com esse projeto podemos firmar nossa opinião sobre clonagem vegetal, aprender mais sobre esse assunto além de ter seu próprio clone vegetal em casa (Maria Eduarda).

Acho que isso envolve uma tecnologia avançada que nós estamos podendo observar e me sinto privilegiada.(Tássia)

Os depoimentos dos alunos revelam a importância das atividades para o aprendizado do reino vegetal a partir de uma técnica moderna que é a clonagem. A novidade levou-os a se sentirem privilegiados, pois é fundamental valorizar os alunos para que eles possam desenvolver faculdades de julgamento, desenvolver a criticidade e a habilidade de absorver os diferentes conceitos, procedimentos, atitudes e valores.

Implicações educacionais

A experimentação sobre clonagem vegetal, um dos objetivos dessa pesquisa, contribuiu para um maior rendimento e aproveitamento nas aulas de Ciências. Os principais conceitos de botânica como as características gerais e morfologia das plantas, processos de reprodução e nutrição mineral foram bem assimiladas pelos alunos. A educação científica realizada nas escolas não deve ter a pretensão de originar cientistas, mas sim de formar cidadãos para atuar com discernimento e determinação, trabalhando com temas atuais para uma melhor compreensão do papel da ciência e do desenvolvimento tecnológico, fortalecendo sua cidadania e estimulando atitudes de responsabilidade em relação ao meio em que se vive.

Foi verificado, também, que os alunos rapidamente aprenderam os procedimentos para a realização da clonagem, através das orientações fornecidos pelos pesquisadores da universidade. Eles deram uma atenção extraordinária as intervenções práticas.

O projeto despertou nos alunos a curiosidade e o interesse em continuar as pesquisas. Durante o projeto, inúmeras vezes os alunos questionaram sobre a sobrevivência dos clones, o dia em que retornariam à universidade, quando a equipe da universidade viria até a escola, entre outros questionamentos. Esses dados

apontam que a experimentação proporcionou um ambiente de aprendizagem muito estimulante e levou o aluno a assimilar melhor o conteúdo. Os conceitos estudados de ciências passaram a ter uma funcionalidade e uma importância considerável, sendo visto de forma prazerosa.

Um outro aspecto muito importante nessa intervenção foi a mudança de comportamento dos alunos depois das atividades experimentais. O que antes era uma turma problemática, com fraco desempenho nas provas e atividades, com altos índices de indisciplina e dispersão, passou a ser uma turma envolvida com o seu próprio processo de aprendizagem.

A escola precisa proporcionar uma educação que auxilie os alunos em sua vida, desenvolvendo competências cognitivas, sociais e culturais. Os conhecimentos científicos e tecnológicos são produções do trabalho humano, não podendo ficar restritos ao domínio dos cientistas. Um ensino voltado para a cidadania precisa direcionar conhecimentos que ajudem a compreender o mundo e suas transformações, implicando alternativas de caráter interdisciplinar. É importante à inserção de métodos de ensino que contemplem atividades diversificadas, pois são fundamentais no ensino de ciências porque favorecem o envolvimento, a interação, o interesse e a curiosidade pelos conteúdos que estão sendo trabalhados.

Referências Bibliográficas

CARRETERO, Mário. **Construtivismo e Educação**. Trad. Jussara Rodrigues – Porto Alegre: ArtesMédicas, 1997.

CID, Pedro Barrueto L. A propagação in vitro de plantas. O que é isso? Cultura de tecidos vegetais – uma ferramenta fundamental no estudo da biologia moderna de plantas. **Revista Biotecnologia Ciência&Desenvolvimento**/ ano III- número 19 – março/abril de 2001- página 16 a 21.

FUMAGALLI, Laura. O ensino de ciências naturais no nível fundamental de educação formal: argumentos a seu favor. In: WEISSMANN, Hilda **Didática das**

Ciências Naturais: contribuições e reflexões/ organizado por Hilda Weissmann; trad. Beatriz Affonso Neves – Porto Alegre: ARtMEd, 1998.

GONZÁLEZ JIMÉNEZ, A. Elio. Generalidades del cultivo in vitro. In: PÉREZ PONCE, J. N. (Ed.) **Propagación y Mejora de Plantas por Biotecnología**. Editora Santa Clara. Cuba: Instituto de Biotecnología de las Plantas, 1998.

PEREIRA, Lygia da Veiga. **Clonagem: fatos & mitos** – São Paulo: Moderna, 2002.- (Coleção polêmica)

SILVA, L. H. A e ZANON, L. B. *A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. (orgs). **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: Unimep, 2000, p. 120-153.*

TORRES, Antônio Carlos; FERREIRA, Adriana Teixeira; SÀ Fátima Grossi; BUSO, José Amauri; CALDAS, Linda Styer, NASCIMENTO; Adriana Souza, BRÍGIDO; Marcelo Macedo, ROMANO; Eduardo. **Glossário de Biotecnologia Vegetal**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000.

TRIGIANO, Robert e GRAY, Dennis. **Plant tissue culture concepts and Laboratory Exercices**. New York. CRC Press. 2000.

Artigo 2. O PAPEL MEDIADOR DOS AMBIENTES VIRTUAIS DE ESTUDO NA APRENDIZAGEM DE CLONAGEM VEGETAL *IN VITRO*²

² Artigo enviado para publicação na revista brasileira de Informática na Educação da Sociedade Brasileira de Computação- SBC.

O PAPEL MEDIADOR DOS AMBIENTES VIRTUAIS DE ESTUDO NA APRENDIZAGEM DE CLONAGEM VEGETAL *IN VITRO*

Marcos Alexandre de Melo Barros (Mestrando do Programa de Pós-graduação de Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Lília Willadino (Professora Doutora do Departamento de Biologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Rejane Martins Novais Barbosa (Professora Doutora do Departamento de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Marcelo Brito Carneiro Leão (Professor Doutor do Departamento de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Resumo

O presente artigo apresenta os resultados da construção de um ambiente virtual de estudo, assim como sua utilização em uma turma de alunos da 6ª série do Ensino Fundamental de uma escola privada. O objetivo principal foi verificar a utilização deste ambiente mediando a aprendizagem de conceitos sobre clonagem vegetal. Também se investigou a utilização de um mural virtual realizado entre alunos e especialistas e a navegação nos vários ambientes da *home page*.

Palavras-chaves: ambiente virtual, ensino de ciências e clonagem vegetal.

Introdução

As Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC), através de seus inúmeros suportes midiáticos como o jornal, a televisão, o rádio e os computadores promovem o acesso e a veiculação das informações a todas as formas de ação comunicativa, em todas as partes do mundo. Hoje não podemos ver mais a mídia como um simples suporte tecnológico. É importante ressaltar suas interações perceptivas, emocionais, cognitivas e comunicativas com as pessoas. Além disso, ela apresenta uma lógica e uma linguagem bem singular. É conveniente apontar que a mídia interfere em nossa forma de pensar, agir, em nossos relacionamentos e ainda na maneira como adquirimos conhecimento.

Kenski (2003) ressalta que as Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC) têm promovido mudanças em nossas ações, nos nossos pensamentos e na forma de representar a realidade. Essas transformações tecnológicas exigem novos ritmos e dimensões no processo de ensino aprendizagem. Hoje, é fundamentalmente importante estar aberto para o novo e permanecer constantemente em estado de aprendizagem. As tecnologias alteram o modo de dispormos, compreendermos e representarmos o tempo e o espaço em nossa volta. Além disso, as opções de acesso às informações são bem diversificadas, não necessitando necessariamente de deslocamentos físicos às instituições tradicionais de ensino.

Neste contexto, um dos recursos mais utilizados nessa nossa sociedade da informação é a *Internet*. Bartolomé (2002) enfatiza que dentre as NTIC, a *Internet* é hoje uma das ferramentas mais poderosas para uso na educação. O acesso à *Internet* possibilita inúmeras possibilidades educativas, ampliando os espaços da escola para acessar informação, para se comunicar e oferecer serviços, informações e atividades realizadas pelos professores, alunos e funcionários. A rede potencializa as possibilidades de acesso às informações e a comunicação da escola com todo o mundo. A *Internet* é um espaço de interação entre pessoas conectadas. É o encontro de pessoas com a finalidade de aprender juntas, estabelecendo uma forma nova e revolucionária de comunicação para o ensino. Entretanto, essa revolução só

vai acontecer se forem bem internalizada por professores e alunos, associando seu uso a um projeto pedagógico coerente.

Existem inúmeros recursos disponíveis na *Internet*. A distribuição de informação através da *world wide web* compreende o recurso mais popularizado entre os internautas. Além disso, o correio eletrônico ou e-mail (*eletronic mail*), é um dos mais utilizados na net, servindo de suporte para listas ou grupos de discussão. Os *fóruns*, também chamados murais virtuais oferecem uma apresentação da informação mais estruturada, onde as mensagens se ordenam de modo hierárquico seguindo uma linha de discussão. Os alunos podem enviar a pergunta diretamente para o professor se não quiserem que elas sejam expostas ao domínio público. Por outro lado, quando se precisa recorrer a sistemas *on-line* síncronos, ou seja, em tempo real, os *chats*, as vídeo e áudio conferências e são os meios que podem ser utilizados. Os *chats* permitem a aproximação entre professores e alunos (ou entre alunos) através de discussões sobre um tema determinado, sendo assim um meio que viabiliza o diálogo. O *chat* agiliza as discussões do grupo para a tomada de decisões. Nesta discussão síncrona ou *chat*, todos os participantes devem estar ao mesmo tempo no ambiente selecionado, interagindo em tempo real.

As redes telemáticas têm possibilitado uma relação baseada na troca de informações, permitindo a criação de comunidades virtuais que interagem entre si através de redes eletrônicas. As comunidades virtuais são construídas através de inúmeras interfaces, tendo geralmente um local para a apresentação dos participantes, espaço para a realização de pesquisas e ambientes para a realização de comunicação síncrona e assíncrona. A apresentação do grupo tem como objetivo principal aproximar alunos e professores. Nesse módulo, os participantes geralmente escrevem seu nome, endereço eletrônico e fazem uma breve descrição, explicitando os motivos e expectativas em relação ao uso do ambiente virtual. Os ambientes apresentam ainda espaços para a realização de pesquisas na *web* e a inserção de endereços e documentos para que todos possam consultar. Esse procedimento é essencial para a elaboração de uma base bibliográfica coletiva e compartilhada, o que estimula uma aprendizagem colaborativa. A comunicação síncrona (bate-papo) tem o objetivo de estimular os estudantes a se colocarem a respeito do tema trabalhado. Na comunicação assíncrona (mural virtual), o objetivo básico é

proporcionar aos alunos a oportunidade de sintetizarem o que foi discutido, emitir dúvidas e solicitar algum esclarecimento.

De acordo com Cunha *et al* (2000, p. 57), os ambientes virtuais de estudo são conceituados por cinco características, sendo três tecnológicas e duas sócio-cognitivas: a) comunicação multidirecional efetiva, onde todos podem falar de forma autônoma; b) registro dos conteúdos produzidos pelo grupo; c) acesso aberto no tempo e no espaço, possibilitando que todos gerenciem seu próprio ritmo de aprendizagem e local de conexão; d) sociabilidade, isto é, capacidade de manter laços entre os indivíduos participantes de determinados grupos; e) inteligência coletiva, isto é, capacidade do grupo de construir e compartilhar conhecimentos;

Kenski (2003) aponta ainda, que as comunidades virtuais devem possuir três possibilidades de integração: a interação, a cooperação e a colaboração *on-line*. A interação não ocorre somente com outros usuários, mas com os sons, com as imagens, com os vídeos e com outras ferramentas disponíveis. A cooperação acontece quando as redes permitem mecanismos para as pessoas verem, ouvirem e enviarem as mensagens umas às outras. Entretanto, a colaboração permite que as pessoas realizem trabalhos em grupo, onde cada um colabora para a realização de atividades de aprendizagens, estabelecendo laços e identidades sociais.

Para Souza (2002) as discussões *on-line* possibilitam um grau de profundidade e de diversidade que normalmente não encontramos nas classes tradicionais. Além disso, é comum que vários assuntos sejam tratados de forma simultânea, enquanto que nos ambientes tradicionais isso, raramente é permitido.

Leão e Bartolomé (2003) apontam para a importância da interação entre as pessoas que compartilham um mesmo interesse, para que ocorra a construção do conhecimento a partir das informações obtidas. Enaltecem ainda a necessidade de mudança no processamento de informação passando de uma abordagem linear e seqüencial para a ocorrência de multipossibilidades de linguagens, denominadas multimídicos. Essas novas linguagens possibilitam uma construção, no processo de aprendizagem, mais integrada, aberta e multi sensorial.

Kenski (2003) afirma que o ciberespaço abre possibilidades para aprendizagens, pois sem discriminações, sem deslocamentos físicos e reunidos com muita vontade de aprender, as pessoas entram em uma nova era da educação. O próprio movimento de troca, o desenvolvimento de ações comuns, de consciência, de valores sociais e grupais, recupera as relações educacionais entre as pessoas participantes do processo. As inúmeras trocas que ocorrem com os inúmeros recursos tecnológicos refletem-se em inúmeras e diferenciadas aprendizagens para seus membros. As comunidades virtuais rompem com os regimes temporais que a cultura educacional exige, porque agora o tempo é o momento em que os integrantes estão interessados em permanecer em estado de troca, colaboração e aprendizagem.

Leão e Bartolomé (2003) propõem a utilização de um multiambiente de aprendizagem, onde a escola reúna em um único ambiente de aprendizagem os inúmeros recursos tecnológicos. Os autores citam o distanciamento, tanto físico como metodológico, dos inúmeros ambientes de uma escola. Por isso, recomenda uma sala com uma abordagem multi sensorial, dinâmica, favorecendo a interação entre professor-aluno e aluno-aluno. Também destacam a necessidade de estabelecer estruturas que favoreçam a construção do conhecimento de forma síncrona e assíncrona. Além disso, a escola precisa proporcionar mais liberdade nas interações e o envolvimento das teorias da aprendizagem nas produções didáticas. Os cursos devem adotar a semipresencialidade, onde o aluno pode ampliar a interação com o ambiente escolar e com outros ambientes extra-escolares.

Assim como a tecnologia da informação e comunicação, a biotecnologia tem se firmando como uma área extremamente importante para o progresso e desenvolvimento da humanidade. Compreende um conjunto de técnicas que utiliza seres vivos para produzir ou modificar produtos, aumentar a produtividade de plantas e animais de maneira eficiente, firmou-se como marco de uma nova era no destino da humanidade no século passado. Várias têm sido hoje as aplicações das técnicas de biotecnologia celular de plantas, a começar pela clonagem (GIACOMETTI, 1990 e TORRES, 2000).

A clonagem vegetal ou micropropagação *in vitro* compreende a aplicação mais concreta da cultura de tecidos vegetais. Compreende a obtenção e multiplicação de material geneticamente idêntico entre si e a planta matriz (TORRES, 2000 e GONZÁLEZ, 1998). Clone deriva do grego *Klón*, que significa “broto”, pressupondo a existência de um indivíduo gerador, e a ocorrência de reprodução assexuada.

Com a aplicação das últimas técnicas de clonagem em plantas é possível regenerar uma planta inteira a partir de uma única célula, tecido ou órgão vegetal. Nesse processo, o material vegetal se desenvolve, diferencia-se e se multiplica em meio nutritivo formando um grande número de plantas. O tecido vegetal, bem como a planta diferenciada, são cultivadas em tubos de ensaio, ou frascos, que contêm meio nutritivo e estes são mantidos em laboratório em condições controladas de luz, temperatura e umidade.

A tecnologia da cultura de células, protoplastos e tecidos de plantas constitui uma das áreas de maior êxito da biotecnologia. Após quase meio século de progresso, esta tecnologia conquistou destacada posição na propagação comercial e industrial de plantas, no melhoramento genético, no manejo, no intercâmbio e conservação de germoplasma e em outras aplicações como as pesquisas em fisiologia vegetal e produção industrial *in vitro* de compostos secundários (Giacometti, 1990. p.19).

Como referenda Giacometti (1990), o Brasil tem se destacado nas pesquisas com cultura de tecidos nos últimos anos, principalmente pelos investimentos dos órgãos públicos e também pela iniciativa privada. A propagação de plantas em larga escala foi iniciada na Inglaterra e na França em 1966. A produção inicial era voltada basicamente para o cultivo de flores: crisântemos, orquídeas e cravo. Posteriormente, desenvolveram-se as bromélias, as dracenas e a partir da década de 80 as plantas lenhosas, o dendê e a tamareira, entre outras. A propagação *in vitro* de culturas tropicais também tem sido altamente valorizada.

Pereira (2002) ressalta como uma vantagem da clonagem vegetal a seleção e multiplicação de plantas com características agrônomicas desejáveis. Sabe-se que por meios clássicos de melhoramento genético pode-se realizar essa seleção, sendo, entretanto um processo que exige anos de trabalho. O clone, por possuir exatamente os mesmos genes da sua “matriz” reproduzirá em um único ciclo, plantas idênticas a matriz. No que se refere à multiplicação, a micropropagação

garante uma propagação rápida e em grande escala. Isso favorece a aplicação na produção comercial de plantas em grande escala, possibilitando sua multiplicação rápida e em períodos de tempo e espaço físico reduzidos (laboratórios).

A clonagem vegetal é, neste contexto, um tema de extrema relevância dentro da sociedade atual. Com isso, a discussão dessa temática nos processos educacionais formais e informais pode ajudar na construção de diversas competências e habilidades necessárias ao indivíduo que vive nesta nova sociedade.

Este trabalho teve como objetivo investigar o papel mediador de ambientes virtuais de estudo, na aprendizagem de conceitos científicos sobre clonagem vegetal, através da construção de uma *home page* e da navegação no ambiente virtual.

Metodologia

Participaram dessa pesquisa 33 alunos da 6ª série do Ensino Fundamental de uma escola da rede privada do município de Jaboatão dos Guararapes em Pernambuco. Esta turma foi escolhida por ser extremamente inquieta, não assistirem as aulas ou realizarem as tarefas de classe/casa assiduamente, apresentando alto índice de indisciplina relatado por professores, coordenadores e direção. O tema clonagem vegetal foi escolhido por estar inserido nos conteúdos de ciências da 6ª série do Ensino Fundamental – Características e classificação do Reino Vegetal e morfologia das plantas.

Inicialmente foi aplicado um teste aos alunos para verificar os conhecimentos prévios sobre a clonagem vegetal. Ao longo do processo, os alunos responderam mais um questionário para verificar como estava indo a condução das atividades, finalizando com um teste final aplicado para ver a evolução conceitual.

Para a construção da *home page* (www.hotlink.com.br/users/abinfo/index1.html), os alunos inicialmente realizaram a micropropagação das mini-rosas no Laboratório de Cultura de Tecidos da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Essa atividade foi fotografada com uma câmera digital, destacando todos os processos envolvidos, assim como os equipamentos e os ambientes utilizados na micropropagação. A

página eletrônica foi construída, utilizando o software Microsoft Front Page com todas as informações do projeto, assim como com as fotografias citadas acima, sendo inserida também um ambiente virtual de estudo (AVE) desenvolvido pelo Projeto Virtus da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE (www.projetovirtus.com.br).

Os alunos no laboratório de informática da escola conheceram a página eletrônica do projeto e passaram a acompanhar *on-line*, o desenvolvimento e o crescimento dos seus clones. Como também, trocaram idéias com os colegas, professor e pesquisadores da Universidade Federal Rural de Pernambuco e se apropriaram dos recursos tecnológicos necessários para a navegação na *web*.

Concluídas todas as atividades, os alunos retornaram a Universidade para aprenderem novos procedimentos sobre clonagem e tirarem dúvidas sobre os procedimentos realizados durante o ano.

Resultados

Construção da Home Page

A *home page* (figura 11) é constituída por uma área de convivência, uma área de edição e informações gerais sobre clonagem vegetal. A área de convivência está disponível para todos os participantes e é constituída pelos seguintes módulos: apresentação, agenda de atividades, lista de participantes, mural virtual, sala de bate-papo, biblioteca de *links*, central de documentos e o *pixelbot*. A área de edição apresenta os mesmos módulos, acrescentando o gerenciamento da sala. Nesse área, é possível apagar, corrigir informações e gerenciar o ambiente, tendo acesso restrito ao mediador do ambiente.



Figura 11. Página principal da *Home Page*

Em relação as informações gerais, a home page contém informações sobre biotecnologia; clonagem vegetal; metodologia para realização dos procedimentos de clonagem; desinfestação e isolamento do segmento da planta; meios de cultura e condições de incubação; melhoramento genético; limpeza clonal; informações sobre o Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais da UFRPE e as biofábricas.

Com o auxílio de fotos retiradas no próprio laboratório de cultura de tecidos, a página apresenta cinco links que mostram os equipamentos usados no laboratório e explicações procedimentais de clonagem utilizando ápice caulinar de bananeira, ponta de raiz de bananeira, gema lateral de abacaxi e brotações de mini-rosas. Essas telas contêm imagens dos próprios alunos realizando o experimento.

A *home page* apresenta uma seção contendo a descrição das primeiras aulas ocorridas no colégio, assim como a aclimação realizada no laboratório de Ciências do colégio. Nessa seção, os alunos puderam revisar, através de fotos e textos, cada procedimento realizado.

As atividades desenvolvidas na universidade também foram inseridas na *home page*, sendo destacados os procedimentos realizados nos laboratórios da universidade e foram inseridas nesse espaço as fotos retiradas no laboratório dos clones produzidos pelos alunos. Essa seção foi muito visitada, porque todos queriam

ver como estavam os clones e a partir daí trocar idéias com os pesquisadores da universidade. As atividades do plantio dos clones depois de aclimatados, também foram disponibilizadas através de fotos e textos.

Um outro espaço muito visitado foi a galeria de fotos, pois as atividades foram fotografadas e os alunos queriam se ver na *home page*. Também foram disponibilizados alguns links sobre clonagem vegetal, enfocando revistas científicas e órgãos que atuam na área. As fotos da equipe que participou das intervenções também foram inseridas na *home page*.

Utilização da Home Page

A proposta para utilização de um ambiente virtual de estudo partiu da necessidade dos alunos acompanharem os clones produzidos na universidade, em virtude deles não poderem ir a universidade com freqüência, como também para trocarem informações com especialistas. Esta ação está em consonância com as idéias de Kenski (2003), que ressalta a relevância da inserção da tecnologia na escola para redimensionar o espaço da sala de aula, promovendo uma nova relação de tempo entre o trabalho do professor e do aluno.

O ambiente virtual foi importante em virtude dos clones produzidos, acondicionados em frascos de vidros, terem que ficar no laboratório da universidade por três meses, impossibilitando o acompanhamento direto dos alunos. Todas as opiniões dos alunos sobre o uso da *home page* nas atividades didáticas foram favoráveis. Eles acharam a experiência ótima por vários motivos, como: poder observar os clones produzidos por eles e acompanhar seu desenvolvimento; ver todas as facetas do projeto; poder utilizar a *home page* para estudar o conteúdo vivenciado; ver o processo de produção do clone vegetal e por permitir acesso ao projeto por outras pessoas. Alguns depoimentos encontram-se a seguir:

Foi ótimo porque fiz perguntas e sempre ficarei sabendo sobre minha plantinha e como as outras reagiram. É o mesmo que está debatendo sobre o assunto com uma professora.(Josely)

Foi muito importante para mim porque foi um meio de nós vermos o nosso desenvolvimento de perto e principalmente que pessoas de todos os lugares podem ver.(Natalie)

Foi maravilhoso! Podemos ver nossas fotos fazendo a clonagem vegetal, aprofundarmos mais nossos conhecimentos sobre o assunto, além da sala de bate-papo em que você tira dúvidas sobre esse projeto. (Maria Eduarda)

No caso da Internet, nós vimos nossos clones sem precisarmos nem sair do lugar. E acompanhar todo o seu desenvolvimento. (Bruna)

Esses depoimentos sugerem que as tecnologias da Informação e Comunicação apresentam-se como excelentes ferramentas de ensino. No caso da *home page*, esta abre possibilidades para os alunos aprofundarem e acompanharem os conteúdos que estão sendo vivenciados, poderem ter acesso a uma variedade de informações sobre os conteúdos e debaterem os assuntos com professores e pesquisadores. Para permitir o acompanhamento (figura 12) dos alunos em relação ao desenvolvimento dos clones e sobre as atividades realizadas no laboratório de cultura de tecidos, fez-se necessários atualizações de imagens do clone obtidas pelo pesquisador e textos informativos sobre o conteúdo vivenciado a cada mês.



Figura 12 - Alunos acompanhando, virtualmente, o desenvolvimento dos clones

Utilizando a *Internet*, a idéia de tempo e espaço nas atividades didáticas passam a ser, cada vez mais, flexíveis. Os professores continuarão “dando aula” no momento em que estabelecem conexões com seus alunos através de *e-mails*, listas de discussão, *chats* e navegações em páginas eletrônicas fora do horário específico de

aula. O conceito de presencialidade também é alterado, quando professores e pesquisadores compartilham idéias com outros professores e pesquisadores de fora, havendo assim um maior intercâmbio entre profissionais.

Utilização do Mural Virtual

Esta atividade teve como objetivo abrir mais um canal de comunicação entre alunos, professores e especialistas da área, possibilitando assim, trocas de idéias e obtenções de informações sobre o desenvolvimento do clone. A maioria dos alunos (55%) utilizou o mural virtual (figura 13) para saber informações sobre o clone que eles tinham produzido no laboratório.



Figura 13 - Aluno inserindo mensagem no mural virtual

*Quando nós vamos poder trazer o clone para casa?
Quando você mandar o clone para a gente, você vai mandar no vidro para a gente passar para a caqueira ou já vai mandar na caqueira? (Valker)*

Como o clone reagiu após o processo da clonagem? O meu clone esta vivo ou não apareceu nas fotos e por que? (Josely)

Parte dos alunos (28%) utilizou o mural virtual para obter informações gerais sobre clonagem vegetal.

Quanto tempo dura uma bananeira clonada para desenvolver? (Rafael)

Após quanto tempo o clone pode sair do laboratório? (Natalie e Alan)

Quais são os tipos de clonagem vegetal que podemos realizar e quais são suas partes? (Raphael)

Um clone com fungo pode sobreviver? (Augusto)

E outros (17%) questionaram sobre a possibilidade de voltarem à universidade para realizarem clonagem. Alguns, porque não o fizeram no primeiro momento, e outros porque queriam fazer com outras partes da planta.

Quero saber se posso fazer a clonagem vegetal já que eu faltei no dia da clonagem. (André)

Quem ainda não participou desse projeto vai ter outra oportunidade? E se tiver a clonagem vai ser feita com outras partes do vegetal ou não? Gostaria de saber também: com que partes do vegetal a clonagem pode ser feita (Jader)

Quando a gente vai voltar para aí? Meu clone está vivo? (Kérima)

Eu gostaria de agradecer por essa oportunidade que você deu para nós e espero que a gente possa conhecer mais sobre clonagem vegetal e que possamos ter novas oportunidades!!!!!!!obrigado!!!! (Valker)

Percebeu-se, que o uso do mural virtual não foi só útil para trocar informações sobre os conceitos, mas para focar questões bem diversificadas como agradecer pela oportunidade de participar nas atividades, saber da possibilidade de voltar para a universidade assim como da sobrevivência dos clones. Os murais virtuais por serem uma comunicação assíncrona possibilitaram essa variedade de discussões sendo uma ferramenta excelente para compartilhar idéias.

A utilização do mural virtual foi fácil para os alunos por eles já terem tido essa experiência em projetos anteriores, tanto no ensino de ciências como nas outras disciplinas.

Considerações Finais

A importância da home page sobre clonagem vegetal como ferramenta didática foi comprovada. Esta permitiu aos alunos pesquisarem sobre o tema e acompanharem todas as etapas da produção do clone realizadas, tanto na universidade como na

própria escola e estabelecerem contatos com os especialistas da universidade. Essa proposta está de acordo com as idéias de Kenski (2003) quando afirma que não necessitam de deslocamentos desnecessários para se ter acesso à informação.

As atividades desenvolvidas através da *home page* permitiram uma melhor sintonia entre professores e alunos, professores e especialistas com relação ao tema em que se estava estudando, clonagem vegetal. Além disso, foi percebido a importância dessa ferramenta no processo de ensino-aprendizagem por permitir não só troca de idéias e aquisições de informações, mas também a observação de situações vivenciadas no laboratório virtualmente para auxiliar as atividades realizadas presencialmente.

O mural virtual foi escolhido porque nesse processo assíncrono, os alunos podem refletir mais sobre sua prática, direcionar as discussões para o interesse do grupo e ter mais tempo para organizar e estruturar suas mensagens. Pesquisas têm mostrado que o uso dos *chats* tem possibilitado uma dispersão mais acentuada em relação ao uso dos murais virtuais. Além disso, os murais possibilitam uma organização nas considerações feitas, a possibilidade dos participantes terem acesso as informações de qualquer lugar e de qualquer tempo

Em geral, estudos mostram que ocorre uma dispersão dos alunos nas atividades propostas com o uso da *Internet*. Entretanto, um aspecto observado foi a permanência dos alunos na página eletrônica e interessados no site. Eles também vibraram com as respostas visualizadas no mural virtual, fornecidas pelos especialistas e se mostraram interessados em fazer novas perguntas.

Referências Bibliográficas

BARTOLOMÉ, A. R. **Multimedia para educar**. 1ed. Barcelona: EDEBÉ, 2002.

CUNHA, Paulo, NEVES, André M. e PINTO, Rômulo. “ O Projeto Virtus e a construção de ambientes virtuais de estudo cooperativo”. In: Maia, Carmem, org. **ead.br: Educação a distância no Brasil na era da Internet**. São Paulo:Anhembi Morumbi, 2000.

GIACOMETTI,D.C. Impacto Atual da Cultura de Tecidos de Plantas. In: TORRES, Antonio Carlos, ed **Técnicas e aplicações de cultura de tecidos de plantas**. editores Antonio Carlos Torres e Linda Styler Caldas. Brasília, ABCTP/EMBRAPA-CNPH, 1990.

GONZÁLEZ JIMÉNEZ, A. Elio. Generalidades del cultivo in vitro. In: PÉREZ PONCE, J. N. (Ed.) **Propagación y Mejora de Plantas por Biotecnología**. Editora Santa Clara. Cuba: Instituto de Biotecnología de las Plantas, 1998.

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. Campinas, SP: Papyrus, 2003. (Série Prática Pedagógica).

LEÃO, Marcelo B. C. e BARTOLOMÉ, Antonio R. Multiambiente de Aprendizagem: a integração da sala de aula com os laboratórios experimentais e de multimeios. 2003. **Revista de Tecnologia Educacional**. Nº 159

PEREIRA, Lygia da Veiga. **Clonagem: fatos & mitos** – São Paulo: Moderna, 2002.- (Coleção polêmica)

SOUZA, Renato Rocha. “Aprendizagem colaborativa em ambientes virtuais: o caso das listas de discussão.”In: Coscarelli,Carla Viana,org. **Novas tecnologias, novos textos, novas formas de pensar**. Belo Horizonte:Autêntica,2002.

TORRES, Antônio Carlos; FERREIRA, Adriana Teixeira; SÀ Fátima Grossi; BUSO, José Amauri; CALDAS, Linda Styler, NASCIMENTO; Adriana Souza, BRÍGIDO; Marcelo Macedo, ROMANO; Eduardo. **Glossário de Biotecnologia Vegetal**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000.

VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experimentação sobre clonagem vegetal, um dos objetivos dessa pesquisa, contribuiu para um maior rendimento e aproveitamento nas aulas de Ciências. Os alunos passaram a compreender melhor o conteúdo de botânica disponível na grade curricular de 6ª série de Ensino Fundamental. Os principais conceitos de botânica como as características gerais e morfologia das plantas, processos de reprodução e nutrição mineral foram bem assimiladas pelos alunos. Ao realizarem as práticas para produzir os clones na universidade, era necessário que os alunos tivessem um conhecimento prévio sobre as partes do vegetal em que o processo seria realizado. Como os alunos utilizaram fragmentos de várias partes das plantas, foi observada uma compreensão mais elaborada desse conteúdo.

Saber da possibilidade de realizar a clonagem era uma atitude normal entre os alunos, mas os procedimentos e a oportunidade de manipular o material foram de grande impacto. Além disso, foi despertado o interesse neles sobre a importância da agronomia para nossa vida.

As questões agrárias muitas vezes não são analisadas por nossos alunos. Geralmente, vivendo nas grandes cidades, não se tem uma visão da importância da agricultura para o desenvolvimento de uma nação. A intervenção permitiu aos alunos refletirem e buscarem soluções para alguns problemas agrários. Questionamentos como tempo de colheita, pragas disseminadas nas plantações, valor de cada muda, além dos inúmeros processos envolvidos na reprodução de uma planta foram discutidos e analisados durante todo o processo. Isso levou os alunos a fazerem uma reflexão mais elaborada sobre a agricultura em nosso país.

Os alunos ao produzirem os clones na universidade, também romperam com a ideia de que a ciência está distante deles. A educação científica realizada nas escolas não deve ter a pretensão de originar cientistas, mas formar cidadãos para atuar com discernimento e determinação, trabalhando com temas atuais para uma melhor compreensão do papel da ciência e do desenvolvimento tecnológico, fortalecendo

sua cidadania e estimulando atitudes de responsabilidade em relação ao meio em que se vive.

Foi verificado, também, que os alunos rapidamente aprenderam os procedimentos para a realização da clonagem, através de informações fornecidas pelos pesquisadores da universidade. Eles deram uma atenção extraordinária as intervenções práticas. Os especialistas da universidade afirmaram que nem os alunos da graduação apresentam motivação e envolvimento tão acentuados.

O projeto despertou nos alunos a curiosidade e o interesse em continuar as pesquisas. Durante o projeto, inúmeras vezes os alunos questionaram sobre a sobrevivência do seu clone, o dia em que retornariam a universidade, quando a equipe da universidade viria até a escola entre outros questionamentos. Os alunos participaram das discussões nas aulas e com os especialistas. Tais observações apontam que a experimentação, as discussões em sala, as trocas de informações com os colegas e especialistas proporcionaram um ambiente de aprendizagem muito estimulante e levou o aluno a assimilar melhor o conteúdo. Os conceitos estudados de ciências passaram a ter uma funcionalidade e uma importância considerável, sendo visto de forma prazerosa.

Um outro aspecto muito importante nessa intervenção foi a mudança de comportamento dos alunos depois das atividades experimentais. O que antes era uma turma problemática, com fraco desempenho nas provas e atividades, com altos índices de indisciplina e dispersão, passou a ser uma turma envolvida com o seu próprio processo de aprendizagem. Tanto nas aulas de Ciências, como em outras disciplinas, foi verificada mudança considerável referente a esses aspectos.

Percebeu-se ainda, de uma unidade para outra, um aumento considerável nas notas das avaliações formais. O que antes era uma turma fadada ao fracasso, levando os alunos para uma possível reprovação, foi revertido e transformado em aprendizagem. Isso também foi verificado nas outras disciplinas.

Em relação ao segundo objetivo, verificar o papel mediador de ambientes virtuais de estudo na aprendizagem de conceitos científicos, foi comprovado a importância da

home page sobre clonagem vegetal criada, que permitiu aos alunos ampliarem suas pesquisas e acompanharem todas as etapas da produção do clone realizadas tanto na universidade como na própria escola e estabelecerem contatos com os especialistas da universidade. A home page se apresentou como mais um recurso didático de auxílio aos alunos na construção dos conhecimentos científicos.

A home page possibilitou aos alunos acessarem em qualquer momento e de qualquer lugar inúmeras informações. Isso potencializa a relação tempo/espço, otimizando o tempo para aprendizagem. Sendo assim, o acesso às atividades passou a extrapolar os limites da sala de aula, pois conectado a um computador com *Internet*, o aluno pôde acessar os textos, as últimas informações e trocar idéias com especialistas. Por exemplo, um ex-aluno da escola, que hoje reside nos Estados Unidos, tomou conhecimento da home page do projeto e enviou mensagens tanto para a professora como para alguns alunos da turma. Isso mostra a potencialidade da *Internet* em ampliar a comunicação.

Com relação à navegação dos alunos na home page, um aspecto muito observado foi a permanência deles durante toda a aula na página. Geralmente, os alunos nas aulas de informática ficam navegando em *sites* diferentes dos propostos pelos professores. Nesse caso, os alunos ficaram muito interessados no *site* para ver as suas fotos e saber se seu clone ainda estava vivo. A emoção foi grande quando eles ficaram sabendo que os cinco clones tinham sobrevivido. Os alunos vibravam com as respostas visualizadas no mural virtual, fornecidas pelos especialistas e se mostraram interessados em fazer novas perguntas.

O ambiente virtual foi importante em virtude dos clones produzidos, acondicionados em frascos de vidros, terem que ficar no laboratório da universidade por três meses, impossibilitando o acompanhamento direto dos alunos. Os frascos não podiam sair do laboratório por inúmeras razões como: (1) possibilidade de ser infectado por algum agente patógeno, (2) regulação da luminosidade, (3) controle da umidade, entre outras variáveis. A utilização do ambiente virtual possibilitou que os alunos visualisassem os clones pela Internet sem precisar sair da escola. Isso evidencia a importância do ambiente virtual na superação de distâncias do espaço físico, além

de estimular a construção do conhecimento científico e despertar nos alunos a curiosidade, a busca de informação e o diálogo.

Um aspecto muito relevante na home page foi a utilização de fotos dos alunos realizando os procedimentos experimentais. Isso despertou a curiosidade e a motivação levando-os a querer ver com mais frequência a página. A inserção de imagens dos próprios alunos elevou, consideravelmente, a auto-estima deles. Além disso, percebeu-se nos alunos um interesse muito maior com relação à leitura de textos.

O mural virtual disponível no Projeto Virtus foi importante para os alunos trocarem informações sobre as atividades produzidas. Os questionamentos realizados foram de alto nível e as respostas enviadas pelos especialistas eram aguardadas com muita ansiedade.

É importante a inserção de métodos de ensino que contemplem a experimentação, a elaboração de hipóteses, as discussões, a produção de textos, as leituras de textos informativos e científicos, a pesquisa bibliográfica, a busca de informação por fontes variadas, a elaboração de desenhos, tabelas, gráficos e esquemas de textos e a elaboração de perguntas e respostas. Essas atividades são fundamentais no ensino de ciências porque favorecem o envolvimento, a interação, o interesse e a curiosidade pelos conteúdos que estão sendo trabalhados.

Diante dos trabalhos desenvolvidos sugere-se que os professores utilizem diferentes abordagens didáticas, que estimulem a participação dos alunos, principalmente os menos comprometidos com sua própria aprendizagem. É fundamental incorporar nos seus recursos didáticos as Novas Tecnologias da Informação e Comunicação a fim de ampliar as possibilidades de pesquisa, favorecer o diálogo entre as pessoas, atuando como uma aliada no processo de ensino e aprendizagem. Também é importante que os professores utilizem a experimentação como uma ferramenta de suporte para a elaboração de hipóteses, favorecer a atuação e envolvimento dos alunos como agentes ativos do processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉ, Marli Eliza Damazo Afonso. **Etnografia da Prática escolar** – Campinas, SP: Papyrus, 7ª edição, 1995- Cap. 1-4 (Série pedagógica).

BARTOLOMÉ. **Nuevas Tecnologias em el sala: guia de supervivência**. 3 ed. Barcelona: GRAÓ, 2001

_____, A. R. **Multimedia para educar**. 1ed. Barcelona: EDEBÉ, 2002.

_____. Preparando para um nuevo modo de conocer. Disponível em :http://www.uam.es/personal_pdi/stamaria/jparedes/lecturas/bartolome3.html>. Acesso em: 20/07/2003

BIZZO, Nélio. **Ciências : fácil ou difícil?** São Paulo, Editora Ática,1998.

BOGDAN, C. Robert e BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1999.

BORGES, R. M. R. Em **Debate: Cientificidade e Educação em Ciência**. Porto Alegre: SE/CECRIS, 1996.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais : Ciências Naturais**. – Brasília: MEC/SEF, 1998a.

BRASIL – SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Tecnologias da Informação e Comunicação**. Brasília: MEC/SEF. 1998b.

CABERO, Julio Almenara. Nuevas Tecnologías, Comunicación y Educación. 1996. Disponível em : <<http://tecnologiaedu.us.es/revistaslibros/12.htm>> Acesso em :15/06/2002.

CARRETERO, Mário. **Construtivismo e Educação**. Trad. Jussara Rodrigues – Porto Alegre: ArtesMédicas, 1997.

CID, Pedro Barrueto L. A propagação in vitro de plantas. O que é isso? Cultura de tecidos vegetais – uma ferramenta fundamental no estudo da biologia moderna de plantas. **Revista Biotecnologia Ciência&Desenvolvimento/** ano III- número 19 – março/abril de 2001- página 16 a 21.

CHAVES, Eduardo O. C. Chaves. **A Tecnologia e a Educação**. Disponível em <http://infoutil.org/4pilares/text-cont/chaves-tecnologia.htm>. Acesso em 15/06/2003.

COLL, César e SOLÈ, Isabel. Os professores e a concepção construtivista. In: COLL, C; MARTIN, E; MAURI, T; ONRUBIA, J; SOLÉ, I e ZABALA, A. **Construtivismo na sala de aula**. São Paulo: Ática, 1999.

CUNHA, Paulo, NEVES, André M. e PINTO, Rômulo. “ O Projeto Virtus e a construção de ambientes virtuais de estudo cooperativo”. In: Maia, Carmem, org. **ead.br: Educação a distância no Brasil na era da Internet**. São Paulo:Anhembi Morumbi, 2000.

FOUREZ, Gerard. **A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências**. Trad. Luiz Paulo Rouanet. – São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

FUMAGALLI, Laura. O ensino de ciências naturais no nível fundamental de educação formal: argumentos a seu favor. In: WEISSMANN, Hilda **Didática das Ciências Naturais: contribuições e reflexões/** organizado por Hilda Weissmann; trad. Beatriz Affonso Neves – Porto Alegre: ARtMEd, 1998.

GIACOMETTI, D.C. Impacto Atual da Cultura de Tecidos de Plantas. In: TORRES, Antonio Carlos, ed **Técnicas e aplicações de cultura de tecidos de plantas**. editores Antonio Carlos Torres e Linda Styler Caldas. Brasília, ABCTP/EMBRAPA-CNPH, 1990.

GIL-PÉREZ, D. Algunas tendencias innovadoras espontáneas: aportes e limitaciones. In: GIL, P. D. e GUZMÁN, M. O. Enseñanza de las ciencias y la matemática tendencias e inovaciones. **Revista Iberoamericana de Educación**, 1993. Disponível em: http://www.campus_oei.org . Acesso em 2 de abr. 2003.

GIL PÉREZ, Daniel et al. Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de concepetos, resolucion de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? **Enseñanza de las Ciencias**, v.17, n. 2 p. 311-320, 1999.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**. n. 10, p. 43-49, 1999

GONZÁLEZ JIMÉNEZ, A. Elio. Generalidades del cultivo in vitro. In: PÉREZ PONCE, J. N. (Ed.) **Propagación y Mejora de Plantas por Biotecnología**. Editora Santa Clara. Cuba: Instituto de Biotecnología de las Plantas, 1998.

GRATTAPAGLIA,D ;MACHADO,MA. Micropropagação. In: Torres, Antonio Carlos, ed **Técnicas e aplicações de cultura de tecidos de plantas**. Editores Antonio Carlos Torres e Linda Styler Caldas. Brasília, ABCTP/EMBRAPA-CNPH, 1990

IZQUIERDO,MERCÈ, SANMARTÍ, NEUS e MARIONA. Fundamentación Y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 1, p. 45-59, 1999.

HESSEN, J. **Teoria do Conhecimento**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. Campinas, SP: Papyrus, 2003. (Série Prática Pedagógica).

KERBAUY, Gilberto B. **CLONAGEM DE PLANTAS “IN VITRO”** uma realidade. http://www.bioteecnologia.com.br/bio01/1hp_11.asp acessado em 10/05/2002.

LEÃO, Marcelo B. C. e BARTOLOMÉ, Antonio R. Multiambiente de Aprendizagem: a integração da sala de aula com os laboratórios experimentais e de multimeios. 2003. **Revista de Tecnologia Educacional**. Nº 159

LIGUORI, Laura M. “ As Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação no Campo dos Velhos Problemas e Desafios Educacionais”. In: Litwin, Edith. **Tecnologia educacional: política, histórias e propostas**. – Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

LION, Gabriela Lima. “Mitos e Realidades na Tecnologia Educacional”. In: Litwin, Edith. **Tecnologia educacional: política, histórias e p propostas**. – Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

MALDANER, Otavio Aloísio. Concepções epistemológicas no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. (orgs). **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: Unimep, 2000, p. 120-153.

MANTELL, S. H., MATTHEWS, J. A. e MCKEE, R. A. **Princípios de biotecnologia em plantas: uma introdução à engenharia genética em plantas/** Tradução João L. de Azevedo, Margarida L.R.A. Percin e Natal A. Velho. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1994.

MATTHEWS, Michael. Construtivismo e o Ensino de Ciências: uma avaliação **Caderno de Ensino de Física**. V.17, nº 3: p 270-294, dez 2000.

MAURI, Tereza. O que faz com que o aluno e a aluna aprendam os conteúdos escolares. In: COLL, C; MARTIN, E; MAURI, T; ONRUBIA, J; SOLÉ, I e ZABALA, A. **Construtivismo na sala de aula**. São Paulo: Ática, 1999.

MORAES, Roque. **Construtivismo e ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. – Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.

MORAN, J.M; MASETTO, M. T e BEHRENS, M. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 5ed. São Paulo: Papirus,2000.

OLIVEIRA, Gerson Pastre. Novas Tecnologias da Informação e comunicação e a construção do conhecimento em cursos universitários: reflexões sobre acesso, conexões e virtualidade. OEI - **Revista Iberoamericana de Educación** (ISSN: 1681-5653), 2003.

OLIVEIRA, Martha Kohl. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio histórico**. São Paulo : Scipione, 1997.

ORÓ, Ignasi. Conhecimento do Meio Natural. In: ZABALA, Antoni. **Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula**; trad. Ernani Rosa – Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1999.

PALLOFF, R.M. e PRATT, K . **Construindo comunidades de aprendizagem no ciberespaço**. Trad. Vinícios Figueira. Porto Alegre: Artmer, 2002.

PALMER, David. Linking theory and practice: a strategy for presenting primary science activities. **School Science Review**. V. 79 number 286, 1997.

PEDROZA, M. Arminda, Dourado, Luis. Trabalho Experimental no Ensino de Ciências. In: MATEUS, Antônio et al. **Concepção e Concretização das Ações de Formação**. Ministério da Educação: Lisboa, 2000.

PEREIRA, Lygia da Veiga. **Clonagem: fatos & mitos** – São Paulo: Moderna, 2002.-
(Coleção polêmica)

PORTUGAL - Departamento de Ensino Básico, **CURRÍCULO DE ENSINO BÁSICO
– COMPETÊNCIAS-ESSENCIAIS**, , 2001.

REGO, Tereza Cristina. **Vygotsky: uma perspectiva teórico-cultural da
educação**. Rio de Janeiro: editora Vozes, 1999.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira e SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em
química: compromisso com a cidadania**. 2ª edição. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2000.

SILVA, L. H. A e ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In:
SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. (orgs). **Ensino de Ciências:
fundamentos e abordagens**. Piracicaba: Unimep, 2000, p. 120-153

SOUZA, Renato Rocha. “Aprendizagem colaborativa em ambientes virtuais: o caso
das listas de discussão.”In: Coscarelli,Carla Viana,org. **Novas tecnologias, novos
textos, novas formas de pensar**. Belo Horizonte:Autêntica,2002.

TORRES, Antonio Carlos, ed **Técnicas e aplicações de cultura de tecidos de
plantas**. Editores Antonio Carlos Torres e Linda Styler Caldas. Brasília,
ABCTP/EMBRAPA-CNPH, 1990.

TORRES, Antônio Carlos; FERREIRA, Adriana Teixeira; SÀ Fátima Grossi; BUSO,
José Amauri; CALDAS, Linda Styler, NASCIMENTO; Adriana Souza, BRÍGIDO;
Marcelo Macedo, ROMANO; Eduardo. **Glossário de Biotecnologia Vegetal**.
Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000.

TRIGIANO, Robert e GRAY, Dennis. **Plant tissue culture concepts and
Laboratory Exercises**. New York. CRC Press. 2000.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo, Martins Fontes, 1984.

WEISSMANN, Hilda **Didática das Ciências Naturais: contribuições e reflexões/** organizado por Hilda Weissmann; trad. Beatriz Affonso Neves – Porto Alegre: ARTMED, 1998.

ZABALA, Antoni. **Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula**; trad. Ernani Rosa – Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1999.

APÊNDICES

APÊNDICE A

COLÉGIO SOUZA LEÃO



Aluno (a): _____

Série: 6^a Turma: T 4 N^o: _____

Data: ____/____/____

Disciplina: Ciências

Professora: Isabel

Questionário 1

1. É possível fazer clonagem em:

- animais
- plantas
- todos os seres citados acima

2. O que você entende por clonagem?

3. Se fosse possível realizar a clonagem em uma planta, poderíamos utilizar qual (ais) parte (s) da planta:

- raiz
- caule
- folha
- flor
- fruto
- todas as partes citadas acima

4. Quem seria capaz de realizar uma clonagem:

- cientista
- aluno e professor
- agricultor
- todas as pessoas citadas acima

5. Você acha que o homem faz clonagem de plantas há muito tempo?

- sim
- não

6. É possível fazer clonagem em:

- laboratório
- jardim
- horta
- em todos os ambientes citados acima

7. Você conhece algum processo de clonagem vegetal usada pelos agricultores?

() sim

() não

8. Você já comeu algum vegetal clonado?

() sim

() não

9. Você já viu alguma planta que se desenvolveu a partir de um clone?

() sim

() não

APÊNDICE B



COLÉGIO SOUZA LEÃO

Aluno (a): _____

Série: 6^a Turma: T 4 N^o : _____

Data: ____/____/____

Disciplina: Ciências

Professora: Isabel

Questionário 2

1. O que tem sido para você esse projeto?

2. Como foi a experiência de navegar no site de Clonagem Vegetal e ver todo o desenvolvimento das atividades disponíveis on-line?

3. Como as tecnologias podem ajudar nossas atividades?

4. O que mais chamou sua atenção nessas atividades? Por que?

5. Que sugestões você daria para a continuidade do nosso projeto?

APÊNDICE C

COLÉGIO SOUZA LEÃO



Aluno (a): _____

Série: 6^a Turma: T 4 N^o: _____

Data: ____/____/____

Disciplina: Ciências

Professora: Isabel

Questionário 3

1. Em quais seres vivos é possível fazer clonagem?

2. O que você entende por clonagem?

3. De acordo com o que você estudou e presenciou durante esse ano, qual (is) parte (s) da planta são utilizadas na produção do clone?

4. Você acha que só o cientista pode fazer clonagem de plantas?

() sim

() não

Por que?

5. Quais as pessoas que poderiam realizar a clonagem?

6. Cite as etapas do processo de clonagem vegetal.

7. Durante esse ano você aprendeu a produzir clones vegetais. Você conhece algum outro processo de clonagem vegetal diferente do que é produzido em laboratórios?

- () sim
() não

Quais?

8. Você produziu no Laboratório de Cultura de Tecidos da Universidade Federal Rural de Pernambuco um clone vegetal. Diante das suas expectativas, como você vê a clonagem vegetal hoje?

APÊNDICE D

COLÉGIO SOUZA LEÃO



Pai/Mãe: _____

Aluno (a): _____

Série: 6^a Turma: T 4 Data: ___/___/___ Disciplina: Ciências

ENTREVISTA COM OS PAIS

O projeto “Clonagem vegetal” foi desenvolvido através de uma parceria entre o Colégio Souza Leão – Candeias e a Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. As atividades foram desenvolvidas durante todo o ano letivo, com a orientação da Dra. Lília Willadino e do Dr. Marcelo Carneiro Leão. Os alunos produziram os clones de bananeira, minirosa e abacaxi. Nesse momento gostaríamos de registrar as suas impressões em relação ao projeto para que nós possamos nortear os projetos do próximo ano.

1. Durante esse ano houve alguma discussão, em casa, sobre o Projeto “Clonagem Vegetal?” Como foram os comentários do seu filho?

2. Você percebeu durante o projeto alguma mudança em seu filho em relação ao interesse pelos estudos, a motivação ou mesmo ao estímulo para a ciência?

3. Como você avalia o “Projeto Clonagem Vegetal” em nossa escola?

ANEXOS