

**Universidade Federal de Santa Catarina  
Programa de Pós – Graduação em  
Engenharia da Produção**

**PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA O ENSINO DE ALGAS NA  
DISCIPLINA DE MICROBIOLOGIA APLICADA COM UMA ABORDAGEM  
INTERDISCIPLINAR E GLOBALIZADORA**

Dissertação de Mestrado

Aurora Leiko Ide

Florianópolis  
2002

**PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA O ENSINO DE ALGAS NA  
DISCIPLINA DE MICROBIOLOGIA APLICADA COM UMA ABORDAGEM  
INTERDISCIPLINAR E GLOBALIZADORA**

**Universidade Federal de Santa Catarina  
Programa de Pós – Graduação em  
Engenharia da Produção**

**PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA O ENSINO DE ALGAS NA  
DISCIPLINA DE MICROBIOLOGIA APLICADA COM UMA ABORDAGEM  
INTERDISCIPLINAR E GLOBALIZADORA**

**AURORA LEIKO IDE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

**Florianópolis  
2002**

**AURORA LEIKO IDE**

**PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA O ESTUDO DE ALGAS  
NA DISCIPLINA DE MICROBIOLOGIA APLICADA COM UMA  
ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR E GLOBALIZADORA**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção** da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 22 de fevereiro de 2002.

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.  
**Coordenador do Curso**

**BANCA EXAMINADORA**

Prof<sup>ª</sup>. Elizabeth Sueli Specialski, Dra.  
**Orientadora**

Prof<sup>ª</sup>. Christiane Coelho de Souza R. Coelho, Dra.

Prof. Alejandro Martins Rodrigues, Dr.

Aos meus pais in memoriam, pela educação e a importância que davam à escolaridade.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pela vida, pela energia e sabedoria de vencer os desafios.  
Agradeço-o também pela existência, em minha vida, dos meus grandes amores: Belchior, Naina e Raoni.

Ao Belchior pela compreensão, paciência e dedicação.  
Aos meus filhos Naina e Raoni pelo carinho e compreensão.

À Luiza pela colaboração

Aos colegas: João, Águeda, Ivone, Nair e Suely pelo estímulo e subsídios para o desenvolvimento deste trabalho.

À Janae, professora-tutora pela sua preciosa colaboração, acompanhamento e sugestões para a conclusão deste trabalho.

À Elizabeth, professora - orientadora, pela orientação e sugestões para o desenvolvimento deste trabalho

“Diante do colar - belo como um sonho – admirei, sobretudo, o fio que unia as pedras e se imolava anônimo para que todos fossem um”..

D. Helder Câmara

## SUMÁRIO

|   |             |
|---|-------------|
| Sumário   | p.vi        |
| Lista de Figuras  | p.ix        |
| Lista de Quadros  | p.x         |
| Lista de Reduções   | p.xi        |
| Siglas  | p.xi        |
| Resumo  | p.xii       |
| Abstract  | p.xiii      |
| <br>  |             |
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>   | <b>p.1</b>  |
| 1.1 O Problema  | p.4         |
| 1.2 Justificativa   | p.5         |
| 1.3 Hipótese  | p.6         |
| 1.4 Objetivos   | p.7         |
| 1.4.1 Objetivo Geral  | p.7         |
| 1.4.2 Objetivos Específicos   | p.7         |
| 1.5 Metodologia   | p.7         |
| 1.6 Limitações  | p.8         |
| 1.7 Estrutura do Trabalho   | p.9         |
| <br>  |             |
| <b>2 ASPECTOS RELEVANTES SOBRE ALGAS</b>                            | <b>p.11</b> |
| 2.1 Introdução  | p.11        |
| 2.2 Histórico   | p.11        |
| 2.3 Aspectos Ecológicos dos Principais Componentes Fitoplanctônicos | p.14        |
| 2.4 Os Bioindicadores   | p.19        |
| 2.5 Papel das Algas no Tratamento de Água e de Efluentes            | p.20        |
| 2.6 Algas Produtoras de Toxinas                                     | p.25        |
| 2.7 Síntese do Capítulo   | p.28        |
| <br>  |             |
| <b>3 METODOLOGIAS DO PROCESSO ENSINO APRENDIZAGEM</b>               | <b>p.30</b> |
| 3.1 Introdução  | p.30        |

|           |   |              |
|-----------|---|--------------|
| 3.2       | Métodos, Técnicas e Teorias do Processo Ensino e Aprendizagem   | p.30         |
| 3.3       | A interdisciplinaridade no Processo Ensino e Aprendizagem   | p.51         |
| 3.4       | Tecnologias Educacionais e os Métodos de Ensino   | p.55         |
| 3.5       | Síntese do Capítulo   | p.62         |
| <b>4</b>  | <b>METODOLOGIA PARA O ENSINO DE ALGAS</b>   | <b>p.63</b>  |
| 4.1       | Introdução  | p.63         |
| 4.2       | Instituição de Ensino – CEFET. PR   | p.63         |
| 4.2.1     | Histórico   | p.64         |
| 4.2.2     | Identificação da Instituição  | p.65         |
| 4.2.3     | Níveis de Atuação e Cursos Ofertados  | p.65         |
| 4.2.4     | Os Departamentos Acadêmicos   | p.67         |
| 4.2.5     | Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental   | p.67         |
| 4.2.6     | A Disciplina de Microbiologia Aplicada  | p.68         |
| 4.3       | O Perfil do Aluno do Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental  | p.78         |
| 4.4       | Resultados dos Questionários Aplicados em Professores da Área de Biologia e em Alunos do Curso de Tecnologia em Química Ambiental       | p.80         |
| 4.4.1     | Perfil dos Professores Participantes da pesquisa e Análise dos Resultados   | p.81         |
| 4.4.2     | Perfil dos Alunos Participantes da Pesquisa e Análise dos Resultados  | p.89         |
| 4.5       | Proposta Metodológica para o Ensino de Algas na Disciplina de Microbiologia Aplicada com uma abordagem interdisciplinar e globalizadora | p.93         |
| 4.5.1     | Proposta de Aula Teórica  | p.95         |
| 4.5.2     | Proposta de aula prática  | p.102        |
| 4.5.3     | Síntese do Capítulo   | p.111        |
| <b>5.</b> | <b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>   | <b>p.111</b> |
| 5.1       | Considerações Iniciais  | p.111        |
| 5.2       | Conclusões  | p.112        |
| 5.3       | Recomendações   | p.116        |
| <b>6.</b> | <b>FONTES BIBLIOGRÁFICAS</b>  | <b>p.118</b> |

|           |   |              |
|-----------|---|--------------|
| <b>7.</b> | <b>ANEXOS</b>   | <b>p.132</b> |
| 7.1       | Questionário sobre Métodos e Materiais utilizados no Processo Ensino-Aprendizagem Aplicado em Professores | p.132        |
| 7.2       | Questionário sobre Métodos e Materiais Aplicado em Alunos   | p.134        |

## LISTA DE FIGURAS

|  |       |
|--|-------|
| Figura 1: Instituição de ensino CEFET.PR.                            | p.63  |
| Figura 2: Laboratório de Microbiologia                               | p.77  |
| Figura 3: Perfil do professor participante da pesquisa               | p.81  |
| Figura 4: Faixa etária dos professores participantes da pesquisa     | p.81  |
| Figura 5: Nível de formação dos professores                          | p.82  |
| Figura 6: Tempo de docência na instituição                           | p.82  |
| Figura 7: Regime de trabalho   | p.83  |
| Figura 8: Disciplinas ministradas na área biológica                  | p.83  |
| Figura 9: Disciplinas ministradas no Curso de Química Ambiental      | p.84  |
| Figura 10: Métodos e materiais de uso freqüente pelos professores    | p.84  |
| Figura 11: Metodologias de maior participação dos alunos             | p.85  |
| Figura 12: Metodologias de menor interesse                           | p.86  |
| Figura 13: Importância do assunto algas para a disciplina ministrada | p.86  |
| Figura 14: Metodologia utilizada para abordar o tema algas           | p.87  |
| Figura 15: Perfil do aluno participante da pesquisa                  | p.89  |
| Figura 16: Faixa etária dos alunos                                   | p.90  |
| Figura 17: Métodos e materiais de uso freqüente segundo os alunos    | p.90  |
| Figura 18: Metodologias onde os alunos tiveram maior participação    | p.91  |
| Figura 19: Metodologia de menor interesse segundo os alunos          | p.92  |
| Figura 20: Aula - exposição oral com discussão                       | p.95  |
| Figura 21: Aula - discussão em grupo                                 | p.97  |
| Figura 22: Aula com uso de vídeo                                     | p.98  |
| Figura 23: Seminário   | p.100 |
| Figura 24: Aula prática de laboratório                               | p.103 |
| Figura 25: Prática de Campo  | p.105 |
| Figura 26: Visita Técnica  | p.108 |
| Figura 27: Metodologia para o ensino de algas                        | p.110 |

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Programa da Disciplina de Microbiologia Aplicada

p.69

## LISTA DE REDUÇÕES

### Siglas

CEFET. PR. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná

ETE Estação de Tratamento de Efluentes

FAN Florações Algais Nocivas

PH Potencial de Hidrogênio

PSP Paralytic Shellfish Poisoning

SANEPAR Companhia de Saneamento do Paraná

VDM Veneno Diarréico de Mariscos

VPM Veneno Paralisante de Mariscos

## RESUMO

IDE, Aurora Leiko. **Proposta de uma Metodologia para o Ensino de Algas na Disciplina de Microbiologia Aplicada com uma Abordagem Interdisciplinar e Globalizadora.** Florianópolis, 2002. 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2002.

Através deste trabalho procurou - se levantar subsídios para pesquisar e desenvolver uma proposta metodológica para o ensino de algas na disciplina de microbiologia aplicada. A escolha das técnicas e novas tecnologias para implementar a metodologia não se devem dar de forma aleatória. Por isso como fundamentação teórica fez-se uma abordagem teórica sobre a importância ecológica das algas, as diferentes técnicas do processo ensino-aprendizagem e novas tecnologias para a escolha dos elementos mais adequados, para que juntos, de forma coerente, determinar a metodologia a ser proposta. Para sua validação aplicou -se questionário em professores e alunos desta instituição dos métodos e materiais utilizados com maior frequência pelos professores até o momento. A relevância desta pesquisa está em facilitar a aprendizagem para o aluno, na simplicidade e eficácia de implementação da metodologia proposta e sua utilização pelos docentes desta instituição que desejam desenvolver estes procedimentos em suas atividades didáticas.

**Palavras chaves** – Metodologia, Algas, Interdisciplinar, Novas tecnologias, Processo ensino/aprendizagem.

## ABSTRACT

IDE, Aurora Leiko. **Proposta de uma Metodologia para o Ensino de Algas na Disciplina de Microbiologia Aplicada com uma Abordagem Interdisciplinary e Globalizadora.** Florianópolis, 2002. 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2002.

This paper seeks to obtain resources aiming at the search and development of a methodological proposition for the teaching of algae within Applied Microbiology. The choice of techniques and new technologies that implement this methodology must not be taken in an aleatory way. That is why as a theoretical fundamental technique a theoretical approach on the ecological importance of algae must be considered. The different techniques on the teaching/learning process and the new technologies have been performed for the choice of more adequate elements, so the teachers of this institution together as a team may determine, in a coherent way, a methodology that may be proposed. For its validation, questionnaires were performed on methods and materials that have been utilized more frequently up the moment. The relevance of this research lies in the simplicity and efficiency of the implementation of the proposed methodology and its utilization by the teaching staff of this institution who desire to develop these procedures and their teaching activities.

**Key words:** Methodology, Algae, Interdisciplinary, New technologies, teaching/learning. process.

## 1. INTRODUÇÃO

As constantes mudanças provocadas pelo crescimento e evolução de tecnologias ocasionaram perdas acentuadas da qualidade de vida através da adoção de modelos de desenvolvimentos econômicos predatórios. Estas transformações exerceram fortes influências em toda a biosfera. Considerando estas grandes modificações é evidente que o ensino de graduação, além do caráter formativo que visa oferecer à sociedade profissionais competentes em sua área de conhecimento, também deve ser uma escola de cidadania onde a pesquisa e a extensão sejam contempladas.

A globalização, o acentuado crescimento industrial e as novas tecnologias emergentes exigem que os profissionais sejam possuidores de conhecimentos mais abrangentes que os possibilitem serem criativos, que lhes permitam visualizar o contexto da produção numa visão sistêmica e orgânica entre as partes para que o todo seja eficiente, que seja capaz de aprender, compreender, inovar e adaptar-se às novas situações. Este novo profissional também deve ter uma visão ampla dos impactos ambientais que acontecem em seu entorno e que venha contribuir com a sociedade na preservação do ambiente através do desenvolvimento de processos que favoreçam a qualidade de vida do ser humano.

Este trabalho teve origem na preocupação com a formação do acadêmico, o que fez com que os professores observassem que a essência não está no repasse imitativo do conhecimento, mas sim em fazer com que

estes acadêmicos trabalhem com a elaboração própria do conhecimento através de pesquisas mais abrangentes. Ao analisar o contexto histórico da educação verifica-se que os conteúdos de diversos componentes curriculares bem como das atividades didáticas, não se integram. É como se a cultura fosse algo puramente múltiplo sem nenhuma unidade interna. Assim, os alunos vivenciam a aprendizagem como se os elementos culturais que dão conteúdo a seu saber fossem estanques e provenientes de fontes isoladas entre si. É importante oferecer aos estudantes melhores condições para desenvolverem suas atividades e melhor assegurar sua orientação, a fim de definirem o papel que deverão desempenhar na sociedade. Atualmente, as atividades profissionais exigem o aporte de muitas disciplinas fundamentais. Portanto, reconhece-se que, no futuro, todo o indivíduo terá oportunidade de mudar muitas vezes de profissão durante sua vida. Devido a essa mobilidade de emprego, há necessidade de integração das múltiplas e variadas disciplinas criando possibilidades de carreiras em novos domínios na formação profissional. Essa integração deve ser realizada pelas universidades através de maior atuação em pesquisas e projetos interdisciplinares, uma vez que a maioria dos problemas do contexto em que elas se inserem só poderá ser superada num esforço interdisciplinar e interinstitucional. Portanto, o dever de um educador consiste em despertar no educando o espírito de busca, a sede da descoberta, da imaginação criadora e da insatisfação fecunda, no domínio do saber.

Um outro aspecto que vem preocupando os docentes é que a globalização, o acentuado crescimento industrial e as novas tecnologias

emergentes exigem que os profissionais sejam possuidores de conhecimentos mais abrangentes que o possibilite ser criativo, que lhe permita visualizar o contexto da produção numa visão sistêmica e orgânica entre as partes para que o todo seja eficiente, que seja capaz de aprender, compreender, inovar e adaptar-se às novas situações. Este novo profissional também deve ter uma visão ampla dos impactos ambientais que acontecem em seu entorno e que venha contribuir com a sociedade na preservação do ambiente através do desenvolvimento de processos que favoreçam a qualidade de vida do ser humano. Porém, percebemos que o saber se encontra fragmentado e disperso, herança do desenvolvimento técnico e científico, o que deve ser repensado numa perspectiva holística. A educação deve levar em conta a complexidade do real, evitando que as disciplinas do currículo escolar sejam tratadas como categorias isoladas, ou seja, fragmentados em disciplinas, sem visão de conjunto dificultando o diálogo entre os saberes e causando desinteresse pelos seus conteúdos. No entanto, o ensino que tem a responsabilidade social de promover a formação para a cidadania dos membros da sociedade, ao defrontar-se com esse trabalho, defronta-se também, com a necessidade de promover sua própria reorganização para orientar-se ele próprio por esse novo sentido. Isso porque, sendo ele próprio uma expressão do modo como o conhecimento é produzido, também se encontra fragmentado, marcado pela territorialização de disciplinas, pela dissociação das mesmas em relação à realidade concreta e pela desumanização dos conteúdos fechados em racionalidades auto-sustentadas. É necessário que os educadores criem condições para que seus alunos estabeleçam relações entre o conteúdo de

uma disciplina e outra, entre as disciplinas e a vida para que possam superar as limitações do pensamento linear em busca de uma visão e ação globalizadora e mais humana. Assim, a interdisciplinaridade fornece o contexto para a organização de uma crítica externa teoricamente bem informada, permitindo a discussão e a experimentação de hipóteses adotadas em primeira instância no seio de cada disciplina, tanto no contexto da pesquisa, quanto do ensino. Além disso, a educação deve ser holística na busca de uma integração de conhecimento, de uma orientação voltada à integração intercultural, de um equilíbrio entre teoria e prática, da consideração do futuro juntamente com o passado e o presente. Isto é extremamente complexo e exige grande sensibilidade e preparação do corpo docente, bem como da modificação de metodologias para atender as necessidades desses profissionais. Côncios desta realidade, o Departamento Acadêmico de Química e Biologia do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – CEFET. PR. implantou o Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental – Modalidade em Controle e Aproveitamento de Resíduos, contribuindo efetivamente na formação de profissionais que devem ser capacitados para viabilizar o desenvolvimento de análises químicas e biológicas e tecnologias de controle, aproveitamento e tratamento de resíduos.

## **1.1 O Problema**

O Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental foi recentemente

implementado no CEFET. PR. Entre as disciplinas que compõe o curso está a microbiologia aplicada, onde uma de suas preocupações é o de discutir as relações ecológicas dos microrganismos de interesse para o meio ambiente.

Dentre a grande variedade de microrganismos destaca-se a importância das algas que desempenham papel relevante na manutenção da vida no ecossistema. Hoje, com as grandes modificações que se verifica em relação ao meio ambiente, é necessário preparar um novo profissional, que tenha uma visão ampla para adaptar-se às novas situações. É necessário reorganizar o modo de produção de conhecimento, de modo que se diminuam as distâncias estabelecidas entre o homem e o conhecimento que produz, dessa forma, estabelecendo a unidade entre o todo e o conhecimento produzido. É preciso o engajamento efetivo dos professores para a construção de uma metodologia que supere a fragmentação do conhecimento, em busca de uma visão e ação globalizadora e humana para uma educação continuada. Portanto, é necessária uma metodologia que leve a associação do que é ensinada às condições concretas da vida, de maneira a atribuir-lhe maior autenticidade, além de interação das múltiplas dimensões do ensino.

Como propor uma metodologia para o ensino de algas na disciplina de microbiologia aplicada com uma abordagem interdisciplinar e globalizadora?

## **1.2 Justificativa**

Em discussões realizadas com docentes do Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental, mais especificamente com aqueles das

disciplinas de Biologia, Microbiologia, Microbiologia Aplicada, Biodiversidade I, Biodiversidade II, Hidroanalítica e Tratamento de Resíduos, foram constatadas lacunas a respeito do estudo de algas. Nas disciplinas de Microbiologia e Microbiologia Aplicada, são abordadas com profundidades tanto teórico quanto atividades práticas, conteúdos relacionados a vírus, bactérias, fungos e protozoários. Porém, com relação às algas praticamente não é tratado o enfoque ecológico relacionando-as ao controle de seu desenvolvimento no ecossistema aquático, algas bioindicadoras, algas tóxicas e algas que desenvolvem papel fundamental no aproveitamento de resíduos. Logo, é necessário otimizar uma metodologia para o ensino de algas na disciplina de Microbiologia Aplicada, que leve a um processo contínuo de elaboração do conhecimento orientado por uma atitude crítica e aberta à realidade. Uma metodologia que supere a fragmentação do conhecimento em busca de uma visão de unidade da realidade, constituída por um vasto conjunto de sistemas integrados por uma teia de interações.

### **1.3 Hipótese**

A aprendizagem com uma abordagem interdisciplinar e globalizadora possibilita a formação de profissionais capazes de adaptar-se à nova realidade para uma educação continuada.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo Geral**

Desenvolver uma metodologia para as atividades teóricas e práticas para a disciplina de microbiologia aplicada com foco em algas numa abordagem interdisciplinar e globalizadora.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

Proporcionar aos alunos do Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental uma visão ampla da importância das algas no processo de preservação ambiental.

Desenvolver no tecnólogo habilidades para a pesquisa e sensibilização para aquisição de conhecimentos que os tornem capazes de induzir mudanças de atitudes em relação ao meio ambiente.

## **1.5 Metodologia**

Para concluir a proposta da presente dissertação foram efetuadas as seguintes etapas:

A primeira etapa do trabalho consistiu na fundamentação teórica sobre os aspectos relevantes das algas, bem como análises de metodologias e

técnicas do processo ensino–aprendizagem. Este embasamento faz-se necessário para sugerir e implementar uma proposta metodológica para o ensino de algas na disciplina de Microbiologia Aplicada do Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental.

A segunda etapa do trabalho foi a aplicação de um questionário junto aos professores, o que resultou na elaboração da proposta metodológica para o ensino de algas a ser utilizada junto aos alunos.

A terceira etapa foi a validação através dos resultados obtidos com a presente pesquisa e a aceitação da mudança e da atualização gerada na conduta docente praticada até então.

A presente dissertação é finalizada com a incorporação dos resultados das etapas anteriores.

## **1.6 Limitações**

As abordagens apresentadas neste trabalho referem-se somente aos estudos dos aspectos ecológicos das algas, as algas bioindicadoras de ambientes poluídos, algas tóxicas e estudos sobre a importância das algas nos processos de tratamento biológico de águas residuárias. Alguns aspectos da biologia geral, tais como a genética e a evolução foram resumidas por não apresentarem interesse diretamente relacionado ao estudo proposto.

O presente trabalho parte de estudos de pesquisas bibliográficas, através dos conceitos acima citados. Em seguida, adota-se uma pesquisa de campo realizada junto aos professores da área biológica do Curso Superior de

Tecnologia em Química Ambiental do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, com o objetivo de analisar os métodos e materiais didáticos utilizados em suas aulas para o ensino de algas.

Esta pesquisa de campo foi realizada com os alunos do sétimo período do Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental. Neste contexto estamos limitados ao número de professores e alunos que irão fazer parte da amostra onde será realizada a pesquisa de campo. Um outro fator limitante é o tempo para a pesquisa bibliográfica e a todo trabalho em si. Além dessas restrições, vale salientar também as limitações que dizem respeito às nossas inferências no decorrer da construção deste trabalho.

## **1.7 Estrutura do Trabalho**

O presente trabalho tem a seguinte estrutura:

No capítulo 1, INTRODUÇÃO, tem-se a introdução que o contextualiza, apresenta o problema, a justificativa, a hipótese, os objetivos geral e específico, a metodologia, limitações do trabalho e a sua estrutura.

O capítulo 2, refere a fundamentação teórica relacionados aos ASPECTOS RELEVANTES SOBRE ALGAS. Composto este capítulo verifica-se a introdução, um breve histórico sobre algas, os aspectos ecológicos dos principais componentes fitoplanctônicos, os bioindicadores, o papel das algas no tratamento de água e de efluentes, as algas produtoras de toxinas e a síntese do capítulo.

No capítulo 3, METODOLOGIAS DO PROCESSO ENSINO \_ APRENDIZAGEM, delimita-se uma fundamentação teórica como marco de referência de que procede esta dissertação, onde se aborda métodos e técnicas que incluem as concepções teóricas, o conjunto de recursos audiovisuais e novas tecnologias que oferecem subsídios para tratar da proposta metodológica do ensino de algas e a síntese do capítulo.

No capítulo 4, METODOLOGIA PARA O ENSINO DE ALGAS, tem-se a apresentação da instituição de ensino – CEFET – PR., do Departamento Acadêmico de Química e Biologia e da disciplina de Microbiologia Aplicada, a análise do perfil do aluno do Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental e dos possíveis campos de trabalho. Como validação, apresenta-se a proposta da metodologia para o ensino de algas na disciplina de microbiologia aplicada, com a análise dos resultados dos questionários sobre métodos e materiais aplicados em professores da área de biologia e alunos do sétimo período do Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental.

No capítulo 5, CONCLUSÃO, tem-se a conclusão, evidenciando a eficiência da proposta de metodologia para o ensino de algas, tendo como parâmetro os pressupostos pedagógicos e as recomendações para futuros trabalhos.

Finalizando, encontram-se as Referências Bibliográficas e, em seguida, os Anexos.

## **2. ASPECTOS RELEVANTES SOBRE ALGAS**

### **2.1 Introdução**

Neste capítulo será abordado, ainda que sucintamente, um histórico sobre algas, um breve comentário sobre os diversos tipos de habitat, os aspectos taxonômicos e ecológicos, bem como os bioindicadores, as algas tóxicas e o papel das algas nas estações de tratamento de efluentes.

Esta fundamentação teórica faz-se necessário uma vez que, ao considerarmos a riqueza de nossa flora e fauna, existem poucas pesquisas sobre as relações funcionais e ecológicas das variedades de microorganismos que desempenham papel fundamental na transformação e reutilização dos resíduos humanos e industriais. Também são escassas as pesquisas relacionadas aos problemas de toxidez produzidos pelas algas que interfere diretamente na qualidade de vida de todos as biotas.

### **2.2 Histórico**

As algas surgiram há três bilhões de anos e foi graças a elas que a vida, recém-aparecida não se extinguiu. Pode ser microscópica de estruturas simples, em sua maioria unicelulares e em menor número de espécies pluricelulares ou macroscópicas e complexas. Não se distinguem órgãos típicos como raízes, caules, folhas verdadeiras. São encontrados em

ambientes muito variados, pois apresentam extraordinária capacidade de adaptação. Vivem em águas salobra, doce, neve, em lugares úmidos como o solo, os muros, nos animais e nas cascas de árvores (<http://www.lmalheiros.hpg.ig.com.br/algas.htm> acessado em: 08/02/2001).

Existem algas que vivem sobre a folhagem de plantas da mata tropical úmida, são as chamadas epífitas. As algas também formam associações do tipo simbiose entre algas e fungos, para formar os líquens, ou entre algas e animais, como é o caso de algas denominadas endozóicas, denominadas clorelas e xantelas, encontradas no interior de organismo de protozoários, cnidários, espongiários e turbelários. São conhecidas também algas endófitas, que se alojam no interior de outras algas ou mesmo de plantas vasculares como as raízes de *Azolla*, uma pteridófito aquática. Existem algas que se adaptam inteiramente ao parasitismo, embora raras. Essa adaptação é acompanhada de uma redução ou desaparecimento de pigmentos clorofilianos. (<http://samjack.virtualave.net/trab/algas.htm>.acessado em 22/11/2000).

Regiões extremamente frias também permitem a instalação de diversos tipos de algas como descreve Neto (1983, p.56).

“Na flora de gelo e neve, as algas são encontradas apenas nas regiões onde a superfície é estável por algum tempo, como nas calotas polares e em áreas montanhosas permanentemente cobertas de neve. Os gêneros mais representativos são pertencentes as *Chlorophytas*, como espécies de *Clamydomonas*, *Chlorella*, *Ankistrodesmus*. A composição das espécies da flora de gelo e neve varia de acordo com seu pH, o qual por sua vez é afetado pela fina poeira proveniente de rochas que assenta sobre as neves permanentes e nelas penetram”.

Um outro ambiente onde observamos o desenvolvimento de algas é o solo. Nestes locais, segundo Pelczar et al., (1996, p.311)

“A população de algas geralmente é menor do que a população de fungos e de bactérias. As principais espécies de algas presentes são algas verdes *Chlorophytas* e as diatomáceas *Chrysophytas*. Por serem fotoautotróficas, as algas estão predominantemente próximas da superfície do solo. Em solo fértil as atividades bioquímicas das algas são muito menos importante do que as das bactérias e dos fungos”.

Para Marzwski & Vélez (1999, p.52), entre as algas do solo destacam-se:

“as cianofíceas que pela sua capacidade de realizar fotossíntese, desempenham um papel-chave na transformação das rochas para o solo. Constituem a comunidade pioneira em uma sucessão ecológica. Elas podem crescer na superfície das rochas recentemente expostas e suas células acumulam-se nos depósitos orgânicos. Isso estabelece uma base de nutrientes que suporta o crescimento de outras espécies de bactérias e fungos que através da produção de ácidos durante o metabolismo microbiano dissolve os constituintes minerais da rocha. Assim, as condições ficam adequadas para o crescimento de líquens, musgos e em seguida plantas superiores”.

A respeito das algas do solo, Nogueira et.al. (1996), realizaram estudos comparativos entre a proliferação de algas em três tipos diferentes de solo: solo de caatinga, solo cultivado e solo salinizado. Verificaram que:

“a proliferação de algas aconteceu em solos de caatinga e solos cultivados. Os gêneros de algas que predominaram foram *Chlorella vulgaris* e *Oscillatoria foreau*”.  
(Nogueira et al., 1996, p.195)

A diversidade dos ecossistemas aquáticos permite o desenvolvimento de maior variedade de espécie de algas.

Segundo Bicudo (1970) o ambiente mais rico em algas, com certeza, é o ecossistema aquático como os rios, represas, lagos, lagoas, empoçados e pântanos. Continuando, Bicudo (1970, p.14) afirma que:

“os rios apresentam vários fatores que interferem no desenvolvimento de algas, tais como: mudança de percurso, profundidade vazão, geologia da superfície terrestre, e do leito do rio, concentrações de sais, turbidez, contaminantes etc. proporcionando um grande número de habitat”.

## **2.3 Aspectos Ecológicos dos Principais Componentes Fitoplanctônicos.**

O plâncton é definido como sendo uma comunidade formada por vírus, bactérias fungos, microalgas, protozoários. Por serem muito pequeno possuem limitada capacidade natatória e permanecem em suspensão nas águas carregadas por correntes marinhas. (Oliveira, M., 1998).

Para Odum, Eugene, P. (1997, p. 486),

“plâncton são organismos flutuantes cujos movimentos são mais ou menos dependentes das correntes. Enquanto alguns componentes do zooplâncton possuem movimentos natatórios ativos, que os ajudam a manter uma posição vertical, o plâncton no seu conjunto é incapaz de se deslocar contra corrente. Na prática o plâncton de rede é aquele que é capturável com uma rede fina arrastada lentamente dentro da água, já o nanoplâncton é demasiado pequeno para ser capturado com uma rede e deve ser colhido por meio de um frasco ou uma bomba”.

O plâncton é formado pelo fitoplâncton e pelo zooplâncton, sendo que “as algas planctônicas juntamente com as cianobactérias constituem o fitoplancton, formando o início da cadeia alimentar para os organismos heterotróficos que vivem nos oceanos e corpos de água de água doce”. (Raven, Peter, H et.al.1996,p.336).

Segundo Brandini, F. P & Fernandes, L. F. (1996), as microalgas do plâncton são responsáveis por mais de 90% da síntese de matéria orgânica nos oceanos e contribuem com aproximadamente 95% da renovação anual do oxigênio atmosférico.

Para Esteves (1998, p.378) “os principais componentes o fitoplâncton são: *Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Euglenophyta*, *Chrysophyta* e *Pyrrophyta*.”

Estes grupos apresentam as seguintes características:

Cyanophyta – também conhecida como cianobactérias ou algas azuis tem seu nome originado a partir de um de seus principais pigmentos, a ficocianina. A ficocianina juntamente com os demais pigmentos como a clorofila “a”, confere à alga uma coloração azul – esverdeada. (Junqueira, L. C. & Carneiro, 2000). As cianofíceas são procariontes, não apresentam seus pigmentos em plastídios, não apresentam cílios ou flagelos, porém movimentam-se por deslizamento e rotação. (Brock, T. D. et. al. 1994).

Embora o nitrogênio molecular seja abundante na atmosfera terrestre, somente algumas espécies viventes, são capazes de incorporá-lo em moléculas orgânicas em um processo denominado de fixação do nitrogênio. (Alberts, B. et al., 1997).

As cianofíceas são hoje consideradas as maiores fontes de conversão

de carbono e nitrogênio em moléculas orgânicas que entram na biosfera. O grupo inclui os organismos mais auto-suficientes que existem nos diversos ecossistemas. (Curtis, 1977).

Hoeck, C., V., D. et al. (1995, p.20), descreve que:

“A divisão Cyanophyta apresenta aproximadamente 150 gêneros e cerca de 2.000 espécies e são encontradas nos mais diversos habitat. Além da água doce vivem em oceanos, sobre solos úmidos e mesmo em lugares inóspitos e extremos como geleiras, desertos e nascentes quentes. Algumas cianophytas, principalmente as que apresentam heterocistos são importantes na fixação de nitrogênio em lagos”.

Este grupo costuma ter grande importância ecológica por causa da enorme biomassa que pode desenvolver nas lagoas e lagos poluídos. (Odum, Eugene, P., 1997)

“Um outro grupo de algas muito importante para os ecossistemas são as *Chlorophytas* ou algas verdes que incluem formas unicelulares como as desmídias, formas filamentosas, tanto flutuantes como fixadas, e várias formas coloniais flutuantes. Mais de 10.000 espécies têm sido identificadas nesta divisão”. (<http://web1.manhattan.edu/fcardill/plants/protoc/chloroph.html>) Acessado em: 06/02/2001

Parra & Bicudo (1995, p.77) descrevem que:

“as algas verdes são principalmente dulcícola. Apesar de serem predominantemente aquáticas, existem poucas espécies que crescem em solo úmido e sombrio, troncos de árvores e uma grande variedade de outro habitat terrestre. Algumas *Chlorellas* são termofílicas. Estas algas possuem amido como material de reserva, o que as torna ainda mais próximas às

plantas superiores. O amido é armazenado em um ou mais pirenóides. Possuem clorofila “a” e “b” e o número de cloroplastos por célula é variável, assim como sua forma. A coloração verde varia de verde claro quase amarelo a verde escuro”.

Entre os gêneros mais característicos de água doce, são citados:

*Closterium*, *Cosmarium*, *Chlorella*, *Mougeotia*, *Pediastrum*, *Micrastérias*, *Desmidium*, *Scenedesmus*, *Spirogyra*, *Staurastrum* e *Volvox*. (Joly, 1991)

De acordo com Esteves, F. A. (1998, p 379, 380)

“as Euglenophytas são algas unicelulares sem membrana unicelular rígida com um a três flagelos por célula. Possuem clorofila “a” e “b” e paramido como reserva. Os gêneros mais característicos são: *Euglena*, *Phacus* e *Trachelomonas*. A família Euglenaceae apresenta gêneros pigmentados. Vivem principalmente em águas doce e com frequência são abundantes em águas contaminadas por resíduos líquidos e ricos em matéria orgânica”.

Lund & Lund (1995, p. 146) descrevem as Chrysophytas como sendo:

“algas com plastídios verdes – amarelados, que possuem clorofila “a” e “c” e a crisolamina como reserva glicídica. As classes Chrysophyceae e bacillariophyceae apresentam maior importância do ponto de vista quantitativo.

As Bacillariophyceae ou diatomáceas são unicelulares, desprovidas de flagelos. Apresentam a parede celular formada por duas metades sobrepostas e constituídas principalmente por sílica. Podem constituir excelentes indicadores biológicos porque permitem reconhecer de modo bastante preciso o grau de poluição, a salinidade e o pH das águas. Os restos de diatomáceas impregnadas nos sedimentos podem ser usados para indicar as alterações das condições de nutrientes em um lago. As diatomáceas que predominam em um lago pobre em nutrientes (oligotróficos) são diferentes em espécies e números comparado com as que se desenvolvem em lagos ricos em nutrientes (eutróficos)”.

Os estudos florísticos e taxonômicos mais recentes em relação às diatomáceas restringem-se principalmente às regiões Sul e Sudeste. Entre os registros da ocorrência de diatomáceas no Estado do Paraná foram citados por Ludwig & Valente, M. (1990) em estudos taxonômicos sobre a família Eunotiaceae e diatomáceas cêntricas do Parque regional do Iguaçu.

Train (1991) realizou um estudo da família Bacillariophyceae ocorrente no córrego dos Moscados.

Vale ressaltar ainda a importância dos estudos realizados por Ludwig & Flores (1997) sobre a diatomoflora dos rios da região a ser inundada para a construção da Usina de Segredo (Rio Iguaçu).

De acordo com Raven, Peter, H. et. al. (2001, p. 348) a divisão Pyrrophyta engloba duas classes:

“Dinophyceae e Cryptophyceae. Estas algas apresentam clorofila “a” e “c” e o material de reserva é o amido. Dinophyceae ou dinoflagelados são unicelulares, assimétricos e biflagelados. São conhecidos aproximadamente 2000 a 4000 espécies e muitas com alta produtividade no plâncton marinho e outras em águas continentais. A aparência de muitos dinoflagelados é bizarra, com placas celulósicas rígidas que formam uma parede, a qual se assemelha a uma armadura antiga. A maior parte dos dinoflagelados clorofilados tem seus pigmentos mascarados por outros pigmentos carotenóides incluindo a piridina. Os dinoflagelados simbiotes não possuem teças e ocorrem como células esféricas douradas chamadas zooxantelas. A simbiose ocorre com vários organismos, tais como: água viva, esponjas corais e polvos”.

O aumento excessivo da população de alguns dinoflagelados como *Gymnodinium*, *Peridinium*, *Ceratium* e *Gonyaulax* provocam um desequilíbrio ecológico conhecido como “maré vermelha”. As florações incluem temperaturas

superficiais altas, alto conteúdo de nutrientes na água, baixa salinidade (período chuvoso) e mares calmos. “As toxinas liberadas envenenam e matam milhares de seres aquáticos. A ingestão de peixes e moluscos contaminados pode provocar o envenenamento também do homem”. (Anderson, 1994,p.62).

“Cryptophytas - são algas que ocorrem tanto em águas continentais como marinha costeira. Nos ambientes continentais podem ser muito comuns em lagos ricos em vegetação aquática e, conseqüentemente, com matéria orgânica em decomposição e nitrogênio. A maioria é unicelular, flagelada com uma fase vegetativa de vida livre. As células nadadoras das Cryptophytas são facilmente reconhecidas por serem em sua maioria assimétricas”. (Parra & Bicudo, 1995, p. 205).

## **2.4 Os Bioindicadores**

Bioindicadores podem ser conceituados como sendo organismos ou comunidades, cujas funções vitais se correlacionam tão estreitamente com determinados fatores ambientais, que podem ser empregados como indicadores na avaliação de uma dada área. Markert, B., (1993).

Uma outra definição para bioindicadores: são organismos ou comunidades que respondem à poluição ambiental alterando suas funções vitais ou acumulando toxinas. Schubert, L., E. (1984).

“Organismos Bioindicadores são definidos como indicadores que podem fornecer informações sobre as condições de um ecossistema, como por exemplo, valor de pH ou a concentração de metais pesados no solo. Certas espécies vegetais respondem a alterações ambientais, como o surgimento de poluentes, desaparecendo ou se multiplicando.

Portanto, o tamanho e a composição de comunidades vegetais e animais se alteram. Geralmente o monitoramento realizado empregando-se vegetais é mais freqüente do que se usando a fauna, uma vez que os vegetais têm requerimentos ambientais mais fáceis de serem monitorados, permanecem no mesmo lugar e são mais numerosos. Para se identificar mudanças no ecossistema são necessárias coletas repetidas a longo-prazo. Estudos a longo-prazo permitem a compilação de inventários ambientais compreensíveis, que podem fornecer informações sobre a extensão de influências antrópicas. As algas de diversas espécies são consideradas bioindicadoras de ecossistemas aquáticos”. Lima, Josanídia, S. (<http://www.techoje.com.br/meioambiente/ab0007-1.htm> acessado em 08/01/2001)

## 2.5 Papel das Algas no Tratamento de Água e de Efluentes

A importância das algas em águas destinadas ao abastecimento público está relacionada com:

“cor, odor e sabor. Além desses fatores, as algas podem causar o entupimento de filtros de areia, outras são indicadoras de águas limpas, indicadoras de poluição, algas tóxicas, algas que cobrem a superfície de reservatórios, dificultando a penetração de luz e causando a demanda de oxigênio quando entram em decomposição, formação de lodo e corrosão de estruturas de ferro e concreto. As algas também podem causar alterações físico-químico da água elevando o pH, gerando problemas para obtenção do ponto ótimo de floculação”. (Branco, 1986, p.3).

Entre as publicações de trabalhos relacionados ao processo de eutrofização, procurou-se relacionar aqueles considerados de relevante importância, tais como:

Yunes et. al (1990) realizaram estudos sobre cianobacterias fixadoras de nitrogênio do estuário da Lagoa dos Patos – RS onde a disponibilidade de

nutrientes é abundante. Neste trabalho:

“utilizaram a espécie *Nostoc muscorum* para avaliar a incorporação de nitrogênio em proteínas e a atividade da enzima nitrogenase. Esta espécie demonstrou resultados positivos no que se refere aos aspectos avaliados. Muitas espécies de algas crescem em altas densidades quando as condições são favoráveis. Este fenômeno é denominado florações das algas e ocorrem principalmente em lagos eutróficos. Dentre as cianofíceas formadoras de floração, destacam-se os gêneros: *Aphanizon*, *Oscillatória*, *Anabaena*, *Microcystis* e *Gloetrichia*. Em águas brasileiras são freqüentes as florações formadas por *Microcystis aeruginosa* e várias espécies de *Anabaena*”. (Yunes et al. 1990, p. 375).

Estudos realizados por Moura et.al. (1997) em represa do Distrito Federal, conhecidos como lagos Paranoá, Descoberto e Santa Maria evidenciaram predominância de fitoplâncton constituído principalmente pela espécie de cianofícea *Aphanizomenon flos-aquae* onde os nutrientes, especialmente nitratos e fosfatos exercem grande influência na biomassa.

Estudos limnológicos recentes revelaram progressivas mudanças nas comunidades planctônicas do Lago Paranoá em decorrência do acelerado processo de eutrofização. Esta mudança pode ser vista através dos trabalhos de Branco, C. W. C. & Cavalcanti, C. B. (1998, p.23) onde descrevem que “a comunidade fitoplanctônica do referido lago, neste período é predominantemente constituída de cianofíceas *Cylindrospermopsis raciborskii* e florações periódicas de *Microcystis aeruginosa*.”

Giani, A. (1998, p.30) em estudos sobre a ecologia do fitoplâncton na Represa de Pampulha descreve que “a variação da densidade de cianofíceas *Microcystis* de ano para ano podem estar relacionados a fatores externos,

como alterações na entrada de nutrientes ou manejo de macrófitas flutuantes presentes na lagoa”.

Na avaliação das variações temporais na produção primária fitoplanctônica na Represa de Salto Grande (Americana – SP), Calijuri, M. C. et al. (1998, p.44) verificaram que “a produção primária no inverno é maior comparada ao período de verão. A classe Chrysophyceae predominou no período de inverno e a classe Cyanofyceae no período de verão. Concluíram que o Reservatório de Salto Grande tem a sua produção primária limitada por luz”.

Ceballos, B, Souza, M, König, A (1997) estudaram a influência da biomassa algal nas flutuações da qualidade da coluna de água e do efluente final no ciclo diário de uma lagoa facultativa primária na ETE de Sapé – PB. onde foram analisados os seguintes parâmetros: pH, temperatura, DQO, DBO, (filtrado e não filtrado) macronutrientes, clorofila “a” e coliformes fecais. Estes autores:

“verificaram que a diferença climática entre a estiagem e o período de chuva refletiu na concentração de clorofila “a”, sendo mais elevada na estiagem. A diferença de DBO entre filtrado e não filtrado foi de 90%. Os valores elevados de clorofila “a” no efluente à noite foram associados ao deslocamento de *Mycrocystis* ao longo da coluna de água e ao mesmo fenômeno nas horas diurnas teria contribuído com os valores elevados de coliformes”. Esta alga pode transportar adsorvidas na sua mucilagem, as bactérias coliformes”. (Ceballos, B. Souza, M., König, A., 1997, p.3).

Na pesquisa sobre Redução de Amônia do Efluente Industrial da Refinaria de Paulínea por processo microbiológico, Furlan, L, Sperling, M e

Chernicharo, C. (1997, p.72) analisaram dados de temperatura, pH, alcalinidade, OD e microalgas em lagoa de estabilização localizada junto a ETE Nova Vista em Itabira – MG. Os resultados deste trabalho demonstram que:

“neste ambiente foram encontrados os grupos fitoplanctônicos de cianofíceas, clorofíceas, crisofíceas euglenofíceas e diatomáceas. A principal função dessas algas neste ambiente é produzir oxigênio para a realização dos processos de decomposição aeróbios da matéria orgânica, bem como manter as condições aeróbias do meio aquático. Um outro papel suplementar desempenhado pelas algas nestas lagoas é a remoção de nutrientes, tais como o nitrogênio, fósforo e carbono para satisfazer suas próprias necessidades nutricionais”.

Com a finalidade de estudar os fatores que influenciam a biomassa e a diversidade de algas, Oliveira, R et. al. (1997, p.315) pesquisaram dez lagoas, sendo oito de maturação, uma facultativa secundária e uma anaeróbia.

Verificaram que:

“os gêneros de algas flageladas *Euglena*, *Pyrobotrys* e *Chlamydomonas* estiveram presentes em todas as lagoas, sendo dominantes na lagoa facultativa que possuía maior carga orgânica. A predominância deste gênero deve-se a habilidade de locomoção em busca de uma posição mais satisfatória à sua atividade fotossintética. Nas lagoas de maturação foi encontrada maior diversidade de gêneros de algas, sendo que a *Chlorella* e *Scenedesmus* com maior frequência”.

No trabalho sobre Avaliação de microalgas em biorreatores para o tratamento terciário de águas residuais agroindustriais, Baena, S, Gonzalez, L. (1994), fizeram a comparação do crescimento de algas clorofíceas *Chlorella*

*vulgaris* e *Scenedesmus dimorphus* de um sistema de lagoa de estabilização. Os parâmetros analisados foram: amônio, nitratos, fósforo total, DQO e sólidos totais em suspensão. Verificaram que:

“A *Chlorella vulgaris* apresentou um crescimento mais rápido e maior densidade celular comparada com a *Scenedesmus dimorphus*. Portanto, as espécies de microalgas utilizadas oferecem uma boa alternativa no tratamento biológico de águas residuais agroindustriais, especificamente na remoção de nitrogênio e fósforo”.(Baena, S., Gonzalez, L. 1994, <http://www.colciencias.gov.co/simbiosis/projectos/microalgas.htm> acessado em 18/03/2001.

Estudos realizados por Braga, J. M. S. et. al. (1999) identificaram e relacionaram o fitoplâncton predominante na suspensão biológica da ETE Cristina em Santa Luzia – MG. Analisaram duas lagoas facultativas aeradas entre agosto de 97 a julho de 98. “Verificaram uma sucessão ecológica entre as algas fitoflageladas e a cianobactéria *Oscillatória agardhii*. Concluíram que a predominância de fitoflagelados junto à entrada onde há matéria orgânica em decomposição deve-se a água com caráter mais ácido”. (Braga, J. M. S., et al. 1999, p. 54).

Santiago, A. C. P. & Chamixaes, C. B., (1999, p.96) realizaram um levantamento das algas *Desmídias* em dois açudes presentes na Mata do Estado em Férrer – PE. e relatam que nesta pesquisa:

“a coleta foi feita com rede de plâncton e com frasco de boca larga e raspagem de folhas do solo. As amostras foram fixadas e analisadas no laboratório de microalgas. O grupo de *Desmídias* foi o mais representativo do ponto de vista qualitativo. Concluíram que a boa representatividade do grupo,

provavelmente está relacionada com o pH ácido (5.5) do açude e a presença de macrófitas”.

Com o objetivo de identificar as famílias de cianofíceas da Lagoa Salgada do Rio de Janeiro, Silva, L. H. S. (1999, p.96) realizou várias coletas na maré baixa em águas de superfície e descreve que:

“o material foi identificado resultando em maior representatividade das famílias Chroococcaceae, Mycroscystaceae, Oscillatoriaceae e Rivulariaceae. Em sua conclusão relata que a alta frequência de cianofíceas é justificada pela elevada adaptação ao gradiente de salinidade e a baixa competição na área de estudo”.

Rodrigues, E., Pacheco, C., (1997, p.343) realizaram estudos do comportamento de cianobactérias presentes em represa de abastecimento público monitorado pela SANEPAR. Neste trabalho:

“os parâmetros estudados foram: interesse sanitário e condições para proliferação, técnicas de detecção das toxinas, formas de liberação e remoção de toxinas, manejo e controle de algas. Após a avaliação dos resultados das análises realizadas concluíram que mesmo ocorrendo a presença das cianobactérias não significa que ocorra a liberação de toxina na água, porém deve-se tomar as medidas preventivas caso isto venha a acontecer”.

## **2.6 Algas Produtoras de Toxinas**

A ocorrência de florações de algas tóxica pode ser encontrada em várias

publicações. As abordagens abaixo citadas referem-se a uma pequena parcela dos trabalhos publicados com o objetivo de destacar a importância das algas não só como bioindicadoras de ambientes poluídos, mas também a toxicidade que elas podem apresentar no ambiente em que estiverem inseridas.

“As algas venenosas, por si só não são boas nem más. Vivem em águas doces ou salgadas, em toda parte e normalmente não prejudicam a qualidade dos mananciais. O perigo vem com o despejo – quando se despeja em lagoas ou represas, sem nenhum cuidado, qualquer tipo de lixo, especialmente esgotos e resíduos agrícolas. A água então se enche de N<sub>2</sub> e P, os pratos prediletos das algas tóxicas e elas se reproduzem até tomar conta do habitat como ocorre nas represas de Billings, Guarapiranga e Talaçupeba de São Paulo. Das oitenta espécies registradas nas represas, vinte são tóxicas, e três muito comuns, são mortais. As algas produzem neurotoxinas que atacam os músculos dos pulmões, causando asfixia, e epatotoxinas que necrosam o fígado”. (Sant’ana, Célia, L., 2000). <http://www.fapesp.br/ciencia5310.htm> acessado em 17/04/2001

Segundo Branco, S. (1986, p.251):

“Os casos relativamente freqüentes de intoxicações por algas marinhas são produzidos geralmente por flagelados, tais como os do gênero *Gonyaulax*, que quando em número elevado, produzem a chamada “maré vermelha” nos mares, enquanto que as algas de água doce, evidenciadas como tóxicas, pertencem ao grupo de algas azuis. O gênero mais citado é a *Microcystis*, particularmente as espécies *M. flos-aquae* e *M. aeruginosa*”.

Carmichael (1997) concorda com Branco, S. (1986) ao afirmar que as algas, principalmente as cianofíceas são tóxicas e podem causar a morte de animais domésticos e selvagens. Estes animais freqüentemente são

envenenados após o consumo de água superficial contendo elevadas concentrações de células com cianotoxinas das cianofíceas.

Segundo Short & Edwards (1990, p. 558) “os gêneros considerados mais tóxicos são: *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Coelosphaerum*, *Gloeotrichia*, *Nodulária*, *Oscillatoria*, *Cylindrospermopsis* e *Nostoc*”.

(Sant’ana, Célia L., Azevedo, Maria T, P., 2000) <http://www.fapesp.br/ciencia5310.htm>. Acessado em 17/06/2001 relata que:

“uma das espécies tóxicas mais comuns no Brasil é *Anabaena spiróides* que normalmente forma florações em corpos d’água eutrofizados. A *Microcystis aeruginosa* é uma outra espécie considerada bastante competitiva e encontrada com facilidade em nossas represas, cuja toxina causa a morte de peixes e animais de criação como o gado bovino e patos. Foi observado que as espécies potencialmente tóxicas aumentaram rapidamente à medida que aumenta o número de represas eutrofizadas”.

São vários os registros de publicações de trabalhos relacionados com a ocorrência de algas tóxicas seja no ambiente marinho ou de água doce. Entre estas publicações vale destacar àquelas consideradas recentes.

Clement, A. Lembeye, G. (1994). <http://ioc.unesco.org/iochtm/w101/w101ww12.htm> acessado em 18/03/2001 publicaram trabalhos, onde relatam que:

“nos últimos anos, as florações tóxicas especialmente as que causam o veneno paralisante de mariscos (VPM) e o veneno diarréico de mariscos (VDM) vem sendo observados nos ecossistemas aquáticos do Chile. A elas se somam as florações algais nocivas (FAN). O veneno paralisante de mariscos têm como agente causador à alga *Alexandrium catenella*. Por outro lado, o veneno diarréico de mariscos é causado pela alga *Dinophysis acuta*. Este acontecimento tem gerado sérios problemas na saúde pública e nas atividades produtivas”.

Pesquisas realizadas por Gomis, C. (1998) <http://prowww.cpd.ua.es/dossierprensa/1998/09/12/13.html>. Acessado em 13/01/2001 reporta que:

“entre as trinta espécies de algas tóxicas identificadas do litoral Valenciano se encontra a *Alexandrium catenella*, dinoflagelado responsável pela elaboração da toxina PSP (Paralytic Shellfish Poisoning) ou veneno paralisante, que em elevada concentração pode provocar a morte das pessoas. Estas algas ficam acumuladas em moluscos filtradores como os mexilhões que ao serem consumidos pelo homem pode levá-lo ao óbito”.

Em um trabalho apresentado sobre estudo ecológico integrado na Lagoa da Barra, Maricá – Rio de Janeiro, Huszar, et. al (1992) relatam a ocorrência de elevada quantidade de mortalidade de peixes. Este acontecimento foi atribuído à dominância massiva de algas tóxicas da espécie *Synechocystis aquatilis f. salina*.

No artigo publicado por König, A, et. al. (1998, p.137) sobre:

“algas bioindicadores do nível trófico de ecossistemas lênticos paraibano indica que um dos fatores da proliferação excessiva de algas potencialmente tóxicas em muitos açudes nordestinos está relacionado com a elevada temperatura e salinidade Um outro fator que também interfere é o enriquecimento das águas com nutrientes resultantes do uso indevido da terra em atividades agropastoris”.

## 2.7 Síntese do Capítulo

Nesta exposição pretendeu-se demonstrar a importância do conhecimento dos aspectos ecológicos das algas. As algas constituem um

grupo de organismos que vivem nos diversos ecossistemas onde são responsáveis pela produção de oxigênio e constituem o início da cadeia alimentar. Contudo, podemos verificar que estes organismos podem gerar sérios problemas, principalmente em águas de abastecimento público quando acontecem alterações físico-químicas nesse meio ocasionado, principalmente, pela liberação de elevada quantidade de nutrientes neste corpo aquático, provocando a eutrofização e, conseqüentemente, causando a obstrução dos filtros. Outro problema demonstrado pelas pesquisas realizadas é a eutrofização por algas tóxicas que geram grandes prejuízos ao homem e demais organismos do ecossistema aquático.

Estas informações são importantes para nortear a discussão sobre a metodologia, técnicas e teorias do processo ensino-aprendizagem, bem como, dar sustentação na proposta metodológica para o ensino de algas.

### **3. METODOLOGIAS DO PROCESSO ENSINO–APRENDIZAGEM**

#### **3.1 Introdução**

Neste capítulo serão abordados e analisados métodos e técnicas que freqüentemente têm sido utilizados no processo ensino e aprendizagem. Também é realizada uma análise da aliança entre a abordagem progressista, uma visão holística e o ensino com pesquisa, que, tal como uma teia, se interconectam e subsidiam pressupostos para uma prática pedagógica que supere a fragmentação do conhecimento e permitindo a formação integral dos alunos. No segundo momento será discutida a importância do método interdisciplinar que busca a interação das disciplinas do currículo entre si e com a realidade objetivando a preparação dos alunos para exercer criticamente a cidadania e a enfrentar os problemas complexos e amplos da realidade atual. No terceiro momento procura-se abordar a importância do uso de tecnologias audiovisuais, tanto da tecnologia convencional, como das chamadas novas tecnologias visando a melhoria do processo de aprendizagem.

#### **3.2 Métodos, Técnicas e Teorias do Processo Ensino e Aprendizagem**

Minayo (2000) define metodologia como o caminho do pensamento e a prática exercida na abordagem da realidade.

Para Araújo (2001) o método de ensino pode ser conceituado como sendo um conjunto de processos de que o professor lança mão para perseguir a finalidade de ensinar.

A preocupação com o como ensinar tem-se constituído numa tendência significativa da produção educacional dos últimos anos em todas as áreas de ensino. Como elemento componente do processo de ensino e de aprendizagem escolares, as variadas técnicas possibilitam variadas intermediações entre o professor e o aluno, pois ora estão mais centradas no professor ora mais no aluno. De acordo com Lopes (2001, p.35):

“uma das técnicas mais utilizadas pelas escolas de primeiro e segundo graus ou de ensino superior é a aula expositiva. Na educação brasileira sua utilização como meio de transmissão de conhecimentos na sala de aula aparece desde o plano pedagógico dos Jesuítas, considerado o marco inicial do ideário pedagógico nacional até os dias atuais”.

Este mesmo autor comenta que a “importância dada ao professor como transmissor do acervo cultural, legou ao ensino tradicional um caráter verbalista, autoritário e inibidor da participação do aluno, aspectos estes transferidos para a aula expositiva”. Lopes (2001, p.35)

Portilho (1998) concorda com Lopes no que se refere a visão tradicional da educação onde o professor é considerado o transmissor de conhecimentos e os alunos, como aqueles que reproduzem os conteúdos, tal qual foram passados. Através de uma pesquisa realizada com alunos universitários ficou evidenciado que “esta situação é vivenciada nas instituições de ensino superior através das aulas expositivas”.(Portilho, 1998, p.43). Nesta mesma linha de

pensamento Freire (2001) reporta que a educação ainda permanece vertical.

“O professor ainda é considerado um ser superior que ensina e o aluno aquele que recebe passivamente os conhecimentos tornando-se um depósito do educador formando uma 'consciência bancária' da educação”. (Freire, 2001, p.38).

Segundo Bordenave & Pereira (2001) a pesquisa realizada sobre os principais problemas do ensino superior revelou um emprego excessivo de aulas expositivas com baixíssima participação dos alunos além de um número insuficiente de aulas práticas e o escasso e deficiente uso de recursos audiovisuais.

De acordo com Saviani (apud Lopes, 2001, p.42) é conveniente:

“modificar a aula expositiva tradicional em aula expositiva dialógica ou seja, numa técnica de ensino dinâmica e capaz de desenvolver o pensamento crítico do aluno dando-lhe oportunidade para o desenvolvimento da reflexão crítica da criatividade e da curiosidade científica, atributos essenciais numa educação transformadora”.

Freire & Guimarães (1982) enfatiza que o diálogo, deve ser considerado não apenas como uma conversação, mas sim como uma busca recíproca do saber.

Neste aspecto, o ensino dialógico se contrapõe ao ensino autoritário, transformando a sala de aula em ambiente propício à reelaboração e produção de conhecimentos na medida em que valoriza a vivência dos alunos, seu conhecimento do concreto, buscando relacionar esses conhecimentos prévios com o assunto a ser estudado.

Para Nérici (1981) a aula expositiva tem como objetivo a economia de tempo quando há urgência em se apresentar um assunto bem como possibilitar a transmissão de informações e experiências. Segundo Ramos e Rocha (1981) as vantagens da aula expositiva é que ela supre a falta de bibliografia para o aluno quando determinado assunto não foi ainda amplamente divulgado e quando há dificuldade de acesso às publicações existentes.

Uma outra técnica, utilizada com frequência no ensino médio, graduação e pós-graduação, é o seminário, que, durante o seu desenrolar pode se utilizar da exposição oral, discussão e debate.

“Entre os aspectos positivos do uso dessa técnica vale ressaltar que o conhecimento a ser assimilado e até mesmo produzido não é “transmitido pelo professor”, mas é estudado e investigado pelo próprio aluno. A participação do professor não é mais predominante, ou seja ele orienta, conduz e dirige o processo de ensino”. Veiga (2001, p. 110)

Mucchielli (1981, p.65-66) propõe o método ativo para uma aprendizagem eficiente, onde:

“O aluno a ser instruído aprenderá experimentalmente, por descoberta pessoal e, por assim dizer, experiencialmente, se se chamar assim a incorporação do saber à personalidade, aos comportamentos, à sua história, em oposição a um conhecimento puramente intelectual”.

A metodologia ativa utiliza-se da motivação intrínseca. Segundo Mucchielli (1981), no sentido psicopedagógico estrito, “motivar” um grupo, uma

classe, um aluno é agir de tal modo que eles próprios acabam sentindo a necessidade de saber ou de aprender aquilo para que estão sendo preparados.

Um comportamento “motivado” proporciona um comportamento orientado para um objetivo satisfatório. O aluno motivado tem comportamento altamente satisfatório, pois manifestam um interesse positivo pelo tema de estudo. Ao aplicar as motivações intrínsecas, as pessoas sentem-se envolvidas e implicadas e não apenas “interessadas” intelectualmente.

Uma outra característica importante do método ativo é o trabalho em grupo permitindo um aprendizado da vida social, da participação-cooperação e de um saber ser, assim como de um conhecimento profissional propriamente dito. Os aspectos positivos do trabalho em grupo segundo Lima (apud Bordenave & Pereira 2001, p.140) é que “produz uma “vigilância” mútua que obriga o pensamento a funcionar com o máximo de sua responsabilidade, tanto do ponto de vista de sua criatividade, como do ponto de vista da coerência”.

Para Masetto, (2001) as técnicas precisam ser escolhidas de acordo com o que se pretende que os alunos aprendam, pois o processo de aprendizagem abrange o desenvolvimento intelectual, afetivo, o desenvolvimento de competências e de atitudes

Portilho (1998, p.44) sugere que:

“dentre as possibilidades que a universidade hoje possui, com relação à melhoria da qualidade do que se ensina e de como se ensina, do que se aprende e de como se aprende, está a aplicação da prática da psicopedagogia que visa não apenas sanar as dificuldades de aprendizagem do aluno, mas busca melhorar o seu desempenho, aumentando suas potencialidades de aprendizagem, subsidiando-o para o mercado de trabalho”.

Segundo Masetto (2001, p. 143) a ênfase no processo de ensino e aprendizagem exige que se trabalhe com técnicas que incentivem:

“a participação dos alunos, a interação entre eles, a pesquisa, o debate, o diálogo; que promovam a produção de conhecimento; que permitam as habilidades humanas como pesquisar em bibliotecas, trabalhar em equipe com profissionais da mesma área e de áreas afins, apresentar trabalhos e conferências, etc.; que favoreçam o desenvolvimento de habilidades próprias da profissão na qual o aluno pretende se formar; que motivem o desenvolvimento de atitudes e valores como ética profissional; busca de soluções técnicas e condizentes com a realidade para melhoria de qualidade de vida da população”.

Entre as técnicas que colocam o aprendiz em contato com situações reais podem ser citadas:

“as excursões, os estágios, as aulas práticas, visitas técnicas, visitas a obras, indústrias, empresas, prática de campo, enfim, em locais próprios das atividades profissionais. São técnicas motivadoras que permite que o aprendiz entre em contato com sua realidade profissional além de aprender interdisciplinarmente”. (Masetto, 2001, p. 48)

Continuamente, a sociedade está mudando nas suas formas de organizar-se, de produzir bens de comercializá-los, de ensinar e de aprender.

Muitas formas de ensinar hoje não se justificam mais. Há uma necessidade urgente em modificar as metodologias, variar as técnicas para ajudar os alunos a compreender áreas específicas do conhecimento.

Segundo Moran (2001, p.13)

“Ensinar é um processo social inserido em cada cultura, com suas normas, tradições e leis, mas também é um processo profundamente pessoal. Cada um de nós desenvolve um estilo, seu caminho, dentro do que está previsto. Ensinar depende também de o aluno querer aprender e estar apto a aprender em determinado nível depende da maturidade, da motivação e da competência adquirida”.

Tanto Skinner como Mosel (apud Bordenave & Pereira, 2001, p. 47) consideram o ensino como um processo de “moldagem” do comportamento do aluno, feito através da manipulação dos estímulos exteriores, incluindo entre estes as instruções verbais do professor. Porém, existem outras vozes e outras opiniões sobre o que é ensinar.

Para Freire (2000, p. 25) “ensinar não é transferir conhecimentos, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção”.

“Ensinar, na acepção de transmitir conhecimentos, somente tem um sentido em um ambiente imutável, tal como o de uma sociedade primitiva, tradicional ou estagnada. No ambiente de hoje, no entanto, em que tudo está constantemente mudando, a função da educação não deveria ser ensinar, mas facilitar a mudança e a aprendizagem”. Rogers (apud Bordenave & Pereira, 2001, p. 47).

Assim, Rogers recomenda mudar o foco do “ensino” para a facilitação da “aprendizagem”. A preocupação deve estar em como, porque e quando aprendem os alunos, como se vive e se sente a aprendizagem, e quais as suas conseqüências sobre a vida do aluno.

Portilho (1998) enfatiza que o professor já não pode mais ficar preso a um só tipo de metodologia, tecnologia ou conhecimentos. É preciso enxergar

mais amplamente, perceber o “que” e o “como” o aluno fala com seus gestos, emoções, exemplos, atitudes, etc. Neste contexto, Bordenave & Pereira (2001) concorda que não há um método bom para todos, pois a dinâmica interna de cada aluno é diferente da dos demais, uns encontram desafios e satisfação onde outros acham aborrecimentos e frustração. Portanto:

“na medida em que o professor faz questão de conhecer cada vez mais as diferenças entre seus alunos, mais motivado ele ficará para variar e experimentar novos métodos, alternando-os de exposição com os de discussão, os métodos de projetos, etc., observando sempre que tipos de alunos aprendem melhor com que tipos de métodos”. (Bordenave & Pereira, 2001, p.68).

Behrens (2001) comenta que, o advento da economia globalizada e a forte influência dos avanços dos meios de comunicação e dos recursos de informática aliados à mudança de paradigma da ciência não comportam um ensino nas universidades que se caracterize por uma prática pedagógica conservadora, repetitiva e acrítica. Neste contexto, Fonseca (1998) acrescenta que a aprendizagem também deve ser entendida como uma mudança de comportamento provocada pela experiência do outro ser humano e não meramente pela experiência própria e prática em si, ou pela repetição ou associação automática de estímulos e respostas. Continuando, Fonseca (1998, p.8) enfatiza que:

“a aprendizagem humana é possível pela ação de um mediatizador que se interpõe entre os estímulos e o organismo para captar da mente do mediatizado as significações que advêm da própria experiência de aprendizagem para provocar nele estados de alerta, de processamento, de planificação e de

transcendência, mudanças e arranjos de informação, modulando o tempo, o espaço e a intensidade dos estímulos, humanizando-os e conferindo-lhes significação, como instrumentos psicológicos mais aptos e flexíveis para produzirem soluções às situações problemas 'provocadas' pela natureza e pela cultura”.

O advento de mudanças paradigmática em todas as instituições de ensino, principalmente nas universidades, exige da população uma aprendizagem constante. Portanto, as pessoas precisam estar preparadas para aprender ao longo da vida podendo intervir, adaptar-se e criar novos cenários.

Verifica-se que:

“As exigências de uma economia globalizada afetam diretamente a formação dos profissionais em todas as áreas. Torna-se relevante alertar que o profissional esperado para atuar na sociedade contemporânea exige hoje uma formação qualitativa diferenciada do que se tem ofertado em um grande número de universidades”. (Behrens, 2001, p. 69)

O novo desafio das universidades é preparar os alunos para um processo de educação continuada que deverá acompanhá-lo durante toda a vida. O universo de informações ampliou-se de maneira assustadora nestas últimas décadas, logo, o eixo da ação docente precisa passar do ensinar para enfocar o aprender e, principalmente o aprender a aprender. Neste contexto, cabe a recomendação:

“Do ponto de vista da graduação em particular, a formação para o exercício de uma profissão em uma era de rápidas, constantes e profundas mudanças requer, necessariamente, atenta consideração por parte das universidades. A

decorrência normal deste processo parece ser a adoção de nova abordagem, de modo a ensejar aos egressos a capacidade de investigação e a de aprender a aprender. Este objetivo exige os domínios do modo de produção do saber na respectiva área, de modo a criar as condições necessárias para o permanente processo de educação continuada”. Plano Nacional de Graduação, (apud Behrens,2001. p. 70)

O acesso ao conhecimento e, em especial, à rede informatizada desafia o docente a buscar nova metodologia para atender às exigências da sociedade. O volume de informações não permite abranger todos os conteúdos que caracterizam uma área do conhecimento.

Segundo Pierre Lévy (1993), o conhecimento poderia ser apresentado de três formas diferentes: a oral, a escrita e a digital. Embora as três formas coexistam, torna-se essencial reconhecer que a era digital vem se apresentando com uma significativa velocidade de comunicação.

Kenski (1998, p.61) alerta que:

“O estilo digital engendra, obrigatoriamente, não apenas o uso de novos equipamentos para a produção e apreensão de conhecimentos, mas também novos comportamentos de aprendizagem, novas racionalidades, novos estímulos perceptivos. Seu rápido alastramento e multiplicação em novos produtos e em novas áreas, obriga-nos a não mais ignorar sua presença e importância”.

Como usuário da rede de informações, o aluno deverá ser iniciado como pesquisador e investigador para resolver problemas concretos que ocorrem no cotidiano de suas vidas passando a ser descobridores, transformadores e produtores do conhecimento. Assim, a aprendizagem precisa ser significativa,

desafiadora, problematizadora e instigante, a ponto de mobilizar o aluno e o grupo a buscar soluções possíveis para serem discutidas e concretizadas à luz de referenciais teóricos/práticos.

Behrens (2001, p.76) alerta que: “a abordagem pedagógica que valoriza a aprendizagem colaborativa depende dos professores e dos gestores da educação, que deverão tornar-se sensíveis aos projetos criativos e desafiadores”.

Então, o processo de aprendizagem colaborativa precisa ter presente que a interação reconhece:

“Que sujeito e objeto são organismos vivos, ativos, abertos, em constante intercâmbio com o meio ambiente, mediante processos interativos indissociáveis e modificadores das relações sujeito-objeto e sujeito-sujeito, a partir dos quais um modifica o outro, e os sujeitos se modificam entre si. É uma proposta sócio-cultural, ao compreender que o 'ser' se constrói na relação, que o conhecimento é produzido na interação com o mundo físico social, a partir do contato com o indivíduo, com a sua realidade, com os outros, incluindo aqui sua dimensão social, dialógica, inerente à própria construção do pensamento”. (Moraes, 1997, p.66).

A relação professor-aluno na aprendizagem colaborativa contempla a inter-relação e a interdependência dos seres humanos, que deverão ser solidários ao buscar caminhos felizes para uma vida sadia deles próprios do planeta. Neste processo, é necessário empreender projetos que privilegiem uma relação dialógica (Freire, 1997) e que permitam ao professor e ao aluno a aprender a aprender, num processo coletivo para a produção do conhecimento.

Esta relação também é de parceiros solidários que enfrentam grandes

desafios do mundo contemporâneo e se apropriam da colaboração, da cooperação e da criatividade, para tornar a aprendizagem colaborativa, significativa, crítica e transformadora (Behrens, 2001).

Delors (1998) apresenta para a educação uma aprendizagem ao longo de toda a vida assentada em quatro pilares: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser. No primeiro pilar, o autor aponta o aprender a conhecer como sendo o tipo de aprendizagem que:

“Visa não tanto à aquisição de um repertório de saberes codificados, mas antes ao domínio dos próprios instrumentos do conhecimento que pode ser considerado, simultaneamente, como meio e como finalidade da vida humana. Meio porque se pretende que cada um aprenda a compreender o mundo que o rodeia, pelo menos na medida em que isso lhe é necessário para viver dignamente, para desenvolver suas capacidades profissionais e para comunicar. Finalidade, porque seu fundamento é o prazer de compreender, de conhecer e de descobrir”. (Delors, 1998, p. 91)

Aprender a conhecer implica aprender a aprender, compreendendo a aprendizagem como um processo que nunca está acabado. A pesquisa como princípio educativo torna-se relevante, pois o aprender a aprender supera a cópia e a imitação. (Demo, 1996).

Gadotti (2000, p. 251) reporta que aprender a conhecer implica ter:

“Prazer de compreender, descobrir, construir e reconstruir o conhecimento, curiosidade, autonomia e atenção. Portanto, é inútil tentar conhecer tudo. Isso supõe uma cultura geral, o que não prejudica o domínio de certos assuntos especializados. Aprender a conhecer é mais que aprender a aprender”.

Por isso, mais do que apresentar e decorar conteúdos os alunos precisam aprender a acessá-los, e a pensar e refletir sobre eles. No processo de produzir conhecimento torna-se necessário ousar, criar e refletir sobre os conhecimentos acessados para convertê-los em produção relevante e significativa.

No segundo pilar, Delors (1998, p. 93) apresenta o aprender a fazer, onde a aprendizagem é indissociável do aprender a conhecer e neste contexto verifica-se que:

“aprender a fazer não pode continuar a ter o significado simples de preparar alguém para tarefa material bem determinada, para fazê-lo participar no fabrico de alguma coisa. Como consequência as aprendizagens devem evoluir e não podem ser consideradas como simples transmissão de práticas mais ou menos rotineiras, embora estas continuem a ter um valor formativo que não é de desprezar”.

Logo, o aprender a fazer vem coligado com o desenvolvimento de aptidões que levam as pessoas a atuarem em suas profissões com mais competência e habilidade.

Gadotti (2000, p. 251) comenta que:

“A substituição de certas atividades humanas por máquinas acentuou o caráter cognitivo do fazer. O fazer deixou de ser puramente instrumental. Nesse sentido vale mais hoje a competência pessoal que torna a pessoa apta a enfrentar novas situações de emprego e a trabalhar em equipe do que a pura qualificação profissional”.

Vale ressaltar que a teoria por si só não dá conta de preparar o aprendiz para aplicá-la. As aptidões, as habilidades e as competências para decodificar as informações e convertê-las em ação efetiva preparam o aluno para se readaptar às situações problema e estar apto para atuar como profissional. A teoria e a prática podem caminhar juntas. O docente deve ter a preocupação de criar situações que levem o aluno a acessar os conhecimentos e aplicá-los como se estivesse atuando como profissional.

O terceiro pilar, Delors (1998, p.97) diz respeito ao aprender a viver juntos, ou seja:

“levar os alunos a tomarem consciência das semelhanças e da interdependência entre todos os seres humanos do planeta e também incluindo a aprendizagem de conviver harmoniosamente com todos os seres vivos, homens e animais, mar, terra e ar”.

Neste contexto, Gadotti (2000, p. 251) interpreta a aprendizagem de viver juntos como “compreender o outro e desenvolver a percepção da interdependência, da não violência, administrar conflitos, descobrir o outro, participar de projetos comuns e participar de projetos de cooperação”.

Nota-se que, nestas últimas décadas a sociedade e as organizações em geral têm enfatizado a necessidade dos profissionais aprenderem a trabalhar em parceria. É necessário reaprender a viver juntos, a respeitar as individualidades num processo coletivo para aprender a se emancipar.

Behrens (2001, p.81) enfatiza que “os pressupostos do paradigma inovador na ciência propõem movimentos de evolução, de interconexão, de

entropia, de inter-relacionamento e defendem um pensamento em rede, tal qual uma teia, onde todos os seres vivos interagem e são interdependentes uns dos outros”.

Segundo Capra (1995, p.41) o novo paradigma

“alerta que a natureza não são blocos isolados mas uma complexa teia de relações entre as várias partes de um todo unificado. Nessa visão, o mundo é um complicado tecido de eventos que se interconectam, se inter-relacionam e se combinam, determinando a textura do todo”.

O paradigma do aprender a viver juntos, proposto por Delors (1998), implica redimensionar as práticas pedagógicas dos professores em todos os níveis de ensino. Os professores e os alunos passam a ser parceiros de um projeto comum.

No quarto pilar descrito por Delors (1998, p. 99) é enfatizado o aprender a ser. Neste contexto, o autor afirma que:

“A educação deve contribuir para o desenvolvimento total da pessoa, espírito e corpo, inteligência, sensibilidade, sentido estético, responsabilidade pessoal, espiritualidade. Todo ser humano deve ser preparado, especialmente, graças à educação que recebe na juventude, para elaborar pensamentos autônomos e críticos e para formular os seus próprios juízos de valor, de modo a poder decidir, por si mesmo, como agir nas diferentes circunstâncias da vida”.

Essa visão tenta superar a desumanização do mundo, conferindo ao homem liberdade de pensamento e responsabilidade sobre seus atos, na

busca de desenvolvimento dos processos de aprender a ser, contemplar o desenvolvimento integral da pessoa: inteligência, sensibilidade, sentido ético e estético, responsabilidade pessoal, espiritualidade, pensamento autônomo e crítico, imaginação criativa e iniciativa.

Então, é de responsabilidade da escola, tornar possível o desenvolvimento destes quatro pilares: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos, aprender a ser. É necessário que os profissionais sejam preparados para serem criativos, críticos autônomos, questionadores, participativos e principalmente transformadores da realidade social.

Segundo Gadotti, (2000, p. 251) a escola tem a tarefa de:

“Amar o conhecimento como espaço de realização humana, de alegria e de contentamento cultural; cabe-lhes selecionar e rever criticamente a informação; formular hipóteses; ser criativa e inventiva; ser provocadora da mensagem e não pura receptora; produzir, construir e reconstruir conhecimentos elaborados. E mais: numa perspectiva emancipadora da educação a escola tem que fazer tudo isso em favor dos excluídos. Não discriminar o pobre. Ela não pode distribuir o poder, mas pode construir e reconstruir conhecimentos, saber, que é poder. Numa perspectiva emancipadora da educação, a tecnologia não é nada sem a cidadania”.

Para alcançar o objetivo de construir uma prática pedagógica emancipadora será necessário buscar a qualidade nos relacionamentos, superando a visão de opressores e oprimidos (Freire, 1987) e organizando sua ação docente numa complexa teia de relações de interdependência, na qual os trabalhos coletivos e de parcerias exigirão a colaboração e a participação de todos.

O desafio dos cientistas e intelectuais, no sentido de retomada do todo, instiga os professores a buscar uma prática pedagógica que supere a fragmentação e a reprodução do conhecimento. Para alicerçar uma prática pedagógica compatível com as mudanças paradigmáticas da ciência, num paradigma emergente, Behrens (2001) acredita na necessidade de desencadear uma aliança de abordagens pedagógicas, formando uma verdadeira teia, da visão holística, com a abordagem progressista e com o ensino com pesquisa. Segundo Behrens (2001, p.87) esta aliança torna-se pertinente de acordo com as características de cada abordagem:

“O ensino com pesquisa pode provocar a superação de reprodução para a produção do conhecimento, com autonomia, espírito crítico e investigativo. Considera a pesquisa como princípio educativo, portanto, o aluno e o professor tornam-se pesquisadores e produtores dos seus próprios conhecimentos. A abordagem progressista tem como pressuposto central a transformação social. Instiga o diálogo e a discussão coletiva como forças propulsoras de uma aprendizagem significativa e contempla os trabalhos coletivos, as parcerias e a participação crítica e reflexiva dos alunos e dos professores. A visão holística ou sistêmica busca a superação da fragmentação do conhecimento, o resgate do ser humano em sua totalidade, considerando o homem com suas inteligências múltiplas, levando à formação de um profissional humano, ético e sensível”.

A concepção de uma proposta pedagógica embasada por estas tendências demanda exploração dos referenciais de cada uma delas, tendo presente que a aproximação desses pressupostos pode e deve formar um todo.

Paoli (1988), Demo (1991) e Cunha (1996), concordam com Behrens

(2001) no que se refere ao ensino com pesquisa para a produção do conhecimento, superando a reprodução, a cópia e a imitação referendadas pelo pensamento newtoniano-cartesiano.

A elaboração e a reelaboração do conhecimento são os componentes essenciais da aprendizagem. Cunha (1999, p. 3) alerta que:

“O desafio proposto para o ensino universitário é fazer com que suas práticas se renovem, a fim de poder dar conta de uma nova perspectiva epistemológica, onde as habilidades de intervenção no conhecimento sejam mais valorizadas do que a capacidade de armazená-lo”.

Paoli (1992) propõe um ensino com pesquisa permitindo ao aluno perceber que os conteúdos não estão prontos e acabados, ou seja, são produtos de um trabalho de investigação provisória que podem modificar, rever, ampliar e transformar as informações de acordo com o momento histórico.

Assim, o ensino com pesquisa implica trabalhar com os alunos e não para o aluno.

Portanto, o aprendiz que é movido pela dúvida, encontra o prazer da descoberta, da investigação e da pesquisa. Cunha (1996, p. 32) propõe um ensino baseado em procedimentos que:

“Estimula a análise, e a capacidade de compor e recompor dados, informações, argumentos e idéias. Valoriza a curiosidade, o questionamento exigente e a incerteza. Enfoca o conhecimento a partir da localização histórica de sua produção e o percebe como provisório e relativo. Percebe o conhecimento de forma interdisciplinar, propondo pontes de relações entre eles atribuindo significados próprios aos conteúdos, em função dos objetivos acadêmicos. Entende a

pesquisa como instrumento do ensino e a extensão como ponto de partida e de chegada da apreensão da realidade”.

Um outro aspecto importante que deve ser considerado no ensino é a abordagem progressista que tem como pressuposto básico a transformação social. Engloba uma proposta de parceria entre professor e alunos num processo dialógico amoroso (Freire, 1993).

Os professores progressistas, como intelectuais transformadores, promovem processos de mudanças, manifestando-se contra as injustiças sociais, as atitudes antiéticas, as injustiças políticas e econômicas. Segundo Giroux (1997, p. 163),

“A reflexão e a ação crítica tornam-se parte do projeto social fundamental de ajudar os estudantes a desenvolverem uma fé profunda e duradoura na luta para superar as injustiças econômicas, políticas e sociais, e humanizarem-se ainda como parte desta luta. Também significa desenvolver uma linguagem crítica que esteja atenta aos problemas experimentados em nível da experiência cotidiana, particularmente, enquanto relacionados com as experiências ligadas à prática em sala de aula”.

A visão holística caracteriza a prática pedagógica num paradigma emergente aliada ao ensino com pesquisa e à abordagem progressista.

Segundo Cardoso (1995, p. 49) ser holístico compreende:

“Saber respeitar as diferenças, buscando a aproximação das partes no plano da totalidade. Porque superar não é fazer desaparecer, mas progredir na reaproximação do todo. Pois o todo está em cada uma das partes, e, ao mesmo tempo, o todo é qualitativamente diferente do que a soma das partes”.

A visão holística busca a perspectiva interdisciplinar, superando a fragmentação do conhecimento. O processo educativo numa abordagem holística implica “aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver, aprender a aprender, aprender a ser”. (Behrens, 2001, p. 92).

Considerando o universo como um todo indiviso, a visão holística apresenta o mundo como um “complicado tecido de eventos, no qual conexões de diferentes tipos se alternam, se sobrepõem ou se combinam e por meio disso, determinam a textura do todo” (Capra, 1995, p.42). Portanto, a concepção do todo leva à concepção de rede, de teia, de interconectividade e de inter-relações entre os sistemas vivos. Neste sentido, Moraes (1997, p. 93) alerta que este processo de interconexão depende da observação onde :

“Há um todo e inseparável, uma complexa teia de relações em que todos os fenômenos são determinados por suas conexões com a totalidade, em que a percepção da inter-relação, da independência e da compreensão da existência de conexões ajuda a compreender o significado do contexto”.

O docente ao propor uma prática pedagógica problematizadora e contextualizada, pode oferecer caminhos que venham a atender aos pressupostos da visão holística. Para Cardoso (1995, p.53), a educação holística contempla “práticas pedagógicas que desenvolvem simultaneamente razão, sensação, sentimento e intuição e que estimulem a integração intercultural e a visão planetária das coisas, em nome da paz e da unidade do mundo”.

O docente com visão holística propicia ações que levem à criação, à

imaginação e às atividades que promovam a aprendizagem, contemplando o homem como um todo. Esse processo do homem em sua totalidade estimula o uso dos dois lados do cérebro.

“No lado direito do cérebro, predominam a criatividade, a sinergia, a intuição, a síntese, a visão global, a emoção, a subjetividade; e no lado esquerdo, predominam a visão racional, a objetividade, a análise conceitual, e, por isto, dualista”. (Weil, D’Ambrosio e Crema, 1993)

Ensinar numa visão holística implica estimular o aluno para ações que lhe possibilitem contemplar as funções dos dois lados do cérebro, buscando o “desenvolvimento harmonioso das dimensões da totalidade pessoal, física, intelectual, emocional e espiritual. E este, por sua vez, participa de outros planos de totalidade: o comunitário, o social, o planetário e o cósmico”. (Cardoso 1995, p. 51).

Segundo Gardner (1994) os processos pedagógicos que levem em consideração as inteligências múltiplas, possibilitarão ao indivíduo uma visão multidisciplinar, que favorece a formação do homem sensível, responsável, competente, crítico, criativo, transformador, solidário, que luta pelos processos de justiça na busca de uma melhor qualidade de vida para todo o sistema vivo do planeta.

Cardoso (1995, p. 56) alerta que o ato de aprender é:

“um processo de conhecimento em busca da realização plena do homem, no sentido ético único, que em linguagem comum chamamos felicidade. Ser feliz e celebrar a vida é sentir-se em comunhão com todos os seres na experiência da vida. Na

abordagem holística, a aprendizagem implica em mudança de valores. A aprendizagem é uma conversão. A compreensão do universo só tem sentido ético se levar o homem a uma maior compreensão de si mesmo. O saber para poder é meio, o saber para ser é fim”.

### **3.3 A Interdisciplinaridade no Processo Ensino Aprendizagem**

Segundo Lück (1994) Interdisciplinaridade é o processo que envolve a integração e engajamento de educadores num trabalho conjunto, de interação das disciplinas do currículo escolar entre si e com a realidade, de modo a superar a fragmentação do ensino, objetivando a formação integral dos alunos, para que possam enfrentar os problemas complexos, amplos e globais da realidade atual. O ensino universitário com visão interdisciplinar deve considerar a aprendizagem como “um processo amplo, que compreende várias dimensões humanas, como a cognição, a emoção e o social”. (Wachowiicz 1998, p. 14).

Japiassu (1992, p. 88) define a interdisciplinaridade como sendo a:

“interação entre duas ou mais disciplinas, podendo ir da simples comunicação de idéias até a integração mútua dos conceitos, da epistemologia, da terminologia, da metodologia, dos procedimentos, dos dados e da organização da pesquisa”.

Assim, a eliminação de barreiras entre as disciplinas e as pessoas tem seu início pela troca; troca do que se sabe e do que não se sabe. “É preciso possibilitar o verdadeiro movimento de interação, isto é, do agir conjunto e

aberto frente ao objeto de estudo, superando fragmentações e obstáculos entre as teorias e as práticas”. (Portilho 1998, p. 48)

A sociedade moderna, segundo Habermas (apud Portilho, 1998, p. 47) necessita:

“recuperar a dimensão humana baseada no agir comunicativo, os apelos são diferentes e, conseqüentemente, a educação, como parte deste contexto social, precisa estar integrada a ele, não como repetidora de seus conceitos, mas através da análise, da crítica e da atuação interdisciplinar, buscar e/ou resgatar o humano”.

É necessário o sentar junto, para que as pessoas que fazem parte do processo de ensino-aprendizagem, possam discutir e tenham consciência da importância da reflexão do saber juntos e possam buscar a totalidade do conhecimento interdisciplinar que acontece de forma interativa. Já se constatou que a “fragmentação do saber, a divisão entre os profissionais e a individualização das situações, só reforçaram a situação caótica em que se encontra a realidade educacional brasileira”.(Portilho 1998, p. 48). Portanto, a interdisciplinaridade constitui uma questão de atitude, uma construção que parte primeiramente de uma conversão pessoal e experiência de vida, para partilhar o conhecimento específico com o conhecimento do grupo. Neste contexto, Lück (1994, p. 67) afirma que:

“A interdisciplinaridade se constitui em um processo contínuo e interminável de elaboração do conhecimento, orientado por uma atitude crítica e aberta à realidade, com o objetivo de aprendê-la e muito mais a necessidade de vivê-la plenamente”.

Na educação, a interdisciplinaridade constitui um princípio novo de reorganização das estruturas pedagógicas do ensino das ciências, tendo assim uma interação nos conceitos e nos métodos. Esta reorganização no processo ensino aprendizagem leva o educando a ter uma visão global da realidade. (Maria 1988). Neste contexto a interdisciplinaridade vem tomando corpo, entre os pensadores contemporâneos, diante de tantas especializações, como afirma (Siebeneichler, 1989, p. 154)

“Cresce atualmente a consciência de que é preciso instaurar pesquisas interdisciplinares, e esta parece ser a maneira mais adequada de o homem reagir à fragmentação. É preciso superar os limites estreitos delineados no interior das disciplinas especializadas. O único caminho racional plausível parece ser o da suspeita crítica, ou seja, o da discussão racional que toma na mira o alcance dos limites que os especialistas se auto – impõem”.

No ensino superior, a perspectiva interdisciplinar sem dúvida deve primar por uma contextualização:

“do que é ensinado e pesquisado, na qual irá acontecer uma relação dialética entre as 'partes' e o 'todo'. A sincronia destas duas dimensões leva a formar profissionais que terão os 'pés no chão', contribuindo para o desenvolvimento da ciência e, conseqüentemente, para o progresso humano”. (Maria, 1998, p.94)

Assim, a contextualização do conhecimento no ensino leva ao desaparecimento de uma educação alienada e de especializações divorciadas da realidade, sendo substituída por uma práxis inserida e vinculada no

concreto, onde a teoria se revisa na prática e a prática se enriquece na teorização.

A sociedade brasileira precisa de uma educação que ajude o aluno a construir sua identidade como sujeito pró-fecundante de um sistema social solidário e fraterno. A proposta interdisciplinar torna-se então efetivamente, uma exigência para a atualidade. Catão (1993, p. 78) adverte que:

“O ensino deve ser interdisciplinar porque o educando é um só, na unidade de sua pessoa. Não é um número, nem o dente de uma engrenagem, como parte da máquina do mundo ou da sociedade. Como pessoa é chamado a viver, na liberdade, a sua vida. A escola só cumpre o seu papel, quando se põe a serviço das pessoas, facilitando-lhes por um ensino e uma prática integrada, a descoberta de seu próprio caminho em meio a todas as especialidades desse mundo”.

São várias as metodologias interdisciplinares apresentadas pelos estudiosos, entre eles é enfatizada a proposta metodológica de Fazenda (2000, p. 69)

“A metodologia interdisciplinar em seu exercício requer como pressuposto uma atitude especial ante o conhecimento, que se evidencia no reconhecimento das competências, incompetências, possibilidades e limites da própria disciplina e de seus agentes, no conhecimento e valorização suficientes das demais disciplinas e dos que a sustentam. Portanto, a metodologia interdisciplinar parte de uma liberdade científica, alicerçada – se no diálogo e na colaboração, funda-se no desejo de inovar, criar, de ir além e exercita-se na arte de pesquisar – não objetivando apenas uma valorização técnica – produtiva ou material, mas, sobretudo, possibilitando a plenitude da vida humana, na qual se desenvolva a capacidade criativa de transformar a concreta realidade mundana e histórica numa aquisição maior de educação em seu sentido amplo, humanizante e liberador do próprio sentido de ser no mundo”.

### 3.4 Tecnologias Educacionais e os Métodos de Ensino

A procura de melhores padrões de eficiência, de produtividade e de qualidade tem sido a tônica da moderna economia. O mesmo fenômeno ocorre com o processo educacional, embora a escola os incorpore de forma lenta.

Para Niskier (1993, p. 26) a tecnologia educacional é conceituada como sendo:

“uma conjugação de recursos humanos e não humanos para atingir um rendimento ótimo, qualitativo e quantitativo, com utilização dos meios tecnológicos e tecnologias educacionais, com inúmeras possibilidades para soluções de problemas.”

Um elemento chave para o sucesso do ensino é a variedade de métodos utilizados, de forma que se o professor depender de um único instrumento ou conjunto de materiais torna-se limitante ao invés de facilitar a promoção de uma educação efetiva. Neste contexto, a tecnologia educacional abrange um conjunto de técnicas, de meios e de instrumentos colocados a serviço da educação e também se preocupa com o como aplicar este conjunto para atingir o objetivo do ensino. (Niskier, 1993)

As tecnologias nos ajudam a ampliar a nossa comunicação através de uma linguagem audiovisual. Segundo McLuhan (1980, p. 128):

“A força da linguagem audiovisual está no fato de ela conseguir dizer muito mais do que captamos. De ela chegar simultaneamente por muito mais caminhos do que conscientemente percebemos e de encontrar dentro de nós uma repercussão em imagens básicas, centrais, simbólicas,

com as quais, nos identificamos ou como se relacionam de alguma forma”.

O uso de tecnologias nas escolas ainda é pouco valorizado, porém Masetto (2001,p.136) reporta que:

“O uso de tecnologias nas escolas são justificadas pela busca dos melhores recursos para que a aprendizagem realmente aconteça, o acompanhamento contínuo do aprendiz motivando-o em direção dos objetivos educacionais, a possibilidade da interação a distância a avaliação do processo e dos resultados da aprendizagem esperada a reconsideração do relacionamento professor-aluno e aluno-aluno”.

Ensinar e aprender exige hoje muito mais flexibilidade espaço temporal pessoal e de grupo, menos conteúdos fixos e processos mais abertos de pesquisa e comunicação. Temos informações demais e dificuldades em escolher quais são significativas para nós e em conseguir integrá-las dentro da nossa mente e da nossa vida.

Moran (2001, p. 28) enfatiza que:

“Com as novas tecnologias o professor pode vivenciar processos participativos e compartilhamento de ensinar e aprender por meio de comunicação mais aberta, confiante, de motivação constante, de integração de todas as possibilidades da aula/pesquisa, aula-comunicação num processo dinâmico e amplo de informação inovadora promovendo a integração do objeto de estudo em todas as dimensões: cognitivas, emotivas, sociais, éticas e utilizando todas as habilidades disponíveis do professor e do aluno”.

As tecnologias também podem trazer hoje, imagens dados, resumos de forma rápida e atraente. Segundo Moran (2001), os meios de comunicação, principalmente a televisão, desenvolvem formas sofisticadas multidimensionais de comunicação sensorial, emocional e racional, superpondo linguagens e mensagens que facilitam o público. A eficácia da comunicação dos meios eletrônicos deve-se também à capacidade de articulação, de superposição e de combinação de linguagem totalmente diferentes imagens, fala, música e escrita com uma narrativa fluida e uma lógica pouco delimitada.

A utilização didática de tecnologias tanto da televisão quanto do vídeo exige uma mudança nas estruturas pedagógicas (Ferrés, 1993). Essa mudança pode ser comparada com o que ocorre nos ecossistemas do universo. A biosfera é formada por vários ecossistemas organizados por unidades constituídas por um espaço e uma comunidade de organismos que o habitam.

Em um ecossistema, a alteração de um dos fatores constituintes supõe a modificação de todo o conjunto. Neste sentido, a mensagem principal da televisão é a transformação que tem provocado na vida individual, familiar e social do homem de nosso século, além do conteúdo de cada um dos programas.

Qualquer invenção técnica assumida como tal provoca uma modificação mais ou menos profunda no ecossistema que a acolhe. A integração do vídeo no ensino gera um dilema semelhante.

“A tecnologia á aceita com toda sua capacidade inovadora, assumindo então a transformação de todo o sistema educativo, ou se subjug a nova tecnologia, tirando delas suas vantagens inovadoras e a colocando a serviço

da velha pedagogia”.(Ferrés 1996, p. 32). Continuando, Ferrés afirma que:

“o vídeo é um excelente aliado do professor na medida em que libera o professor das tarefas menos nobre, permitindo-lhe ser, antes de tudo, pedagogo e educador. As tarefas mais mecânicas, como difusor de conhecimentos ou mero transmissor de informações, foram confiadas às novas tecnologias (sobretudo ao vídeo e ao computador), reservando-se ao professor tarefas mais especificamente humanas como: motivar condutas, orientar trabalhos dos alunos, resolver suas dúvidas, atendê-las segundo o nível individual de aprendizagem”.

Entre os vários aspectos positivos de integrar a televisão e o vídeo na educação escolar Moran (2001, p. 36 – 37) cita:

“A televisão e o vídeo partem do concreto, do visível, do imediato, do próximo – daquilo que toca todos os sentidos. Televisão e vídeo exploram também e basicamente, o ver, o visualizar, o ter diante de nós as situações, as pessoas os cenários, as cores, as relações especiais. Um ver que está situado no presente, mas que o interliga não linearmente com o passado e com o futuro. A fala aproxima o vídeo do cotidiano, de como as pessoas se comunicam habitualmente. Os diálogos expressam a fala coloquial, orientando a significação do conjunto”.

Na educação, cada meio expressivo tem um caminho e aplicações concretas, e o vídeo educativo luta para encontrar sua identidade específica como meio expressivo integrado no processo educativo. Na escola, segundo Ferrés (1996, p. 46), o vídeo pode ser utilizado em diversas funções sobre as quais faz alguns comentários tais como:

Função Informativa – quando o interesse do ato comunicativo centra-se

no objeto da realidade a que se faz referência.

Função Motivadora – quando o interesse do ato comunicativo centra-se no destinatário.

Função Expressiva – quando no ato comunicativo o interesse primeiro centra –se no emissor, que manifesta na mensagem suas próprias emoções ou, simplesmente, a si mesmo.

Função Avaliadora “vídeo-espelho” faz – se referência àquele ato de comunicação no qual o que interessa fundamentalmente é a elaboração de valores, atitudes ou habilidades dos sujeitos captados pela câmara.

Função Investigadora - indicado para realizar trabalhos de pesquisa em todos os níveis sociológicos, científicos e educativos.

Função Lúdica - centra-se basicamente no jogo, no entretenimento, na gratificação e no deleite. O carácter lúdico da tecnologia do vídeo otimiza o processo de aprendizagem.

Função Metalingüística – quando se utiliza a imagem em movimento para fazer um discurso a respeito da linguagem audiovisual ou simplesmente, para facilitar a aprendizagem dessa forma de expressão.

Uma parte importante da aprendizagem acontece quando conseguimos integrar todas as tecnologias, as audiovisuais, as textuais, as orais, as musicais, lúdicas e corporais.

“As novas tecnologias em educação é entendida como o uso da informática, do computador, da internet, do CD – ROM, da hipermídia, da multimídia, de ferramentas para a educação a distância que podem colaborar significativamente para tornar o processo de educação mais eficiente e mais eficaz”. (Masetto, 2001, p. 152)

O surgimento da informática e da telemática proporcionou aos professores e alunos, a oportunidade de entrar em contato com as mais novas e recentes informações, pesquisas e produções científicas do mundo todo, em todas as áreas, a oportunidade de desenvolver a auto-aprendizagem e a interaprendizagem a distância, a partir dos microcomputadores. (Masetto,2001)

A informática está se tornando uma linguagem dominante e seu casamento com o vídeo e o texto, na multimídia, engendra a mídia do futuro. É preciso também considerar com atenção o seguinte:

“A elegância é uma qualidade estética feita de simplicidade e de graça que se presta de certas formas. Esse ponto de vista distancia o olhar sobre a tecnologia da educação, ajudando a atualizar o julgamento que se faz dela. Essa atualização é urgente, pois uma autodidaxia importante se desenvolve desde há alguns anos nos jovens por meio das mídias”. (Perriault, 1996, p.231)

Segundo este mesmo autor, a evolução do uso das mídias para a educação mostra tendências divergentes, que podem ser agrupadas em duas categorias básicas:

“as mídias que põem em comunicação um ser humano e uma máquina, da qual se extrai informações que transforma em conhecimento e as mídias que ligam seres humanos entre si, para que eles troquem informações e juntos construam conhecimentos. Na primeira categoria tem -se o ensino assistido pelo computador, os livros, vídeos e na segunda as troca telefônicas, usos de redes informáticas ,Internet e videoconferência interativas etc.” (Perriault, 1996, p. 231)

O uso da Internet vem evoluindo gradativamente entre as tecnologias da

educação. Na Internet, encontramos vários tipos de aplicações educacionais de divulgação, de pesquisa, de apoio ao ensino e de comunicação.

“A Internet, ao tornar-se mais e mais hipermídia, começa a ser um meio privilegiado de comunicação de professores e alunos, já que permite juntar a escrita, a fala e proximamente a imagem a um custo barato, com rapidez, flexibilidade e interação até pouco tempo impossíveis”. (Moran, 1997) <http://www.../scielo.php?script=sciarttext&pid=S010019651997000200006&lng=pt&nrm=is> acessado em 28/06/2001

No que se refere ao processo ensino aprendizagem, a Internet é uma tecnologia que facilita a motivação, pela novidade e pelas possibilidades inesgotáveis de pesquisa que oferece. É necessário integrar tecnologias, metodologias, atividades, integrar texto escrito, comunicação oral, escrita, hipertextual, multimídia. Aproximar as mídias, as atividades, possibilitando que transitem facilmente de um meio para outro, de um formato para o outro, ou seja, trazer o universo do audiovisual para dentro da escola.

“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 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, 2001, p.63)

O correio eletrônico é um recurso importante para a aprendizagem dos alunos, porque os coloca em contato imediato, fazendo a interaprendizagem, a

troca de materiais e a produção de textos em conjunto. (Masetto, 2000).

Assim, estas tecnologias desempenham papel fundamental quando estão inseridas em processos de ensino-aprendizagem e de comunicação que integram as dimensões pessoais, as comunitárias e as tecnológicas.

### **3.5 Síntese do Capítulo**

Neste capítulo, foi analisado os métodos e as tecnologias essenciais ao processo ensino-aprendizagem para que junto com o resultado do questionário indicar aquelas consideradas eficientes e adequadas para estruturar a metodologia do ensino de algas. No que se refere à adoção de metodologias, técnicas de ensino, recursos audiovisuais e novas tecnologias, o professor preocupado com a aprendizagem de seus alunos deve estar sempre empenhado em utilizar procedimentos que se mostrem eficientes nesse propósito. Estes procedimentos devem ser facilitadores da integração entre o conteúdo em estudo e as experiências e conhecimentos prévios dos alunos.

Como o processo de aprendizagem abrange o desenvolvimento intelectual, afetivo, o desenvolvimento de competências e de atitudes, pode-se deduzir que a tecnologia a ser usada deverá ser variada e adequada a esses objetivos. Portanto, as tecnologias e os métodos precisarão estar coerentes com os novos papéis tanto do aluno, como do professor; estratégias que fortaleçam o papel de sujeito da aprendizagem do aluno e o papel de mediador, incentivador e orientador do professor nos diversos ambientes de aprendizagem.

## **4. METODOLOGIA PARA O ENSINO DE ALGAS**

### **4.1 Introdução**

Para tratar da proposta metodológica do ensino de algas, inicialmente será apresentado a Instituição de Ensino – CEFET. PR., o Curso Superior de Química Ambiental – Modalidade: Controle e Aproveitamento em Resíduos bem como a disciplina de Microbiologia Aplicada. Através de um questionário sócio econômico será relatado o perfil do aluno do Curso Superior de Química Ambiental e dos possíveis campos de trabalhos desse profissional. Finalizando este capítulo será apresentada a proposta metodológica da disciplina, a análise dos resultados do questionário aplicado em professores da área de biologia e a análise do questionário aplicado nos alunos do sétimo período do Curso de Tecnologia em química Ambiental.

### **4.2 Instituição de Ensino CEFET.PR**

Figura 1: mostra a Instituição de Ensino CEFET. PR



Fonte: do próprio autor

#### 4.2.1 Histórico

O CEFET.PR. foi criado em 1909 como Escola de Aprendizes e Artífices do Paraná. Em 1910 foi instalado a Escola de Aprendizes e Artífices de Curitiba (Ensino Elementar).

1937 – Liceu Industrial de Curitiba (Ensino de 1<sup>o</sup> Ciclo)

1942 – Escola Técnica de Curitiba (Ensino de 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> Ciclos)

1944 – Início da oferta de Cursos Técnicos – Primeiro Curso: Mecânica

1958 – Implementação do Centro de Formação de Professores da Comissão Brasileiro-Americana Industrial (CBA).

1959 – Escola Técnica Federal do Paraná

1978 – Transformação em Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná

- Transformação dos Cursos de Engenharia de Operação em Cursos de Engenharia Industrial e Curso Superior de Tecnologia

1988 – Início dos Cursos de Pós-Graduação “Stricto Sensu”.

1990 - Funcionamento da 1<sup>a</sup> Unidade Descentralizada do CEFET – PR em Medianeira.

1993 – Início do funcionamento das Unidades : Pato Branco, Cornélio Procopio e Ponta Grossa.

1994 – Incorporação da Faculdade de Ciências e Humanidades, de Pato Branco, ao CEFET – PR.

1995 – Início do funcionamento da Unidade de Campo Mourão.

1997 – Criação da Fundação de Apoio à Educação, Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico do CEFET – PR.

1998 – Oferta do Ensino Médio.

1999 – Início dos Cursos Superiores de Tecnologia.

#### 4.2.2 Identificação da instituição

O Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná é uma autarquia de regime especial, vinculada ao Ministério da Educação e tem por finalidade formar e qualificar profissionais nos vários níveis e modalidades de ensino para os diversos setores da economia, bem como realizar pesquisa e desenvolvimento tecnológico de novos processos, produtos e serviços em estreita articulação com os setores produtivos e a sociedade, fornecendo mecanismos para a educação continuada.

#### 4.2.3 Níveis de atuação e cursos ofertados

O CEFET – PR oferta cursos em diferentes níveis e modalidades de educação e ensino.

Em Curitiba são ofertados os seguintes cursos:

Doutorado em Engenharia Elétrica e Informática Industrial

Mestrado em Engenharia Elétrica e Informática Industrial – Áreas de concentração: Engenharia Biomédica, Informática Industrial e Telemática

Mestrado em Tecnologia – Áreas de concentração: Educação

Tecnológica e Inovação Tecnológica

Engenharia Industrial Mecânica

Engenharia Industrial Elétrica – Ênfase Eletrônica/Telecomunicações

Engenharia Industrial Elétrica – Ênfase Eletrotécnica

Engenharia de Produção Civil

Curso Superior de Tecnologia em Eletrônica – Modalidade:  
Comunicações.

Curso Superior de Tecnologia em Eletrotécnica – Modalidade:  
Automação em Acionamentos Industriais

Curso Superior de Tecnologia em Eletrotécnica – Modalidade Gestão  
Comercial

Curso Superior de Tecnologia em Mecânica – Modalidade: Gestão de  
Manufatura

Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental – Modalidade:  
Controle e Aproveitamento de Resíduos

Curso Superior de Tecnologia em Informática – Modalidade  
Teleinformática

Curso Superior de Tecnologia em Construção Civil – Modalidade  
Concreto

Curso Superior de Tecnologia em Móveis – Modalidade: Projeto de  
Móveis

Curso Superior de Tecnologia em Artes Gráficas – Modalidade Projeto  
Gráfico

Programa Especial de Formação Pedagógica

Ensino Médio

Educação Profissional de Nível Básico

#### 4.2.4 Os departamentos acadêmicos

Os Departamentos Acadêmicos congregam professores de disciplinas afins, objetivando o ensino, a pesquisa e a extensão.

Compete aos departamentos:

Otimizar e controlar o uso dos laboratórios, recursos materiais e humanos para execução das atividades acadêmicas das coordenações dos cursos e programas vinculados ao departamento.

Propor metas, com custos, à Diretoria de Ensino, para aquisição de equipamentos, atualização, implantação e implementação de laboratórios.

#### 4.2.5 O curso superior de tecnologia em química ambiental – modalidade: controle e aproveitamento de resíduos

O Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental – Modalidade em Controle e Aproveitamento de Resíduos teve seu início em 1999 com o objetivo de atender às necessidades de recursos humanos qualificados, com o domínio de técnicas de análises químicas, controle de resíduos ambientais e que seja capaz de propor tecnologias para recuperação, reciclagem e

reutilização de materiais que correspondam às exigências cada vez mais prementes do setor urbano e industrial de todo país, frente aos desafios do dia a dia colocados pelas indústrias, pelo crescimento populacional e inchamento urbano com conseqüente produção de mais e de novos resíduos. Este Curso iniciou-se no primeiro semestre de 1999 contando com duas turmas de 40 alunos aprovados no vestibular e distribuídos nos respectivos turnos: Matutino e Noturno.

A estrutura do Curso é formada por dois ciclos, distintos e verticalizados, com carga horária global de 3.000 horas-aula de disciplinas curriculares.

O primeiro ciclo, denominado ciclo profissional geral, de formação generalista, distribuído em quatro semestres letivos, é composto por disciplinas de base científica, base de gestão e base tecnológica profissional. Sua duração mínima é de 1.600 horas-aula, já incluído o estágio supervisionado. O segundo ciclo denominado ciclo modal, de caráter especialista, distribuído em quatro semestres letivos, é composto por disciplinas dirigidas para formação específica na modalidade do curso. Sua duração mínima é de 1.400 horas-aula, incluindo o trabalho de diplomação.

#### 4.2.6 A disciplina de microbiologia aplicada

O novo desafio do ensino da disciplina de microbiologia aplicada é a de instrumentalizar os alunos para um processo de educação continuada que deverá acompanhá-lo em toda sua vida, numa abordagem interdisciplinar e

globalizadora. A educação continuada está embasada no aprender a conhecer, no aprender a fazer, no aprender a viver juntos e no aprender a ser.

Esta disciplina é ministrada no segundo ciclo (5<sup>o</sup> período) com uma carga horária de 4 aulas semanais totalizando 64 horas – aula semestral. As aulas são de cinquenta minutos e geminadas.

Objetivo da Disciplina: Apresentar e desenvolver os conteúdos de ecologia microbiana, microbiologia do solo, da água e do ar, microbiologia da saúde pública e aplicação tecnológica de microrganismos na área ambiental, visando a capacitação do aluno na utilização de ferramentas microbiológicas para o monitoramento ambiental.

O programa de ensino desta disciplina é constituído pelos conteúdos que se encontram relacionados de acordo com sua respectiva carga-horária e justificativa.

Quadro 1: Programa da disciplina de microbiologia aplicada

| <b>Ementa</b>  | <b>Conteúdo</b>   | <b>Carga horária</b> |
|--|---|----------------------|
| 1. Relações funcionais e ecológicas dos microrganismos de interesse para o meio ambiente | 1.1- Definição de ecologia microbiana   | 02                   |
|  | 1.2- Componentes de um ecossistema  | 02                   |
|  | 1.3- Fatores determinantes ambientais   | 02                   |
|  | 1.4- Interações sobre populações microbianas  | 02                   |
|  | 1.5- Metabolismo microbiano   | 06                   |
|  | 1.6- Ciclos biogeoquímicos  | 06                   |
| 2. Tecnologias clássicas e recentes de identificação de microrganismos                   | 2.1- Microbiologia do solo: composição do solo e principais microrganismos, análises microbiológicas na prática (isolamento e caracterização de bactérias, algas e fungos). | 12                   |

|   |  |    |
|---|--|----|
|   | 2.2.- Microbiologia da água: Ambiente aquático e microflora específica, indicadores biológicos de contaminação fecal e outros indicadores de poluição, padrões microbiológicos de qualidade da água, legislação. | 12 |
|   | 2.3-. Microbiologia do ar: microrganismos encontrados no ar, doenças veiculadas pelo ar, técnicas de análise microbiológica e controle dos microrganismos do ar, legislação.                                     | 08 |
| 3. Biodiversidade e potencial da microbiota do meio | 3.1- Microbiologia da saúde pública: patógenos e parasitas encontrados em diferente habitat.   | 02 |
|   | 3.2- A utilização de rizóbios na fertilização do solo  | 02 |
|   | 3.3- Algas e protozoários nocivos ao homem e/ou indicadores de poluição  | 02 |
|   | 3.4- Indicadores biológicos de toxidade aguda e crônica  | 02 |
|   | 3.5-.Indicadores biológicos da qualidade sanitária de lodos.   | 02 |
|   | 3.6- Utilização de cogumelos no aproveitamento de resíduos/detoxificação por cogumelo.   | 02 |

### **Justificativas:**

Ementa 1: Relações funcionais e ecológicas dos microrganismos de interesse para o meio ambiente

1.1 Definição de ecologia microbiana

1.2 Componentes de um ecossistema

1.3 Fatores determinantes ambientais

1.4 Interações sobre as populações microbianas

Os assuntos acima mencionados são estudados em 8 aulas. O

aprendizado de ecologia microbiana leva ao conhecimento dos microrganismos, suas manifestações e ao desenvolvimento de uma consciência ecológica, que reconhece o valor intrínseco de todos os seres vivos, permitindo o desenvolvimento de uma visão integrada e global dos ecossistemas. Então, é necessário conhecer as partes para entender o todo, mas também é necessário conhecer o todo para entender as partes.

1.1 Para a introdução de um novo conteúdo do programa de ensino, onde são apresentados os conceitos básicos, é adotado como método, a aula expositiva dialogada que permite o questionamento, estimulando o pensamento crítico dos alunos e a produção de novos conhecimentos, isto é o “aprender a conhecer”. Como recursos audiovisuais são utilizados slides, transparências, filmes que constituem um grande aliado dentro do processo de aprendizagem, porém deve ser utilizado de forma planejada e criativa. Estes recursos são utilizados para motivação e melhor acompanhamento do assunto pelos alunos. O texto oral é essencialmente indicado para explicar, o audiovisual é indicado para associar.

1.2 Componentes de um ecossistema, este conteúdo é trabalhado com a finalidade de levar o aluno a tomar consciência das semelhanças e da interdependência entre todos os seres vivos e também incluindo a aprendizagem de conviver harmoniosamente no planeta, ou seja, “aprender a ser”. O método utilizado para estudar este assunto é a aula prática em laboratório, onde o aluno tem a oportunidade de identificar a grande diversidade de microrganismos presentes no próprio ambiente de estudo e em águas coletadas em rios e lagos do entorno da região metropolitana de

Curitiba. Este método leva o aluno a tomar consciência das semelhanças e da interdependência, propicia a interligação entre teoria e prática, estabelecendo relação entre o conteúdo de ensino e a realidade social.

1.3 Fatores determinantes ambientais e 1.4 Interações sobre as populações microbianas.

Estes temas são estudados através de leituras e apresentação de artigos relacionados ao tema e também através de pesquisa em grupo. Na escolha e seleção dos artigos, o professor deve estar atento a certos critérios, tais como: a relevância e adequação do artigo em relação ao conteúdo, bem como o tempo de aula disponível, a atualização dos conteúdos e às possibilidades de discussão oferecidas pelo artigo. A busca destes artigos é feita em revistas científicas, livros, jornais documentários e internet. A internet é uma ferramenta que possibilita o uso de textos, imagens, sons e vídeo que subsidiam a produção do conhecimento. Os recursos da informática são meios que podem instigar novas metodologias que levem o aluno aprender a conhecer, com criatividade e interesse. Para que a leitura se realize com plenitude, além do desenvolvimento das habilidades de compreensão, análise, síntese e julgamento são necessários que haja também uma etapa final, em que os alunos exteriorizem, pela produção própria, algo que adquiriram com a leitura dos artigos.

A concepção do ensino com pesquisa tem como pressuposto básico o processo de produção do conhecimento, pois instiga a dúvida e a crítica, permitindo ao aluno perceber que os conteúdos não estão prontos e acabados, são produtos de uma investigação provisória que podem modificar, rever e

transformar as informações de acordo com o momento histórico. Este aspecto leva o educando a perceber que a aprendizagem deve ser contínua, por toda a vida. Ele passa a ser participante e sujeito do seu próprio processo de aprender. Neste contexto verifica-se o aprender a fazer. Os resultados obtidos pela pesquisa devem ser discutidos em grupo e com o professor incentivando a interaprendizagem.

#### 1.5 Metabolismo microbiano

A abordagem do tema é realizada em 08 aulas, onde são discutidos os conteúdos bioquímicos e todo metabolismo pertinente ao assunto. Métodos utilizados: aula expositiva dialogada, e trabalho em grupo. O trabalho em grupo tem o objetivo de permitir a troca de idéias entre os componentes da equipe, o que facilita a assimilação do conteúdo, além de desenvolver a interaprendizagem, proporciona a participação em projetos comuns e trabalhos em parcerias, ou seja, o “aprender a viver juntos”. O trabalho em grupo exige um envolvimento pessoal maior com as próprias atividades, com o estudo e a pesquisa individual, para que seja possível colaborar responsavelmente com o grupo. Aumenta a flexibilidade mental mediante o reconhecimento da diversidade de interpretações sobre um mesmo assunto.

#### 1.6 Ciclos biogeoquímicos

Para tratar deste conteúdo, são utilizadas 6 aulas. O estudo dos Ciclos biogeoquímicos é realizado através de aula expositiva dialogada, leitura e discussão de textos relacionados ao tema e seminários. O seminário é um método que possibilita ao aluno perceber a importância de sua participação como elemento ativo e crítico do processo ensino-aprendizagem. Isso implica

estudar com profundidade, participar da discussão, querer conhecer, questionar o conhecimento que está sendo discutido. O seminário possibilita uma prática pedagógica reflexiva e crítica, deixando de lado o fazer pelo fazer ou o fazer fundamentado no modismo.

Ementa 2: Tecnologias clássicas e recentes de identificação de microrganismos.

### 2.1 Microbiologia do solo

No que se refere ao estudo da microbiologia do solo, são utilizados os seguintes métodos: prática de campo, prática de laboratório, pesquisa e trabalho em grupo.

Prática de campo faz-se necessário para que o aluno conheça este ecossistema através da observação do local e da coleta de amostras e sua análise em laboratório para o isolamento e identificação das bactérias, algas e fungos. A prática de campo e a prática de laboratório motivam o aluno, e permitem discussões, comparações e coloca-o diante de realidades que antes não conhecia. Estas atividades contribuem para o aluno a aprender a fazer, desenvolvendo aptidões para atuar em sua profissão com mais competência e habilidade.

### 2.2 Microbiologia da água

Este conteúdo é estudado utilizando os seguintes métodos: prática de laboratório, trabalho em grupo, prática de campo e visita técnica. Com relação ao ecossistema aquático, a prática de campo proporciona aos alunos uma idéia mais precisa da real situação ecológica desses ecossistemas, dos fatores que

regem as relações entre o homem e o meio ambiente no contexto do desenvolvimento. A prática de laboratório faz-se necessária para identificação de indicadores biológicos de contaminação fecal e indicadores de poluição. Junto a esta atividade, deve ser realizado o trabalho em grupo para discussão e melhor assimilação do conteúdo. A legislação é discutida em aula expositiva dialogada. A visita técnica é realizada em empresas de saneamento com o objetivo de colocar o aluno em contato com sua realidade profissional e também para conhecer as técnicas e identificação de indicadores biológicos de poluição. Através desta atividade, o aluno tem a oportunidade de dialogar com profissionais de sua área e de aprender a trabalhar interdisciplinarmente.

### 2.3 Microbiologia do ar

Este conteúdo é estudado utilizando os seguintes métodos: prática de laboratório, pesquisa em grupo, e aula expositiva dialogada. A técnica para análise microbiológica do ar é realizada no laboratório, através da técnica de placa de sedimentação e do filtro de membranas, o que possibilita a identificação dos microrganismos presentes na atmosfera. A legislação é estudada em aula expositiva dialogada. Para estudar as doenças veiculadas pelo ar é adotada a pesquisa em grupo. Esta atividade permite uma discussão crítica e aprofundada do assunto.

## Ementa 3: Biodiversidade e potencial da microbiota do meio

### 3.1 Microbiologia da saúde pública: patógenos e parasitas encontrados em diferentes habitats.

Este conteúdo é estudado através de seminário que tem por objetivo

investigar um ou mais temas sob diferentes perspectivas, tendo em vista alcançar profundidade de compreensão. Conforme já foi dito, o seminário cria oportunidade para os alunos se desenvolverem no que diz respeito à crítica e à investigação.

### 3.2 A utilização de rizóbios na fertilização de solos

Este tema é abordado através de seminário. Isto é justificado, por se tratar de um assunto já conhecido pelos alunos quando foram estudados os ciclos biogeoquímicos e a microbiologia do solo, facilitando, desta maneira, a obtenção de informações, dados, idéias, levantamentos, leituras por intermédio de pesquisa.

### 3.3 Algas e protozoários nocivos ao homem e/ou indicadores de poluição

Este conteúdo é estudado com a utilização de vídeo e prática de laboratório. O vídeo é considerado uma ferramenta muito importante para motivação e para despertar a curiosidade de novos temas. Ele traz para sala de aula realidades que muitas vezes estão distantes dos alunos e também facilita o trabalho de pesquisa. A identificação de algas e protozoários indicadores de poluição são realizados em laboratório.

3.4 Indicadores biológicos de toxidade aguda e crônica. Este conteúdo é abordado através de aula prática. Tal aula facilita o entendimento do assunto na medida em que se estabelece a relação entre o conteúdo de ensino e a realidade do meio ambiente.

3.5 Indicadores biológicos da qualidade sanitária de lodos. Este conteúdo é estudado através de visita técnica em empresa de saneamento e prática de laboratório. Os alunos coletam amostras de lodo nas empresas de

saneamento através de orientações dos técnicos e levam para o laboratório, onde são analisados e identificados os indicadores biológicos do lodo.

3.6 Utilização de cogumelos no aproveitamento de resíduos/detoxificação por cogumelos. O método utilizado para estudar este tema é a prática de laboratório.

Figura 2: Laboratório de Microbiologia



Fonte: do próprio autor

### **4.3 O Perfil do Aluno do Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental**

O perfil do aluno do Curso de Tecnologia em Química Ambiental – Modalidade Controle e Aproveitamento de Resíduos foi traçado após a aplicação de um questionário Sócio-Educacional. Estes dados foram obtidos através do banco de dados do CEFET. PR.

Dos 120 alunos que responderam ao questionário foram obtidos os seguintes resultados:

1. Quanto ao aspecto sócio-econômico:

77,5% não trabalham e residem com os pais.

2. Quanto a vida escolar:

50% concluíram o 2<sup>o</sup> grau em escola particular e 50% em escola pública

60% cursaram Educação Geral e 40% em outros cursos.

Em relação ao ano de conclusão, 65% concluíram o 2<sup>o</sup> grau entre 1986 a 1998 e 35% de 1999 a 2000.

3. Quanto à faixa etária varia de 17 a 33 anos, sendo que 85,8% se encontram em idade de 17 a 22 anos e 60% são do sexo feminino e 40% são do sexo masculino.

4. Quanto à opção pelo Curso de Tecnologia em Química Ambiental foi por: 1<sup>o</sup> adequação às aptidões pessoais, 2<sup>o</sup> mercado de trabalho, 3<sup>o</sup> realização profissional, 4<sup>o</sup> possibilidade de contribuir para a sociedade.

5. Expectativa em relação ao Curso:

1<sup>o</sup> Qualificação para ser absorvido pelo mercado de trabalho, 2<sup>o</sup> Mercado de Trabalho abundante e 3<sup>o</sup> Realização profissional.

No decorrer do curso, o aluno deverá desenvolver fundamentos teóricos e práticos que o capacitarão a:

- Executar análise química e biológica.
- Desenvolver habilidades e atitudes científicas visando otimizar e criar novas tecnologias de análise química ambiental.
- Sugerir equipamentos que atendam às necessidades de controle e aproveitamento em resíduos.
- Instrumentalizar-se para avaliar e pôr em práticas tecnologias de controle, aproveitamento em resíduos.
- Liderar, tomar iniciativas para interferir positivamente nos processos de trabalhos.

Atualmente, o mundo do trabalho indica que as organizações procuram indivíduos talentosos, criativos, que saibam projetar, analisar e produzir conhecimentos.

Com este perfil, o profissional de Tecnologia em Química Ambiental encontra um amplo mercado de trabalho, onde podem atuar em diversas empresas, tais como:

- Empresa de Química Industrial – preparação de amostras, preparação de reagentes, análises biológicas, aferição de equipamentos.
- Empresa de Galvanoplastia.
- Laboratórios de Controle de Qualidade e Laboratórios de processos químicos.
- Laboratórios de Análises de Pesticidas.
- Laboratório de controle e monitoramento de uma estação de tratamento

de efluentes, análises de efluentes industriais e gerenciamento e acondicionamento de resíduos.

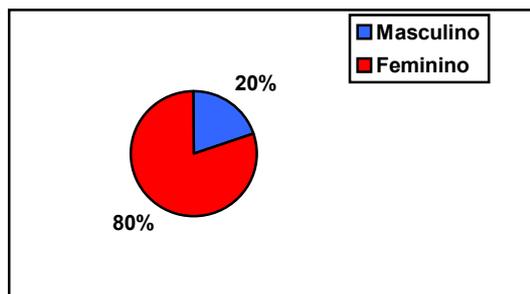
- Empresa de Saneamento Ambiental e transporte de resíduos.
- Laboratórios de análise físico-química de água de caldeira e torre industrial.
- Laboratórios de avaliação da qualidade do ar e resíduos industriais
- Empresa de segurança e consultoria de projetos.
- Laboratórios de análises de microtoxinas em alimentos.

#### **4.4 Resultados dos Questionários Aplicados em Professores da Área de Biologia e em Alunos do Sétimo Período do Curso de Tecnologia em Química Ambiental**

Este questionário foi aplicado em 10 professores que ministram aulas na área de biologia do Ensino Médio e do Curso de Tecnologia em Química Ambiental e consta de 13 questões, sendo 12 fechadas e 1 aberta. O questionário aplicado em alunos consta de 6 questões, sendo 5 fechadas e 1 aberta. Os respectivos questionários encontram-se nos anexos 1 e 2. Os resultados foram analisados em porcentagem e serão apresentados a seguir, com gráficos “pizza” que demonstram as metodologias que os professores utilizam com maior frequência em suas aulas, às metodologias de maior participação dos alunos no processo ensino–aprendizagem e as que despertaram menor interesse nos alunos. Em seguida apresenta-se a opinião dos professores e dos alunos com relação às questões abertas proposta no questionário.

#### 4.4.1 Perfil dos professores participantes da pesquisa e análise dos resultados

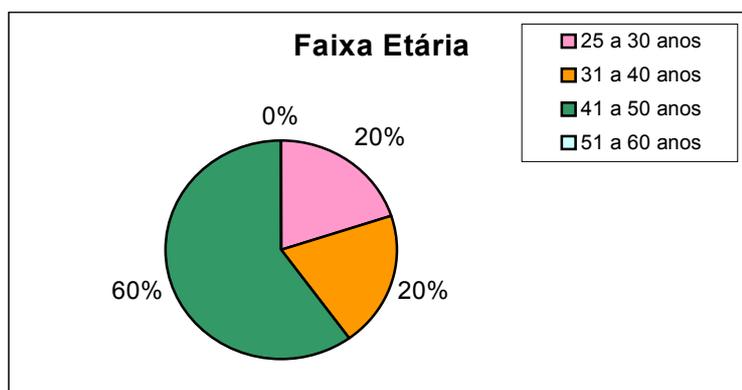
Figura 3: Porcentagem quanto ao sexo masculino ou feminino



Fonte: do próprio autor

Entre os professores que responderam ao questionário, 20% são do Sexo masculino e 80% são do Sexo feminino.

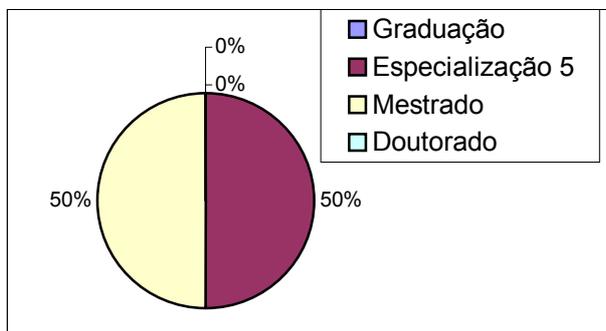
Figura 4: Faixa etária dos professores que participaram da pesquisa



Fonte: do próprio autor

Entre os professores que participaram da pesquisa, 20% estão na faixa etária entre 25 a 30 anos, 20% entre 31 a 40 anos e 60% entre 41 a 50 anos e nenhum entre 51 a 60 anos.

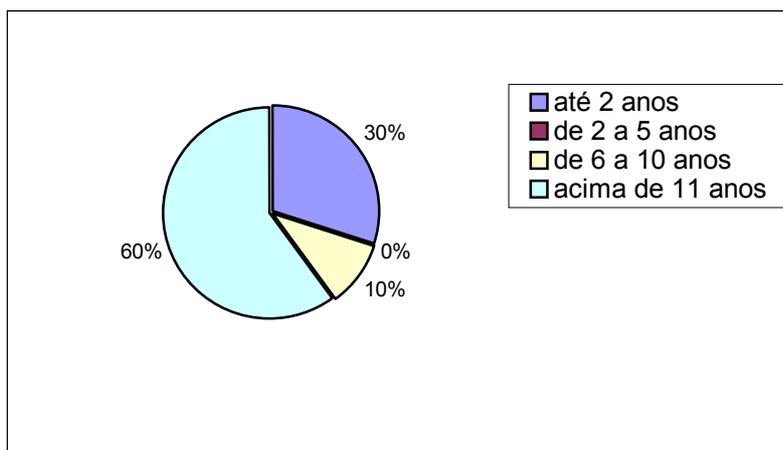
Figura 5: Nível de formação dos professores



Fonte: do próprio autor

Neste item verificou-se que 50% são professores com especialização e 50% mestres. Não se verificou professor com nível de graduação ou doutorado.

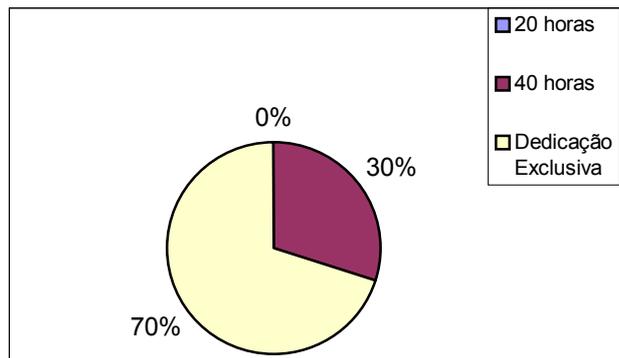
Figura 6: Tempo de docência na instituição



Fonte: do próprio autor

60% está há mais de 11 anos na instituição, 30% possuem até 2 anos de trabalho na instituição, 10% está entre 6 a 10 anos de atividades e não há nenhum professor entre 2 a 5 anos de trabalho na instituição.

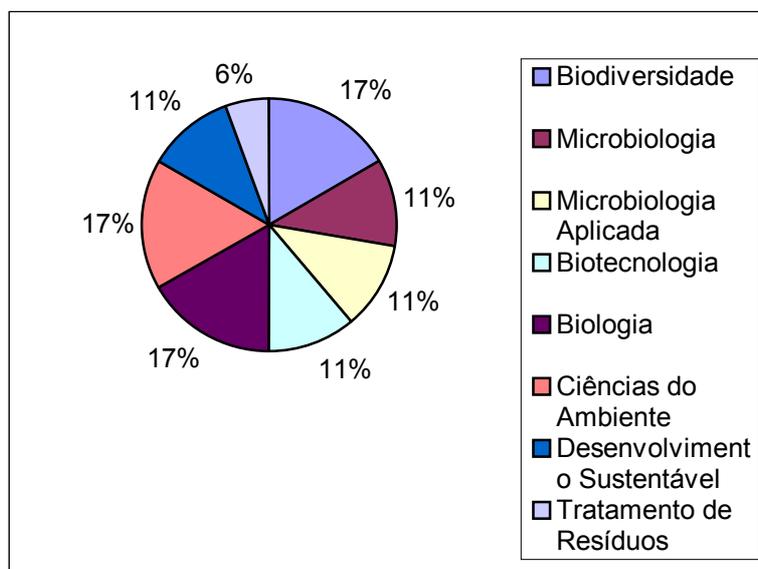
Figura 7: Regime de trabalho



Fonte: do próprio autor

70% dos professores trabalham em regime de dedicação exclusiva, 30% com 40 horas e nenhum professor com 20 horas.

Figura 8: Disciplinas ministradas na instituição

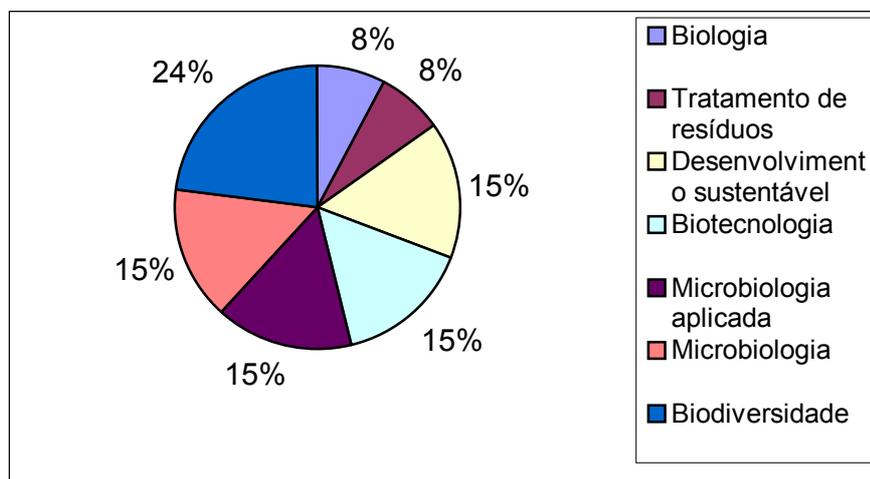


Fonte: do próprio autor

Este gráfico mostra as disciplinas ministradas pelos professores na área biológica. 6% atua na disciplina de tratamento de resíduos, 11% em desenvolvimento sustentável, 11% em biotecnologia, 11% em microbiologia, 11% em microbiologia aplicada, 17% em biodiversidade, 17% em biologia e 11% em microbiologia aplicada.

17% em ciências do ambiente.

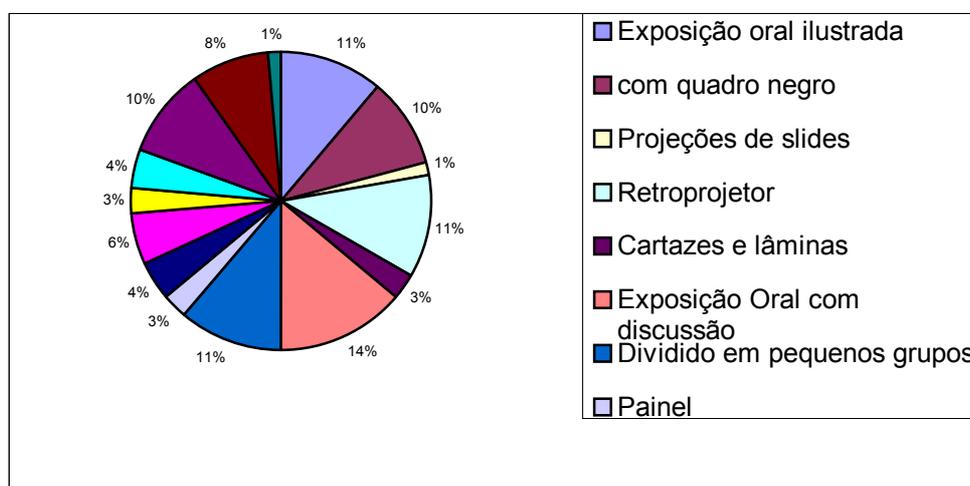
Figura 9: Disciplinas ministradas no Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental



Fonte: do próprio autor

24% ministram aulas na disciplina de biodiversidade, 15% em microbiologia, 15% em microbiologia aplicada, 15% em biotecnologia, 8% em biologia, 15% em desenvolvimento sustentável, 8% em tratamento de resíduos.

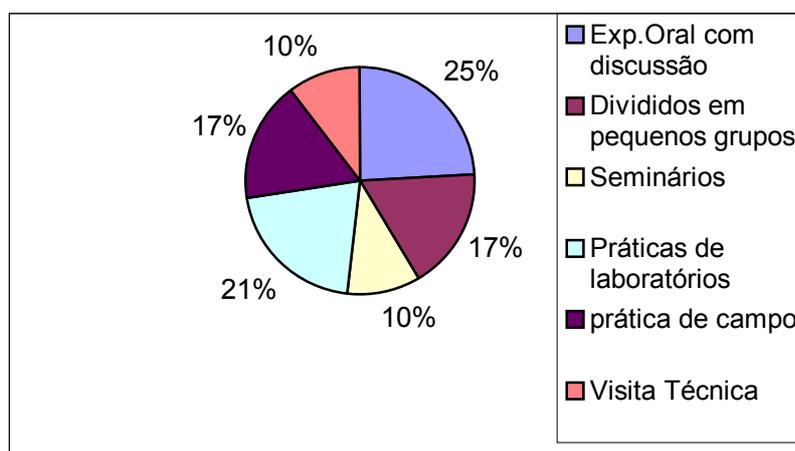
Figura 10: Métodos e materiais de uso freqüente nas aulas ministradas pelos professores



Fonte: do próprio autor

Com relação aos métodos e materiais de uso freqüente pelo professor, a pesquisa mostra que a exposição oral com discussão apresentou 14%, em segundo lugar com 11% a exposição oral ilustrada o uso de retroprojeter e discussão dividido em pequenos grupos, em terceiro lugar, prática de laboratório e exposição oral com uso de quadro negro com 10%, leituras complementares com 8%, pesquisa didática com 6%, cartazes, painel, visita técnica com 3% e com 1%, uso do computador software e projeções de slides.

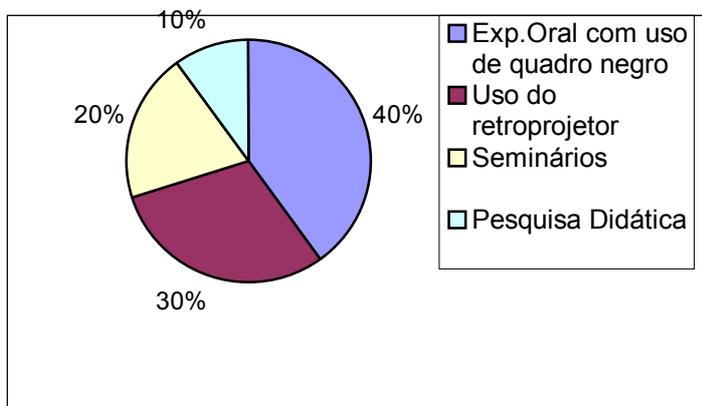
Figura 11: Métodos em que os alunos tiveram maior participação



Fonte: do próprio autor

Entre as metodologias utilizadas pelo professor, os alunos tiveram maior participação nos seguintes métodos: exposição oral com discussão 25%, práticas de laboratórios 21%, trabalhos divididos em pequenos grupos 17%, práticas de campo 17%, visita técnicas 10% e seminários 10%.

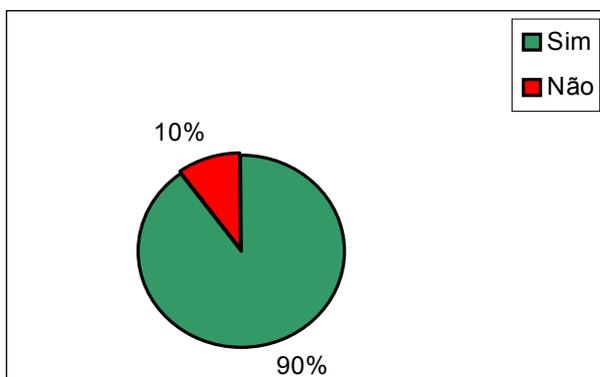
Figura 12: Metodologias em que o aluno teve menor interesse



Fonte: do próprio autor

40% exposição oral com uso de quadro negro, 30% uso de retroprojeto, 20% seminários, 10% pesquisa didática.

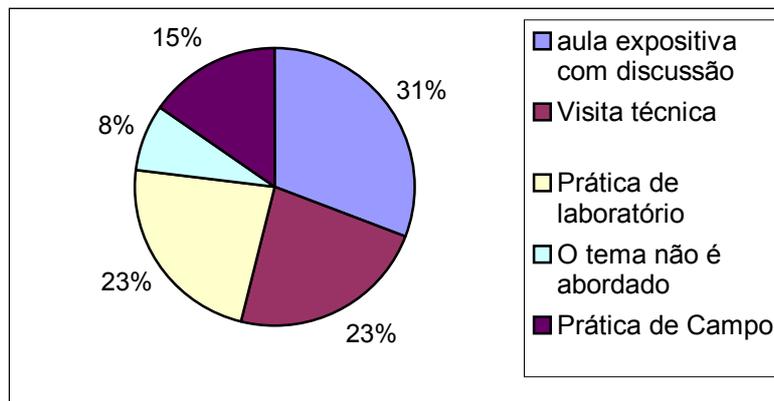
Figura 13: Importância do tema algas na disciplina ministrada



Fonte: do próprio autor

Com relação a importância de abordar o assunto algas nas disciplinas ministrada pelos professores, 90% responderam positivamente e 10% negativamente.

Figura 14<sup>i</sup>: Metodologias para tratar do assunto algas



Fonte: do próprio autor

As metodologias utilizadas pelos professores para tratar do assunto algas apresentaram os seguintes resultados: 23% responderam visita técnica, 15% prática de campo, 23% prática de laboratório, 8% o tema não é abordado, e 31% aula expositiva com discussão.

À seguir é apresentada a questão aberta do questionário com as opiniões dos professores.

O que você sugere para melhorar a forma de trabalhar o conteúdo de algas?

1 – Contextualizar o conteúdo enfatizando a importância do assunto em (cadeia alimentar, importância no tratamento de águas, etc), utilizar sempre a observação de material in vivo, antecipado por coleta adequada em locais variados. Conscientizar para os usos que se faz das algas atualmente em vários países.

2 – Aulas práticas de laboratórios, coleta de campo, análises toxicológicas, exemplos ilustrativos.

3 – Discussão dos conceitos básicos de morfologia e observação ao microscópio, sempre relacionar sua presença com as questões ambientais.

4 – Usar bastante contextualização.

5 – Práticas de Campo é sempre muito importante para que se entenda o papel das algas no ambiente.

6 – Visitas técnicas a laboratórios que utilizam algas para fins comerciais, uso de materiais ilustrativos como pranchas, slides, filmes, leituras complementares são muito úteis para o aprendizado.

7 – Ampliar a possibilidade de coleta, equipar os laboratórios para a identificação.

8 – Aquisição de maior domínio sobre o assunto e inovação de metodologia.

#### **Conclusão da questão aberta:**

Diante das sugestões levantadas junto aos professores, verifica-se a necessidade de investimentos em equipamentos de laboratórios para a identificação de espécimes de algas, bem como para análises toxicológicas.

Este investimento é imprescindível principalmente por favorecer a ampliação do número de projetos de pesquisa que são fundamentais no ensino superior, especialmente no que se refere ao estudo de algas.

Nota-se também que, existe uma preocupação em intensificar o uso dos métodos de práticas de laboratórios, prática de campo e visita técnica.

Quanto às atividades teóricas percebe-se a necessidade em utilizar os métodos como a exposição oral com discussão acompanhados de materiais

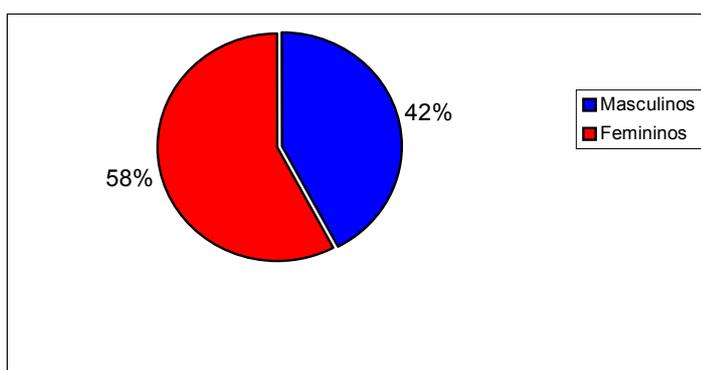
ilustrativos. Uma outra necessidade levantada na pesquisa é a inovação da metodologia adotada até então.

#### 4.4.2 Perfil dos alunos participantes da pesquisa e análise dos resultados

Em seguida são apresentados os resultados do questionário sobre métodos e materiais no processo ensino – aprendizagem aplicado em alunos do sétimo período do Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental

Os resultados representam a resposta de 19 acadêmicos que responderam ao questionário.

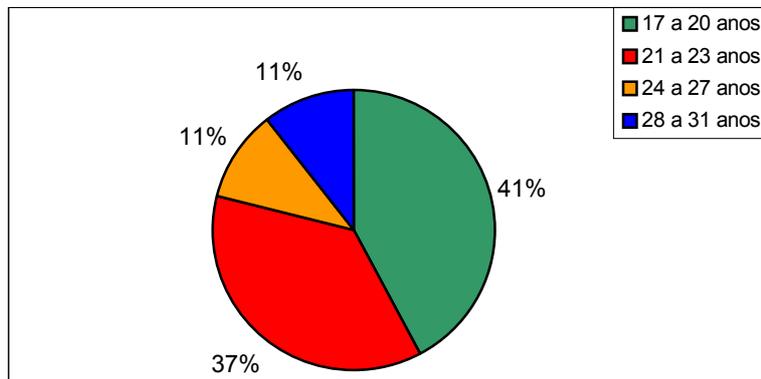
Figura 15: Acadêmicos participantes da pesquisa



Fonte: do próprio autor

Dos dezenove acadêmicos que participaram da pesquisa, 42% são do sexo masculino e 58% são do sexo feminino.

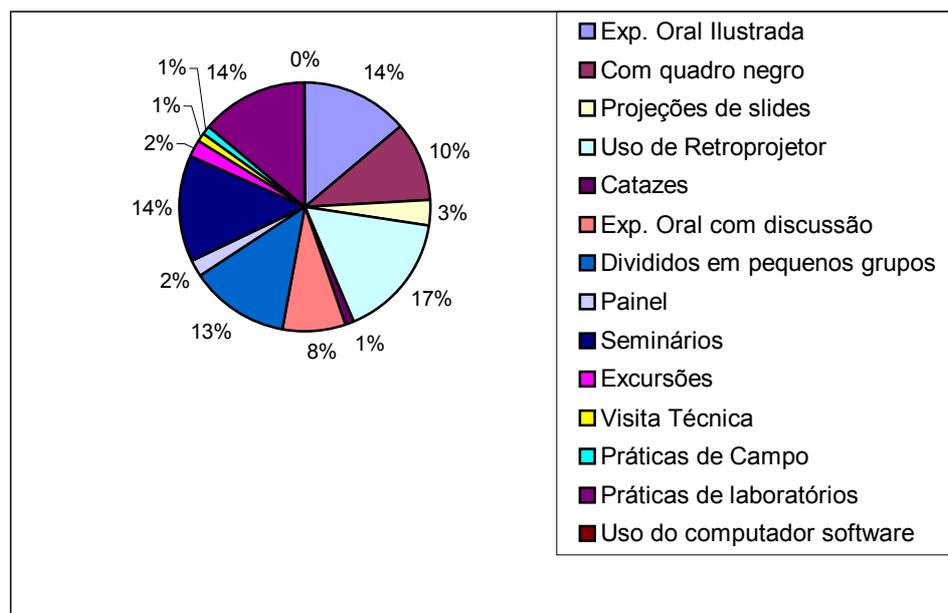
Figura 16: Faixa etária



Fonte: do próprio autor

O resultado da pesquisa revelou que, 41% dos acadêmicos estão com idade entre 17 a 20 anos, 37% entre 21 a 23 anos, 11% entre 24 a 27 anos, e 11% entre 28 a 31 anos, dados representados no gráfico.

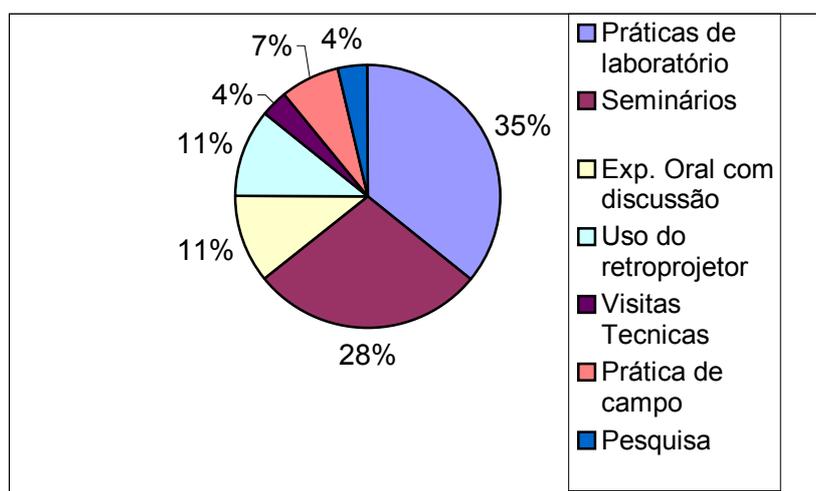
Figura 17: Métodos e materiais utilizados pelos professores para tratar do tema algas



Fonte: do próprio autor

Segundo as opiniões dos acadêmicos, em relação aos métodos e materiais utilizados com maior frequência pelos professores para tratar do assunto algas foram, 14% exposição oral ilustrada, 10% com quadro negro, 3% projeções de slides, 17% uso do retroprojektor, 1% cartazes, 8% exp.oral com discussão, 13% divididos em pequenos grupos, 2% painel, 14% seminários, 2% excursões, 1% visita técnica, 1% práticas de campo, 14% práticas de laboratórios, 0% uso do computador software.

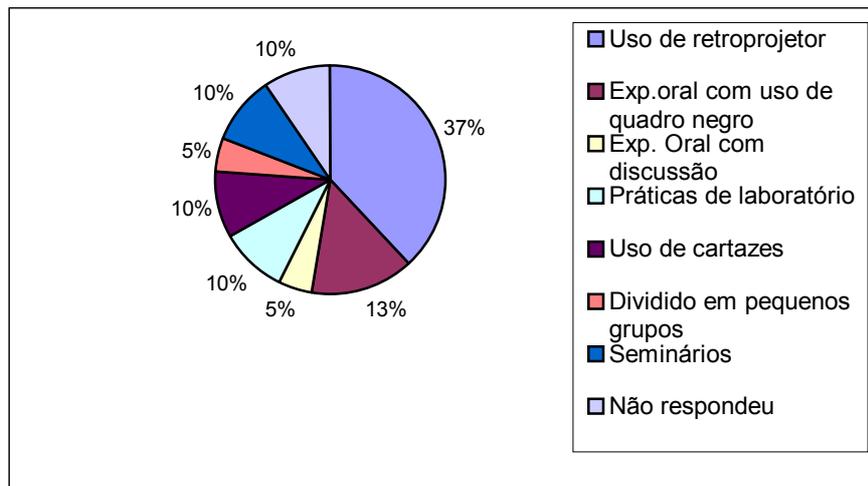
Figura 18: Metodologia em que o aluno teve maior participação.



Fonte: do próprio autor

Segundo os alunos, as metodologias em que tiveram maior participações foram: práticas de laboratório 35%, seminários 28%, exposição oral com discussão 11%, uso de retroprojektor 11%, visitas técnicas 4%, práticas de campo 7% e pesquisa 4%.

Figura 19: Metodologia de menor interesse para o aluno



1

Fonte: do próprio autor

Entre as metodologias de menor interesse relatadas pelos alunos foram: uso de retroprojektor 37%, exposição oral com uso de quadro negro 13%, práticas de laboratórios 10%, uso de cartazes 10%, dividido em pequenos grupos 5%, seminários 10% e não responderam 10%.

Dando continuidade será apresentada a questão aberta do questionário com alguns comentários feitos pelos alunos.

Como você gostaria que fosse tratado o assunto algas?

1 – Com aulas práticas em laboratórios pois o contato com o material a ser estudado facilita a aprendizagem.

2 – A utilização de várias técnicas adequadas ao assunto tanto nas aulas teóricas quanto nas atividades práticas.

3 – Práticas de Campo porque permite a observação e pesquisa dos problemas locais.

4 – A utilização de vídeo com filmes sobre o assunto torna a aula mais interessante.

5 – Através de seminários, porque permite a discussão do assunto, tanto com o professor como com os colegas de equipe, além de fazer com que o aluno realize uma boa pesquisa.

6– Visita técnica possibilita o aluno conhecer a empresa, os procedimentos e funcionamento de equipamentos relacionados com o trabalho do tecnólogo em química ambiental, o que a instituição não tem condições de oferecer.

#### **Conclusão da questão aberta:**

Segundo as opiniões dos alunos, verifica-se uma maior preferência pelas atividades práticas de laboratórios, prática de campo e visita técnica, pois são métodos que permitem o contato direto do aluno com a realidade.

Um outro aspecto destacado pelos alunos foi a utilização de vídeo com filmes para o estudo de algas e o seminário que é um método que propicia a pesquisa, o diálogo com o professor e com os colegas de equipe.

Assim, o conhecimento a ser assimilado, reelaborado e até mesmo produzido é estudado e investigado pelo próprio aluno.

Estas opiniões são corroboradas com as sugestões dos professores no sentido de adotar uma metodologia que seja eficiente para o ensino de algas.

#### **4.5 Proposta Metodológica para o Ensino de Algas na Disciplina de Microbiologia Aplicada com uma abordagem interdisciplinar e globalizadora**

A adequação dos métodos de ensino jamais devem ser considerados um fim em si, mas um meio importante para que a universidade cumpra suas

funções sociais.

A modernização dos métodos não garante por si própria que a universidade venha a integrar-se no seu meio, a identificar-se com seus problemas e a influir na transformação da sociedade. É necessário buscar a visão global da realidade, como superação das impressões estáticas, e do hábito de pensar fragmentador e simplificador do conhecimento, para articular e produzir coerência entre os múltiplos fragmentos que estão expostos no acervo de conhecimento da humanidade.

Neste contexto, no ensino de algas, e dependendo do conteúdo a ser abordado devem ser utilizadas metodologias diferentes de maneira que possam integrar-se à realidade social escolar. Cabe ao professor a análise e a utilização de metodologias mais adequadas ao perfil do aluno. É preciso possibilitar o verdadeiro movimento de interação, isto é, do agir conjunto e aberto frente ao objeto de estudo, superando fragmentações e obstáculos entre teorias e práticas.

Através da análise dos resultados obtidos na pesquisa verifica-se a necessidade de ajustar os métodos adotados até o momento pelos professores de acordo com a realidade dos alunos. Este ajuste deve ser realizado com o acréscimo de aulas práticas em laboratórios, necessidade essa apontada tanto pelos professores quanto pelos alunos. Além deste ajuste, outros devem ser realizados, tais como a utilização de vídeos com filmes sobre algas, a exposição oral com discussão que permite a troca de idéias entre alunos e professores, a prática de campo que permite determinar os problemas locais e pesquisas para as possíveis soluções. A visita técnica que possibilita o aluno a conhecer procedimentos e funcionamento de equipamentos relacionados com o trabalho do tecnólogo em química ambiental. Estes ajustes são apresentados

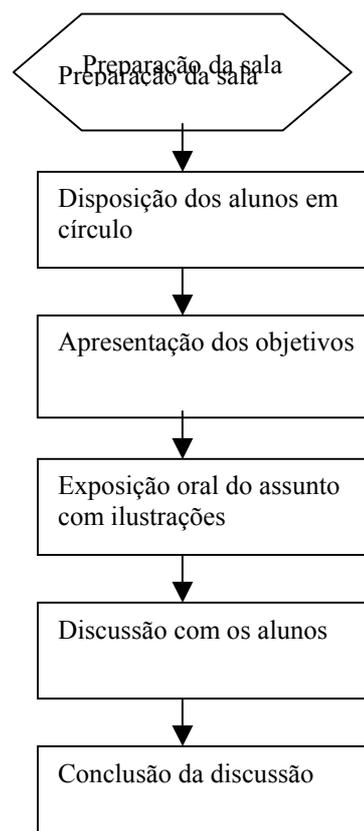
através da proposta metodológica para o ensino de algas, os quais são descritos a seguir.

#### 4.5.1 Proposta de aula teórica

Para as aulas teóricas são apresentados os fluxogramas dos seguintes métodos propostos:

##### a) Exposição oral com discussão

Figura 20: Exposição oral com discussão



No ensino de algas, as aulas teóricas iniciam-se com a preparação da sala. Essas aulas são de 50 minutos e geminadas. Para utilizar o método de

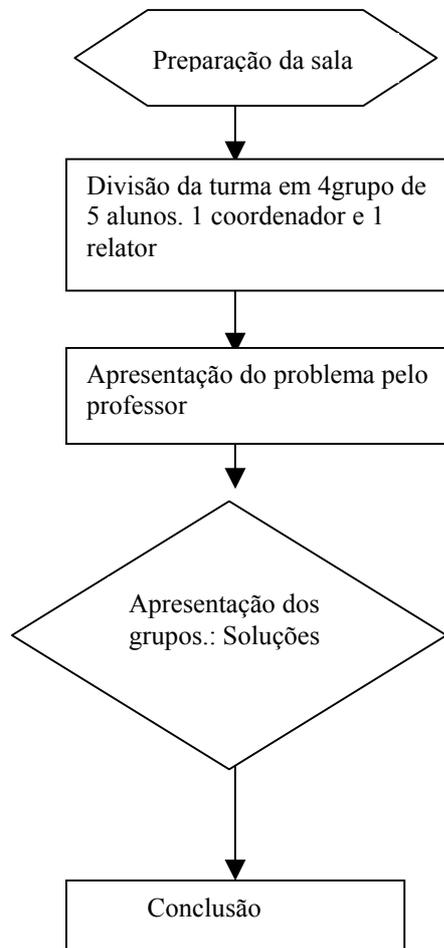
exposição oral com discussão, a turma, que é composta de vinte alunos é disposta em um círculo para que todos possam participar e facilitar a discussão. O professor faz a apresentação dos objetivos da aula e, em seguida, a exposição oral do assunto a ser estudado. Durante a exposição oral o professor deve apresentar ilustrações sobre o assunto para melhor acompanhamento do conteúdo pelos alunos. Em seguida é aberto o espaço para as perguntas tanto do professor quanto dos outros alunos, permitindo um diálogo contínuo. Assim, os estudantes participam mais de uma discussão quando eles sentem que têm uma experiência ou idéia que vai contribuir em algo. Isto significa que as questões para a discussão devem ser formuladas como problemas que tenham algum significado para os estudantes.

Portanto, estas questões devem incentivar a curiosidade dos alunos e desenvolver neles uma atitude científica. Ao perceber uma pergunta mal formulada, o papel do professor é ajudar o aluno a refazer a pergunta, pois essa atitude educa o aluno para o aprender a perguntar.

A aula expositiva com discussão favorece a compreensão dos determinantes sociais da educação porque permite o questionamento; ao mesmo tempo em que proporciona a aquisição de conhecimentos, favorece sua análise crítica, resultando na produção de novos conhecimentos; elimina a relação pedagógica autoritária; valoriza a experiência e os conhecimentos prévios do aluno; estimula o pensamento crítico dos alunos por meio de questionamentos e problematizações.

## b) Aula teórica – Método discussão em grupo

Figura 21: Aula teórica – Método Discussão em Grupo



Aula com utilização do método de discussão em grupo. A aula é de 50 minutos e geminada. Preparação da sala de aula. Os alunos que são em número de vinte são divididos em quatro grupos de cinco alunos. Nota-se que o trabalho em grupo cria o espírito de equipe e a fidelidade ao projeto comum.

Em seguida o professor faz a apresentação de uma situação problema como a situação ecológica dos lagos da região metropolitana de Curitiba. Cada equipe nomeia um coordenador e um relator. Todos os componentes da equipe deverão ter a responsabilidade em elaborar as possíveis soluções para os

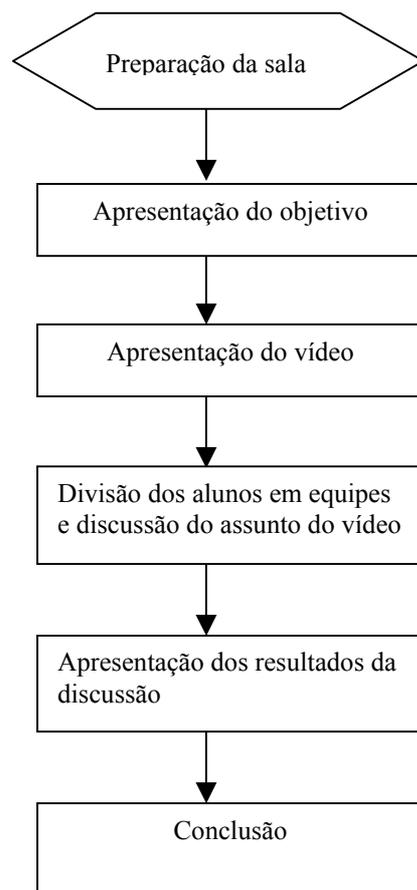
problemas de um determinado lago. O tempo para discussão do problema é de 40 minutos.

Terminado o tempo, cada grupo apresenta suas possíveis soluções em uma folha grande de papel, permitindo uma discussão com todos os alunos da sala. O trabalho é finalizado com a conclusão geral dos resultados das equipes.

A avaliação é contínua levando em consideração os aspectos cognitivos e afetivos.

### c) Aula com uso de vídeo

Figura 22: Aula com uso de Vídeo



Um outro método para o ensino de algas em aulas teóricas é o uso de vídeo. Este pode ser utilizado como meio de sensibilização, sendo considerado também uma ferramenta muito importante para introduzir um novo assunto, para despertar a curiosidade e a motivação para novos temas. Isso facilitará o desejo de pesquisa nos alunos para aprofundar o assunto do vídeo e da matéria.

O vídeo muitas vezes ajuda a mostrar o que se fala em aula, a compor cenários desconhecidos dos alunos. Por exemplo, um vídeo que retrata todas as fases de tratamentos de efluentes de uma empresa de saneamento.

Este vídeo traz para a sala de aula realidades que muitas vezes estão distantes dos alunos. Em seguida os alunos são divididos em equipes e através de questões relacionadas ao assunto como a importância do desenvolvimento de algas nas lagoas de estabilização, realizam uma discussão sobre os fatores positivos e negativos da presença dessas algas nessas lagoas.

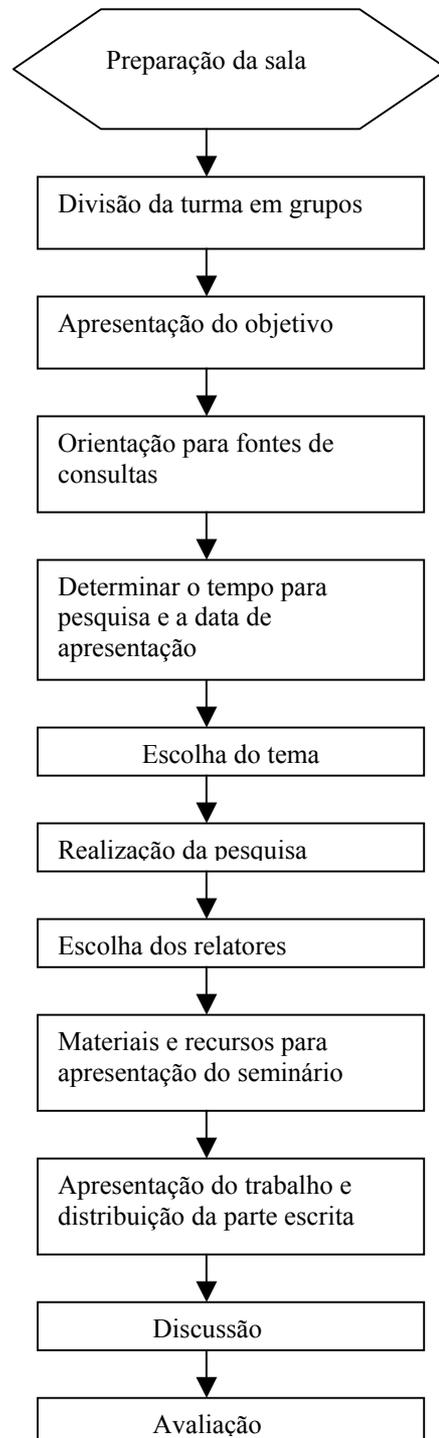
Durante as discussões o professor intervém para esclarecer as dúvidas. Em seguida cada grupo apresenta os resultados da discussão e a conclusão final da atividade proposta.

Esta atividade é recomendada quando não se consegue uma visita ao local.

Um outro método utilizado para o ensino de algas é o seminário, que tem o objetivo de investigar um ou mais temas sob diferentes perspectivas. Possibilita o aluno a vivenciar o aprender a conhecer e o aprender a fazer.

## d) Seminário

Figura 23: Fluxograma de Seminário



O seminário cria oportunidade para os alunos se desenvolverem no que

diz respeito à investigação, à crítica e à independência intelectual. O conhecimento a ser assimilado, é estudado e investigado pelo próprio aluno. O professor assume o papel de orientador, conduzindo e dirigindo o processo de ensino. O emprego do seminário no ensino implica três etapas:

1ª etapa:

O professor deve explicitar os objetivos claramente.

Sugerir temas adequados aos alunos.

Orientar os alunos na busca e localização de fontes de consulta.

Dar orientações escritas sobre pontos essenciais do tema.

Preparar o calendário prevendo o tempo necessário para a execução e apresentação do trabalho.

Aos alunos cabe a tarefa de:

Escolher o tema, obter as informações, dados, pesquisas experimentações, leituras e estudar previamente o tema escolhido com profundidade.

Escolher os relatores e comentaristas.

Providenciar os materiais e recursos de ensino necessários à realização do seminário.

2ª etapa

Apresentação do tema e discussão dos mesmos através de exposição oral, do debate e da discussão.

Apresentação do trabalho escrito com cópia para cada participante.

Exposição do tema, formulação de questões críticas e solicitação de

esclarecimentos para sanar dúvidas.

### 3ª etapa

Apreciação final sobre o trabalho realizado, tanto por parte dos responsáveis pelo seminário quanto do professor.

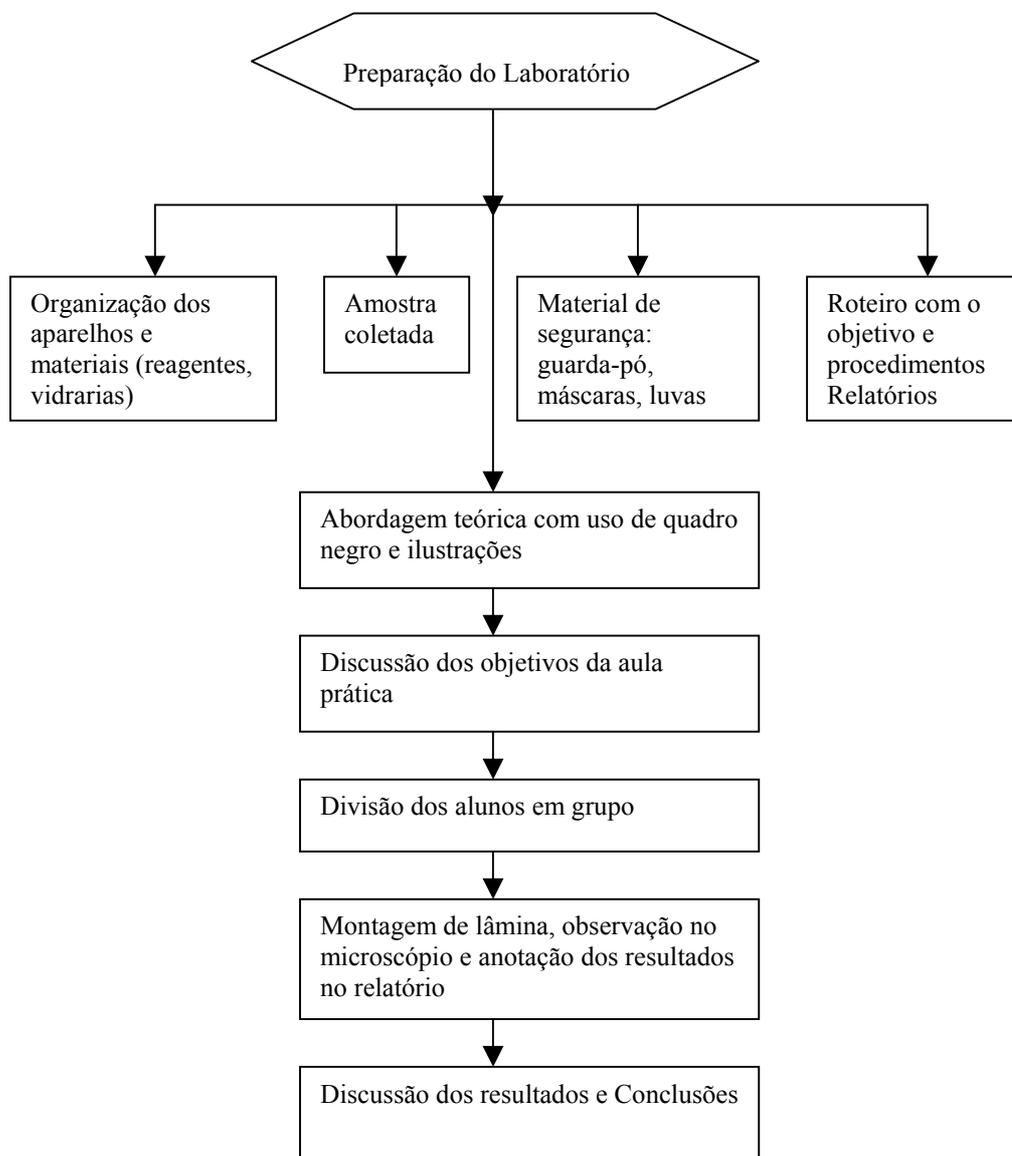
Avaliação.

## 4.5.2 Proposta de aula prática

A aula prática não é somente uma ocasião de aplicar o que foi aprendido previamente na aula teórica e o professor pode ministrá-la antes ou depois de uma aula teórica. A aula prática por oferecer um contato direto com a realidade, pode ser utilizada tanto para a etapa de observação da realidade (problematização), como para a etapa de aplicação da realidade. As aulas práticas devem suscitar perguntas que são respondidas pelas aulas teóricas. Ambas são parte de um mesmo processo. Na educação, se a teoria e a prática forem tomadas isoladamente, não existe vida, não há práxis, a ação educativa não se move, é morta. O mesmo ocorre se conteúdos e forma forem tomados isoladamente. Um até pode existir sem o outro, porém estáticos, sem se ligarem numa corrente. Esta corrente é que põe a vida no ensino universitário.

## a) Aula prática de laboratório

Figura 24: Aula Prática de Laboratório



As aulas práticas em laboratórios são de cinquenta minutos e geminadas. Antes da execução da atividade prática, o professor deve elaborar um roteiro com os objetivos e os procedimentos. Além do roteiro, deve ser preparado um relatório com questões relacionadas com a atividade que será desenvolvida pelo aluno. O laboratório deve ser preparado com os

equipamentos (aparelhos) e todo o material (reagentes, vidrarias, amostras de água etc.) a ser utilizado na prática. O material ou seja, a água, deve ser coletada com um dia de antecedência pelo professor ou o responsável pelo laboratório. O funcionamento, a calibração dos equipamentos, a limpeza, devem ser observados. O atendimento às normas de segurança como o uso de guarda-pó, uso de luvas e de máscaras devem ser priorizadas. No primeiro momento da aula, o professor faz uma abordagem “teórica” do assunto (algas) sobre suas características, habitat, modo de reprodução e os principais grupos. O professor utiliza o quadro para um esquema dos conteúdos que é feito de forma sintetizada, apenas para direcionar o assunto e acompanhamento pelo aluno. Em seguida são utilizados os recursos audiovisuais (slides) que neste momento é importante para que o aluno tome conhecimento das características que diferenciam os grupos. Este recurso é utilizado como meio de motivação para que o aluno possa fazer a escolha do material (água) que vai utilizar para sua atividade prática. Um outro aspecto positivo é que durante a exposição haja um diálogo através de questionamentos dos alunos permitindo uma discussão para melhor fixação do conteúdo.

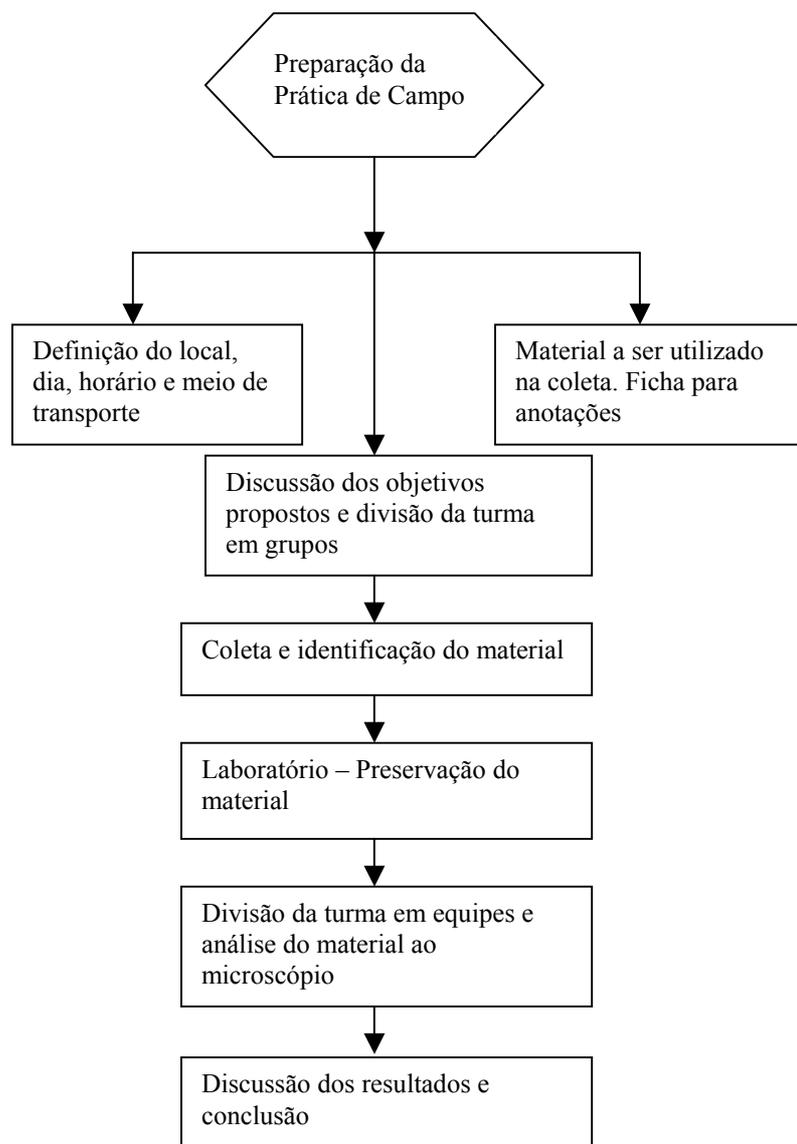
No segundo momento, o professor discute os objetivos da aula prática e faz a explanação dos procedimentos. Em seguida os alunos são divididos em grupos com cerca de cinco alunos e passam à execução da atividade prática. É solicitado que cada um faça a montagem de uma lâmina e observe ao microscópio. Os resultados devem ser anotados e ilustrados nos relatórios.

Em seguida é realizada uma discussão entre os componentes do grupo sobre os resultados obtidos para a conclusão final. Durante a execução da prática, o professor intervém junto às equipes para discutir as dúvidas que vão surgindo. Esse relatório é recolhido e serve como meio de avaliação do

professor. Ao devolver é realizado o comentário sobre os erros e os acertos da equipe. Esta atividade demonstra a relação íntima e orgânica que deve existir entre as aulas teóricas e práticas. A avaliação é contínua.

## b) Prática de campo

Figura 25: Prática de Campo



A prática de campo no ensino superior, principalmente no que se refere ao estudo de algas, é de extrema importância, porque situa o aluno

diretamente em contato com a realidade e ensina-o a conhecer e traçar as possíveis soluções para os múltiplos e variados problemas que se apresentam no trabalho de campo.

O ensino de algas não deve ficar limitado ao ensino puramente teórico e nem somente a práticas de laboratórios. É indispensável que os alunos observem no campo todos os aspectos diferentes dos ecossistemas aquáticos.

O ensino tem que ser objetivo e o aluno aprender diretamente no campo realizando ele próprio, de preferência a coleta do material a ser estudado.

A prática de campo proporciona aos alunos uma idéia mais precisa da necessidade de uma estreita relação entre as diversas disciplinas ensinadas no curso, ou seja, a interdisciplinaridade.

Para esta atividade, o professor deverá definir as estações de coleta, o dia, o horário, o meio de transporte e os materiais utilizados na coleta.

O professor deve discutir os objetivos propostos e é indispensável também a elaboração de uma ficha no qual se indique o que o aluno deve fazer, como fazer e por que fazer.

Os materiais utilizados para coleta são: rede de plâncton, frascos de vidro de boca larga de aproximadamente 500mL, luvas, espátulas, etiquetas, canetas, oxímetro, termômetro e potenciômetro.

A coleta do material consiste em retirar amostras de água de diversos lagos da região de Curitiba. Para este trabalho, foram selecionados os seguintes lagos: Passeio Público, Parque João Paulo II, Parque São Lourenço, Lago da Ópera de Arame, Bosque Alemão e Lago da Universidade Livre do Meio Ambiente. A coleta em diversos tipos de lagos é importante para um estudo comparativo dos componentes fitoplanctônicos em relação às condições físico-químicas da água.

O material (algas) é coletado em rede de plâncton ou em frascos de boca larga sempre levando em consideração as técnicas de coleta. O material aderido ao substrato é removido manualmente ou com o auxílio de uma espátula ou através de raspagem com o próprio frasco.

Os frascos devem ser lavados algumas vezes com a água do próprio local para retirar um pouco do álcali natural dos frascos feitos de vidro comum.

Após a coleta, o material deve ser identificado através de etiqueta onde deve constar o local de coleta, a data e a hora. Normalmente no local de coleta também são realizadas medidas de temperatura da água, medida da quantidade de oxigênio dissolvido e de pH. Esses dados são importantes para comparar as condições do ambiente com os tipos de fitoplâncton encontrado.

Esses materiais são levados para o laboratório, onde serão preservados em solução de formol a 4%. Esta solução é preparada utilizando 4 mL de formol que é transferido para um balão volumétrico de 100mL e completado com água destilada. Para cada 300mL de amostra a ser preservada adicionar 15mL de solução preparada de formol.

A fixação e a preservação da amostra deve ser feita o mais breve possível após a coleta e até quarenta e oito horas depois, no máximo, pois se trata de amostras concentradas de material.

A princípio, as práticas de campo são utilizadas como motivação para despertar no aluno o espírito de observação e de curiosidade. As perguntas e as discussões favorecem a uma melhor aprendizagem sobre as condições ecológicas dos lagos.

Durante todo o tempo os alunos são convidados a apresentar idéias e observações comparativas visando identificar os lagos considerados eutrofizados e os de melhores condições ecológicas.

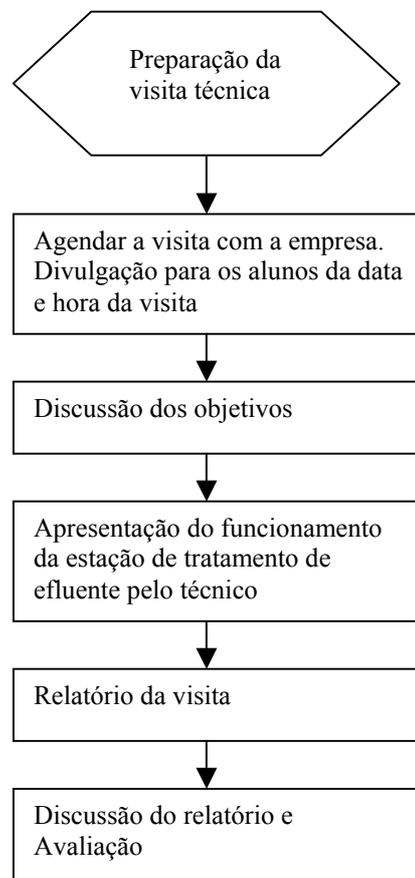
Esta atividade deve prover os conhecimentos necessários à compreensão do seu ambiente, de modo a suscitar uma consciência social que possa gerar atitudes capazes de modificar comportamentos.

Na universidade, as atividades de campo devem proporcionar um conhecimento a fundo do funcionamento dos ecossistemas, assim como dos fatores sócio-econômicos que regem as relações entre os homens e o meio ambiente no contexto do desenvolvimento.

Com relação à avaliação dos trabalhos de campo e de laboratório devem ser feitos a avaliação dos conhecimentos adquiridos e também da mudança de atitudes e o desenvolvimento de habilidades motoras.

### c) Visita técnica

Figura 26: Visita Técnica



Esta atividade pode ser realizada em uma empresa de saneamento, em laboratórios do Instituto Ambiental do Paraná, Empresas com Centros de Tratamento de efluentes, Centros de Estudos do Mar e outros. Cabe ao professor solicitar junto ao setor de relações empresariais, o agendamento da visita técnica. Definir o meio de transporte, o período da visita, o dia e o horário. Comunicar aos alunos verbalmente ou através de boletim fixado no mural.

Definir e discutir previamente o objetivo da visita com os alunos. Para uma visita em uma estação de tratamento de efluentes é solicitada aos alunos uma atenção especial ao visitarem a lagoa de estabilização onde as algas desempenham importante papel na produção de oxigênio para realização dos processos de decomposição aeróbica da matéria orgânica e a manutenção das condições aeróbicas do meio aquático. Um outro papel suplementar desempenhado pelas algas nas lagoas é a remoção de nutrientes, tais como nitrogênio, fósforo e carbono, para satisfazer suas próprias necessidades nutricionais. Quando a visita é realizada em estação de tratamento de água, solicitar aos alunos uma atenção especial sobre os problemas de algas que podem fazer a obstrução de filtros.

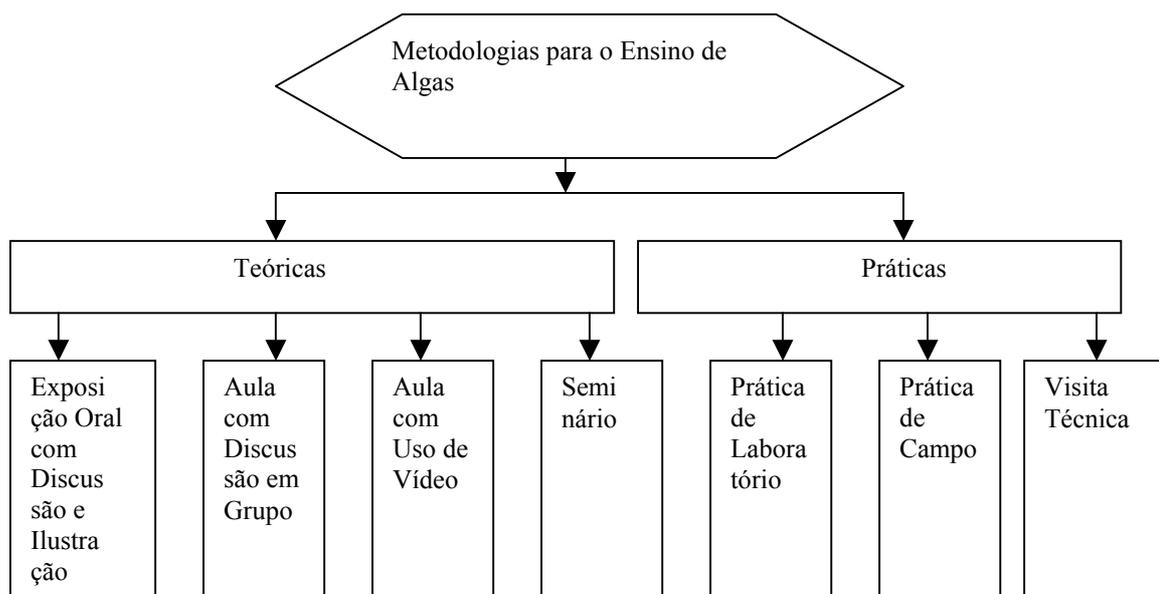
Normalmente participam cerca de 40 alunos e professores acompanhantes. A empresa disponibiliza um ou mais técnicos que acompanharão os alunos prestando informações sobre o funcionamento, seja de uma estação de tratamento de efluente ou de outras atividades desenvolvidas pela empresa. Para melhor aproveitamento, o professor pode solicitar dos alunos um relatório do assunto abordado na visita técnica. Este procedimento faz com que o aluno participe intensamente da atividade

proposta. Em outra aula é realizada a discussão dos relatórios fazendo um levantamento dos aspectos positivos e negativos da visita.

É importante o uso de avaliação quantitativa e qualitativa dos programas de educação. O uso de diferentes instrumentos, preferencialmente combinando técnicas quantitativas e qualitativas pode ajudar a se superar a dificuldade de se realizar uma avaliação fidedigna. Além da vantagem imediata de permitir um exame da eficiência dos métodos utilizados nos estudos de algas e, conseqüentemente, fornecer informações úteis para os próximos estudos. As técnicas acima descritas são excelentes meios de se conseguir com que o aluno seja motivado, levando-o a participar melhor das atividades proposta bem como assimilar melhor o conteúdo sobre algas.

A seguir será apresentado o fluxograma englobando as metodologias utilizadas nas aulas teóricas e práticas para o ensino de algas.

Figura 27: Fluxograma da Metodologia para o Ensino de Algas



### **4.5.3 Síntese do Capítulo**

Através dos resultados obtidos pela pesquisa com professores e alunos, verificou-se a necessidade de modificar as metodologias utilizadas até o momento para o estudo de algas na disciplina de microbiologia aplicada.

As sugestões das metodologias apresentadas refletem as preocupações dos docentes em promover um ensino interdisciplinar e globalizado que atenda aos anseios da comunidade acadêmica em ampliar seus conhecimentos para a conquista de novos mercados de trabalho.

## **5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

### **5.1 Considerações Iniciais**

Este capítulo apresenta as conclusões obtidas com o desenvolvimento da proposta de metodologia para o ensino de algas na disciplina de microbiologia aplicada, baseados nos resultados obtidos através de aplicação de questionários sobre métodos e materiais em professores da área biológica e alunos do sétimo período do Curso de Tecnologia em Química Ambiental. O desenvolvimento desta metodologia é apresentado no capítulo IV desta dissertação. Neste capítulo também serão apresentadas as recomendações para futuras pesquisas.

## 5.2 Conclusões

Neste trabalho, procurou-se desenvolver uma proposta de metodologia para o ensino de algas na disciplina de microbiologia aplicada. Levou – se em consideração a proposta inicial que apontava a necessidade de uma pesquisa para a escolha, adequação e eficiência dos métodos e recursos audiovisuais para compor a referida metodologia.

O consenso é de que os métodos e os recursos audiovisuais por si só não garantem a eficiência da metodologia. Assim, o importante é escolher os métodos de acordo com o que se pretende que os alunos aprendam. Como no processo de aprendizagem abrange o desenvolvimento intelectual, afetivo, o desenvolvimento de competências e de atitudes, pode – se deduzir que a metodologia a ser utilizada deve ser variada e adequada a esses objetivos.

Com relação da utilização dos métodos sugeridos, verificou-se que são adequados pela estrutura física da instituição que comporta vários laboratórios como apresentado na figura 2 e pelo perfil dos professores apresentados pelas figuras 3 e 4, que revela a diversidade das características identificadas como, a composição feita por homens e mulheres com faixa etária entre 25 a 50 anos, com níveis de formação e experiências comprovadas pelas figuras 5 e 6, onde 60% trabalham há mais de 11 anos na instituição.

Um outro aspecto importante e que justifica a utilização da metodologia é percebida na figura 7, que revela que, 70% dos professores trabalham em regime de dedicação exclusiva, o que contribui para a preparação das atividades teóricas e práticas.

A facilidade em utilizar esta metodologia é percebida pelas figuras 8 e 9 que demonstram que os professores ministram disciplinas afins. A frequência com que os métodos são utilizados pelos professores e a importância de se abordar o assunto algas são comprovados respectivamente pelas figuras, 10, 17 e 13.

Ao desenvolver a metodologia para o ensino de algas deu-se preferência aos seguintes métodos para as atividades teóricas: exposição oral com discussão, o uso de vídeo, seminários e discussão em grupos. A escolha desses métodos é justificada pelo próprio conteúdo a ser estudado que são: apresentação dos conceitos, caracteres gerais e importância ecológica das algas. A aula expositiva com discussão permite maior participação do estudante e uma ativa retroinformação o que a torna mais eficaz no ensino de conceitos e de habilidades para resolver problemas. Os alunos são estimulados a compartilhar da reelaboração dos conhecimentos e incentivados a produzir novos conhecimentos a partir dos conteúdos aprendidos.

O uso do vídeo no ensino de algas faz-se necessário por ser uma ferramenta importante para despertar a curiosidade e a motivação. O vídeo traz para sala de aula realidades que muitas vezes estão distantes dos alunos.

A discussão em grupo favorece a troca de conhecimentos, onde os alunos não só aprendem com o professor, mas com a troca interpessoal de idéias produzindo a interassimilação dos conteúdos.

A adequação, a coerência e a eficiência destes métodos para comporem as atividades teóricas da metodologia são apresentados nos resultados da pesquisa através das figuras 11 e 14 que confirmam a maior participação e

êxito dos alunos.

Com relação às atividades práticas, deu-se preferência aos seguintes métodos: práticas de laboratório, prática de campo e visita técnica. A escolha desses métodos é justificada pelo fato de constituírem procedimentos que colocam o aluno em contato com situações reais. Este contato com a realidade profissional é altamente motivador para sua aprendizagem. Ajuda-o a dar significado para as teorias e os conceitos que deve aprender e integrá-los ao seu mundo intelectual; a levantar questões que têm a ver com seu trabalho.

Prática de laboratório oferece um contato direto com a realidade e, por conseguinte, pode ser utilizado tanto para etapa de observação da realidade como para aplicação da realidade.

A Prática de Campo, no ensino de algas exerce papel fundamental porque situa o aluno diretamente com a realidade e ensina-o a conhecer e traçar as possíveis soluções dos problemas que se apresentam nos ecossistemas aquáticos. Esta atividade proporciona o conhecimento do funcionamento dos ecossistemas, assim como dos fatores sócio-econômicos que regem as relações entre o homem e o meio ambiente no contexto do desenvolvimento.

Visita Técnica – esta atividade leva o aluno a levantar questões reais que tem a ver com seu trabalho. Colocam-no em contato com outras pessoas que também estão envolvidas na situação, exigindo assim, que ela aprenda a dialogar, a comunicar-se com elas, desta maneira aprende –se a trabalhar interdisciplinarmente. Estes métodos são considerados adequados e eficientes para tratar do assunto algas, o que é comprovado com os resultados da

pesquisa através da figura 18 e das respostas das questões abertas dos professores e dos alunos. Os depoimentos dos professores que trabalham com estes métodos atestam que os alunos aprendem por vezes por eles mesmos e como mudam sua responsabilidade, sua motivação e seu envolvimento com o próprio processo de aprendizagem.

Vale ressaltar ainda que nesta pesquisa ficou evidenciado que os métodos que despertaram menor interesse no estudo de algas para os alunos foram: exposição oral com o uso do quadro negro, e aula expositiva com uso de retroprojektor que podem ser confirmados pelas figuras 12 e 19 da pesquisa. Justifica-se este resultado porque a aula expositiva com o uso de quadro negro ou simplesmente aula expositiva tradicional não leva ao questionamento por parte dos alunos. O uso de retroprojektor foi utilizado repetidamente tornando-se cansativo para os alunos.

Um outro aspecto levantado através da pesquisa foi quanto à utilização das novas tecnologias, e entre elas, o uso do computador – software.

Percebeu-se que apesar das novas tecnologias estarem presentes nos trabalhos executados pelos professores e alunos, a sua utilização em atividades teóricas e práticas como metodologia, ainda é pequena.

As conclusões apresentadas pelos tópicos anteriores demonstram que estes são os métodos mais adequados para as atividades teóricas e práticas para fazer a proposta de metodologia para o ensino de algas na disciplina de microbiologia aplicada com uma visão interdisciplinar e globalizadora. Os resultados desta pesquisa confirmam como verdadeira a hipótese levantada no início deste trabalho.

A metodologia proposta possibilita ao estudante o aprender a conhecer, o aprender a fazer, construindo a rede de interações de conhecimentos para aprender a ser e saber viver harmoniosamente com o outro. Também permite o desenvolvimento de um profissional de atitude crítica e aberta à realidade capaz de adaptar-se às novas situações através de uma aprendizagem contínua.

### **5.3 Recomendações**

Analisar a utilização da metodologia proposta nessa dissertação pelos professores da disciplina de microbiologia aplicada.

Ampliar o número de visitas técnicas em empresas de saneamento principalmente nos laboratórios de análises químicas e biológicas

Análise comparativa entre a metodologia proposta e outras metodologias utilizadas em outras Universidades.

Desenvolver projetos de pesquisas relacionadas ao problema de eutrofização nos ecossistemas aquáticos da região metropolitana de Curitiba.

Equipar os laboratórios para análises toxicológicas de algas.

Ampliar o número de parcerias com empresas para estágios dos alunos do Curso de Química Ambiental.

Promover cursos e incentivar os professores para o uso de novas tecnologias.

## 6. FONTES BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTS, Bruce et al. **Biologia Molecular da Célula**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda, 1997. 1294 p.

ANDERSON D. M. Red tides. **Scientific American**, v.8, p.62, Aug. 1994

ARAUJO, José,C, S. **Técnicas de Ensino: por que não?** Campinas: Papirus, 2001. 149p. Cap. 1, p. 11-34: Para uma análise das representações sobre as técnicas de ensino.

BAENA, S, GONZALEZ, L. **Evaluation de microalgas em biorreactores para el tratamiento terciario de águas residuales agroindustriales**. Disponível na internet:<http://www.colciencias.gov.co/simbiosis/projectos/microalgas.htm>

BEHRENS, Marilda, A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2001.173p. Cap.2, p.67-129: Projetos de aprendizagem colaborativa num paradigma emergente.

BICUDO, Carlos, BICUDO, Rosa, M, T. **Algas de águas continentais Brasileiras**. São Paulo: Fundação brasileira para o desenvolvimento da Ciência, 1970. 228p.

BICUDO,D,C. et al. Limnologia em um ambiente hipereutrofizado: Um estudo no Lago das Garças, São Paulo. In: SIMPÓSIO “ECOLOGIA DE RESERVATÓRIOS”. Estrutura, função e aspectos sociais, 05., 1998, Botucatu.

BODERNAVE, Juan,D., PEREIRA, Adair,M. **Estratégias de ensino Aprendizagem**. Petrópolis: Vozes, 2001. 312p.

BRAGA, José,M. et al. A eficiência do tratamento biológico de esgotos da ETE Cristina – Santa Luzia – Minas Gerais – Brasil – por lagoas de estabilização facultativas aeradas e sua correlação com o fitoplâncton.IN: 19<sup>o</sup> CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 9.,1997, Foz do Iguaçu.

BRANCO, C. W.C., CAVALCANTE, C.B. A ecologia das comunidades planctônicas no Lago Paranoá.In: SIMPÓSIO “ECOLOGIA DE RESERVATÓRIOS”. Estrutura, função e aspectos sociais, 05., 1998, Botucatu.

BRANCO, S, M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986. 616p

BRANDINI, F. P. FERNANDES, L. F. Microalgae of the continental shelf off Paraná state, southeastern Brazil. **A review of studies**. São Paulo, v.1, n.44, p.69-80. 1996.

BROCK, T. D., MADIGAN, M. T. *Biology of Microorganisms*. N. Y.: Prentice – Hall, 1990.

CALIJURI, M. C. et al. A produtividade primária pelo fitoplâncton na represa de Salto Grande - Americana – SP. In: SIMPÓSIO “ECOLOGIA DE RESERVATÓRIOS”. Estrutura, função e aspectos sociais, 05., 1998, Botucatu.

CAPRA, F. **A teia da vida**. Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix, 1995.

CARDOSO, Clodoaldo, M. A canção da inteireza: Uma visão holística da educação. São Paulo: Summus, 1995.

CARMICHAEL, W.W. The cyanotoxins. **Advan. Botan. Res.**, v. 27, p. 211-256, 1997.

CATÃO, Francisco. **A educação no mundo pluralista**. São Paulo : Paulinas, 1993.

CEBALLOS, B. SOUZA, M. KÖNIG, A. Influência da biomassa algal nas flutuações da qualidade da coluna de água e do efluente final no ciclo diário de uma lagoa facultativa primária. In: 19<sup>o</sup> CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 9., 1997, Foz do Iguaçu.

CLEMENT, A, LEMBEYE, P. LASSUS, & LE BAUT. Bloom superficial no tóxico de *Dinophysis cf. acuminata* em el fiordo Reloncavi. Disponível na internet: <http://ioc.unesco.org/10chtm/w101/w101ww12.htm>. Acessado em 18/03/2001.

CUNHA, Maria,I. Ensino com pesquisa: A prática do professor universitário. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo,n.97, p.32-46, maio, 1996.

CUNHA,Maria,I. A avaliação no ensino superior. **Cadernos de Graduação**, Curitiba, junho, 1999.

CURTIS, Helena, **Biologia** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1977.

DELORS, Jacques et al. Educação: Um tesouro a descobrir – relatório para Unesco da Comissão Internacional sobre educação para o século XXI, São Paulo: Cortez/Unesco, 1998.

DEMO, Pedro. Pesquisa: Princípios científicos e educativos. São Paulo: Cortez, 1991 ver número de páginas na Vozes.

ESTEVES, Francisco. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência Ltda, 1998. 602p.

FAZENDA, Ivani, C,A. **Interdisciplinaridade: História, Teoria e Pesquisa**. Campinas: Papirus, 2000.143p.

FERRÉS, Joan. **Vídeo e educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 156p.

FLORES, S,T,L. LUDWIG, T,<sup>a</sup> Diatomoflórula dos rios da região a ser inundada para construção da Usina Hidrelétrica de Segredo, Paraná. I. Coscinosphyceae, Bacillariophyceae (Achnanthes e Eunotides) e Fragilariophyceae (Meridion e Asterionela). **Arquivos de. Biologia e. Tecnologia.** Curitiba, v.38,n.2, p.631-650. 1995.

FONSECA, Vitor, **Aprender a Aprender.** Porto Alegre: Artmed, 1998. 341p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.**Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997. 165p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido.**Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987. 184p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Esperança; Um reencontro com a pedagogia do oprimido.**Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1993.

FREIRE, Paulo, GUIMARÃES, Sérgio. **Sobre Educação.(Diálogos)** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982.

FURLAN, Luis, SPERLING,M, CHERNICHARO,C. Redução de amônia do efluente industrial da Refinaria de Paulínia por processo microbiológico.In: 19<sup>o</sup> CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 9., 1997,Foz do Iguaçu.

GADOTTI, Moacir. **Perspectivas atuais da Educação**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

GARDNER, Howard. **Estruturas da Mente. A teoria das inteligências múltiplas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

GIANI, A Ecologia do fitoplâncton na represa de Pampulha. In: SIMPÓSIO “ECOLOGIA DE RESERVATÓRIOS”: Estrutura, função e aspectos sociais, 5., 1998, Botucatu.

GIROUX, Henry. **Os professores como intelectuais: Rumo a uma nova pedagogia crítica da aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

GOMIS, Cristian. Detectan treinta espécies de algas tóxicas en el litoral Valenciano. **Dossier de Prensa**. Disponível na internet: <http://prowww.cpd.ua.es/dossierprensa/1998/09/12/13.html>. Acessado em 13/01/2001.

HOEK, C.V.D., MANN, D. G., JAHNS, H.M. . **Algae an introduction to phycology**. Cambridge: University Press. 1995. 527p.

HUSZAR, V. L. M. Et al. Estudo ecológico integrado na Lagoa da Barra, Maricá, Rio de Janeiro: III Estrutura e dinâmica de comunidades planctônicas. In: SIMPÓSIO SOBRE ESTRUTURA, FUNCIONAMENTO E MANEJO DE ECOSISTEMAS, 05., 1992, Rio de Janeiro.

JAPIASSU, Hilton. A atitude interdisciplinar no sistema de ensino. **Tempo Brasileiro** Rio de Janeiro, v.108, jan/mar. 1992.

JOLY, Aylton, B. **Botânica: Introdução à Taxionomia Vegetal**. São Paulo: Nacional, 1991. 777p.

JUNQUEIRA, L.C., CARNEIRO, José. **Biologia Celular e Molecular**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 339p.

KAWAMURA, Lili. **Novas Tecnologias e Educação**. São Paulo: Ática, 1990. 80p.

KENSKI, V.M. Novas tecnologia. O redimensionamento do espaço e do tempo e os impactos no trabalho docente. **Rev. Brasileira de educação**. V.7 jan/abr. 1998.

KÖNIG, Annemarie, CEBALLOS, Beatriz, DINIZ, Célia. Algas como bioindicadores do nível trófico de ecossistemas lênticos do semi-árido paraibano. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. ABES, Rio de Janeiro, v. 3, n. 3, p. 137-140, jul/set. 1998.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias das inteligências: O futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LIMA, Josanídia. **Bioindicação em ecossistemas terrestres**. Disponível na internet: [http://www.techoje.com.br/meioambiente/ab0007 - 1. Htm](http://www.techoje.com.br/meioambiente/ab0007-1.htm).

LOPES, Antonia. **Técnicas de ensino. Por que não?** Campinas: Papirus, 2001. 149p. Cap. 2 p. 35-48: Aula expositiva superando o tradicional.

LÜCK, Heloisa. **Pedagogia interdisciplinar – fundamentos teóricos – metodológicos**. Petrópolis: Vozes, 1994.

LUDWIG, T, A,V., VALENTE,M. Contribuição ao conhecimento da diatomoflora do Parque Regional do Iguaçu: Cêntricas (Bacillariophyceae). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**. Curitiba, v. 33, n. 4, p.843-852, 1990.

LUND, Hilda, C., LUND, John, W, G. **Freshwater algae their microscopic world explored**. Bristol: Biopress Ltda. 1995.

MC LUHAN, M. BABIN, P. **Otro hombre, otro cristiano en la era eletrónica**. Barcelona: Edebé, 1980.

MARIA, Joaquim, P. **A interdisciplinaridade na universidade**. Curitiba: Champagnat, 1998. 125p. Cap. 3, p. 57-84: Para uma universidade ética e interdisciplinar.

MARKET, B. **Plants as biomonitors**: indicators for heavy metais in the terrestrial. Environment: VHC, 1993.

MARZWSKI, Maurício, VÉLEZ, Eduardo. **Ciências Biológicas**. São Paulo: FTD, 1999.

MASETTO, Marcos, T. **Novas tecnologias e mediação pedagógicas**. Campinas: Papirus, 2001. Cap.3, p.133-173: Mediação pedagógica e o uso da tecnologia.

MINAYO, Maria, C, S. **Pesquisa Social** Petrópolis: Vozes, 2000, 80p. Cap.1, p. 9-29: Ciência , Técnica e Arte: O desafio da pesquisa social.

MORAES, Maria, C. O paradigma educacional emergente. Campinas: Papirus, 1997.

MORAN, José, M. Como utilizar a internet na educação. **Ciência da Informação**. Brasília, v.26, n.2, maio/agosto. 1997. disponível na internet <http://ww.../scielo.php?script=sci-arttext&pid=S0100--19651997000200006&Ing=pt&nrm=is> acessado em 28/06/2001.

MORAN, José, M. **Como ver televisão – Leitura Crítica dos meios de comunicação**.. São Paulo: Paulinas, 1991.

MORAN, José, M. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2001. 137p. Cap. 1. p. 11-65: Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas.

MOURA, V. P. et al. Variação anual da biomassa do fitoplâncton nos Lagos Paranoá, Descoberto e Santa Maria do Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1., 1997, Manaus,AM.

MUCCHIELLI, Roger. **A formação de adultos**. São Paulo: Martins Fontes, 1981, 275p.

NÉRICI, Imideo, G. **Metodologia do ensino**: uma introdução. São Paulo: Atlas, 1981.

NETO, Francisco, P. **Biologia das Algas**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.

NISKIER, Arnaldo. **Tecnologia Educacional, uma visão política**. Petrópolis: Vozes, 1993, 182p.

NOGUEIRA, Ina, Souza et al. Estudo das algas ocorrentes na microbiota de solos do Pólo industrial do Nordeste, município de Petrolina – PE. In: VII REUNIÃO BRASILEIRA DE FICOLOGIA, 8., 1996, Caxambu, MG.

ODUM, Eugene, P. **Fundamentos de Ecologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1997, 927p.

OLIVEIRA, Márcia, R. Plâncton marinho é de interesse vital para a Terra e humanidade. **Jornal A Tribuna de Santos**. Santos, 8 de outubro de 1998. Disponível na internet: <http://www.atribuna.com.br/portod/especial/081098/p8.htm>.

OLIVEIRA, Rui, et al. Biomassa e diversidade de gêneros de algas numa série longa de lagoas de estabilização. In: 19<sup>o</sup> CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 9., 1997, Foz do Iguaçu.

PAOLI, Nuivenius, J. **O princípio da indissociabilidade do ensino e da pesquisa:Elementos para uma discussão**. In: Cadernos Cedes n.22. Educação superior:Autonomia, extensão e qualidade. São Paulo: Cortez, 1988.

PAOLI, Nuivenius, J. **Para repensar a universidade e a pós-graduação**. Campinas: Ed. da Unicamp, 1992.

PARRA, Oscar, BICUDO, Carlos. **Introducción a la biología y sistemática de las algas de águas continentales**. Santiago – Chile:Gráfica Andes Ltda.1995.

PELCZAR, Michael, REID, Roger, CHAN, E,C,S. **Microbiologia**. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1997, 566p.

PELCZAR, Michael, REID, Roger, CHAN, E,C,S. **Microbiologia**. São Paulo: Makron Books, 1996.

PERRIAULT, J. **La communication du savoir a distance**. Paris: L'Harmattan, 1996.

PORTILHO, Evelise. **A psicopedagogia na universidade: possibilidades de reflexão e atuação – proposta de institucionalização**. Curitiba, 1995. Dissertação de Mestrado em Educação, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 1995.

PORTILHO, Evelise. **A interdisciplinaridade na universidade**. Curitiba: Champagnat, 1998. Cap. 2, p. 43-84. A psicopedagogia no ensino superior: o ensinar aprendendo e o aprender ensinando.

RAVEN, Peter, H.,EVERT, Ray, EICHHORN, Susan, E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 906p.

RODRIGUES, Eloize, PACHECO, Cláudia. Utilização de corpos de águas com o superdesenvolvimento de Cianobactérias (algas azuis): implicações e cuidados quando da liberação de suas toxinas em águas de abastecimentos.In: 19<sup>o</sup> CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 9., 1997, Foz do Iguaçu.

SANT'ANA, Célia, AZEVEDO, T. Ciências – **Algas tóxicas – espalhadas pelo Brasil**. Disponível na Internet: <http://www.fapesp.br/ciencia5310.htm> acessado em 17/04/2001.

SANTIAGO, Augusto,C,P., CHAMIXAES, Cláudia, C,B. Desmídias da “Mata do Estado”, município de São Vicente Férrer, Pernambuco. In:CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 7., 1999, Blumenau.

SHORT, S., B., EDWARDS, W., C. Blue-green algae toxicoses in Oklahoma. **Vet. Hum. Toxicol.** V. 32, p. 558-560, 1990.

SHUBERT, L., E. **Algae as Ecological Indicators**. London: Academic Press, 1984. 434p.

SIEBENEICHLER, Flávio. Encontros e desencontros no caminho da interdisciplinaridade. **Revista Tempo e Presença**, Rio de Janeiro, n.98, p. 154, 1989.

SILVA, Loraine, H. Levantamento de Cianófitas para a Lagoa Salgada – Rio de Janeiro. In:CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 7., 1999, Blumenau.

TRAIN, Sueli. **Diatomoflórula do Córrego Moscados, município de Maringá, Estado do Paraná, Brasil**. 1990, 312p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná. UFPR. 1990.

VEIGA, Ilma,P,A **Técnicas de ensino: Por que não?**, Campinas: Papirus, 2001, 149p. Cap.8. p. 131-149: Nos laboratórios e oficinas escolares: a demonstração didática.

YUNES, João. et al. Cianobactérias fixadoras de nitrogênio do estuário da Lagoa do Patos. RS. **Revista Ciência e Cultura** n.42, p. 375-383, maio/junho. 1990.

SITES ACESSADOS:

<http://www.lmalheiros.hpg.ig.com.br/algas.htm>. acessado em 08/02/2001

<http://samjack.virtualave.net/trab/algas.htm> acessado em 22/11/2000

<http://web1.manhattan.edu/fcardill/plants/protoc/choroph.html>. 06/02/2001

## 7. ANEXOS

### 7.1 Questionário sobre Métodos e Materiais Utilizados no Processo Ensino – Aprendizagem Aplicado em Professores.

Este questionário foi aplicado em professores da área biológica e refere-se aos métodos e materiais utilizados no processo ensino-aprendizagem.

1. Sexo

Masculino ( ) Feminino ( )

2. Idade: Faixa Etária

( ) 25 a 30 anos

( ) 31 a 40 anos

( ) 41 a 50 anos

( ) 51 a 60 anos

3. Qual o seu nível de formação?

( ) Graduado

( ) Especialista

( ) Mestrado

( ) Doutorado

4. Tempo de docência na Instituição

( ) Até 02 anos

( ) De 02 a 05 anos

( ) De 06 a 10 anos

( ) Acima de 11 anos

5. Regime de trabalho:

( ) 20 horas

( ) 40 horas

( ) DE

6. Disciplina (s) que ministra

---

---

7. Disciplina (s) que ministra no Curso de Tecnologia em Química Ambiental

---

---

8. Sobre os métodos e materiais que você utiliza em suas aulas:

| Métodos e Materiais.         | Uso freqüente |
|------------------------------|---------------|
| Exposição oral ilustrada     |               |
| Com quadro negro             |               |
| Com álbum seriado            |               |
| Projeções de filmes          |               |
| Projeções de slides          |               |
| Retroprojektor               |               |
| Cartazes e lâminas           |               |
| Exposição oral com discussão |               |
| Dividido em pequenos grupos  |               |
| Painel                       |               |
| Seminários                   |               |
| Pesquisa didática            |               |
| Excursões                    |               |
| Visita Técnica               |               |
| Práticas de Campo            |               |
| Práticas de laboratórios     |               |
| Uso de computador software   |               |

9. Qual (quais) das metodologias utilizadas, você percebeu que os alunos tiveram maior participação e êxito?

---



---

10. Qual (quais) metodologias utilizadas os alunos tiveram menor interesse?

---



---

11. A abordagem do assunto “algas” é importante dentro de sua disciplina?

---



---

12. Como é feito a abordagem?

---



---

13. O que você sugere para melhorar a forma de trabalhar o conteúdo de algas?

---



---



---

## 7.2 Questionário sobre Métodos e Materiais Utilizados no Processo Ensino – Aprendizagem Aplicado em Alunos.

Questionário sobre métodos e materiais no processo ensino – aprendizagem aplicados em alunos do sétimo período do Curso de Tecnologia em Química Ambiental.

### 1. Sexo

Masculino (  ) Feminino (  )

### 2. Idade: Faixa Etária

(  ) 17 a 20 anos

(  ) 21 a 23 anos

(  ) 24 a 27 anos

(  ) 28 a 31 anos

3. Neste item você pode assinalar mais de uma resposta. Sobre os métodos e materiais utilizados pelo professor de microbiologia para tratar do assunto (algas) foram:

| Métodos e materiais          | Uso freqüente |
|------------------------------|---------------|
| Exposição oral ilustrada     |               |
| Com quadro negro             |               |
| Com álbum seriado            |               |
| Projeções de filmes          |               |
| Projeções de slides          |               |
| Retroprojektor               |               |
| Cartazes                     |               |
| Exposição oral com discussão |               |
| Divididos em pequenos grupos |               |
| Painel                       |               |
| Seminários                   |               |
| Excursões                    |               |
| Visita Técnica               |               |
| Práticas de Campo            |               |
| Práticas de laboratórios     |               |
| Uso do computador software   |               |

4. Em qual (quais) das metodologias você teve maior participação e êxito?

---

---

5. Em qual (quais) das metodologias você teve menor interesse?

---

---

6. Como você gostaria que fosse tratado o assunto algas?

---

---