

ELISA ODEBRECHT WEISS

**O ENSINO DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS NA EDUCAÇÃO
SUPERIOR SOB A METODOLOGIA DO ENSINO COM PESQUISA
NUMA VISÃO SISTÊMICA: UMA EXPERIÊNCIA BEM SUCEDIDA**

MESTRADO: EDUCAÇÃO

PUC-CURITIBA

1998

ELISA ODEBRECHT WEISS

**O ENSINO DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS NA EDUCAÇÃO
SUPERIOR SOB A METODOLOGIA DO ENSINO COM PESQUISA
NUMA VISÃO SISTÊMICA: UMA EXPERIÊNCIA BEM SUCEDIDA**

Dissertação apresentada como exigência parcial
para a obtenção do título de Mestre em
Educação pela Pontifícia Universidade Católica
do Paraná, sob orientação da Profª Drª. Marilda
Aparecida Behrens.

CURITIBA
1998



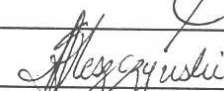
PUC PR

Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Centro de Teologia e Ciências Humanas
Departamento de Educação
Mestrado em Educação

ATA DO EXAME DA DISSERTAÇÃO

Exame de Dissertação n.º 106

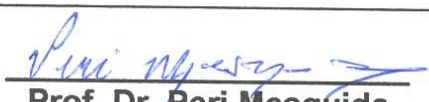
No dia **28 de abril de 1998**, às **14 horas**, reuniu-se a Banca Examinadora, composta pelos seguintes professores:

MEMBROS DA BANCA	ASSINATURA
Prof. ^a Dr. ^a Marilda Aparecida Behrens	
Prof. ^a Dr. ^a Sonia Ana Charchut Leszczynski	
Prof. ^a Dr. ^a Kazuko Hishida do Nascimento	
Prof. Dr. Jamil Ibrahim Iskandar	

designada para a Exame de Dissertação da mestranda **Elisa Odebrecht Weiss**, ano de ingresso 1995, do Programa de Pós-Graduação em Educação, Nível de Mestrado, intitulada **O ENSINO DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS NO 3.º GRAU SOB A METODOLOGIA DO ENSINO COM PESQUISA NUMA VISÃO SISTÊMICA: UMA EXPERIÊNCIA BEM SUCEDIDA.**

Prof. ^a Dr. ^a Marilda Aparecida Behrens	Conceito <u>A</u>
Prof. ^a Dr. ^a Sonia Ana Charchut Leszczynski	Conceito <u>A</u>
Prof. ^a Dr. ^a Kazuko Hishida do Nascimento	Conceito <u>A</u>
Prof. Dr. Jamil Ibrahim Iskandar	Conceito <u>A</u>
Conceito Final <u>A</u>	

Observações: Recomendamos a publicação da
dissertação e conversas em artigos
dos avanços da pesquisa.


Prof. Dr. Peri Mesquita
Coord. do Curso de Mestrado em Educação

"Nas comunidades humanas, parceria significa democracia e poder pessoal, pois cada membro da comunidade desempenha um papel importante.... À medida que uma parceria se processa, cada parceiro passa a entender melhor as necessidades dos outros. Numa parceria verdadeira, confiante, ambos os parceiros aprendem e mudam - eles coevoluem."

Fritjof Capra

À minha querida filha Bárbara, pelos constantes incentivos à continuidade desta pesquisa nos momentos mais difíceis.

Ao meu querido filho Germano, pela compreensão da ausência de minha companhia durante os meses de excessiva dedicação ao trabalho.

Aos meus pais Rolf e Renate pelo exemplo de trabalho, honestidade, responsabilidade e dedicação, que direcionaram o meu caminho pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

À Professora Dra. Marilda Aparecida Behrens, orientadora que soube estabelecer abertura tanto ao diálogo como à crítica, incentivando e descomplicando a trajetória do interrelacionamento entre a pedagogia e a Microbiologia de Alimentos. A clareza e objetividade, dedicação e competência de sua personalidade foram os traços marcantes de nossos encontros, sem os quais a viabilização desta pesquisa não teria sido possível.

À Professora Dra. Kazuko Hishida do Nascimento, co-orientadora compreensiva, dedicada e experiente, que soube tornar-se amiga, levar em consideração minhas expectativas, bem como a especificidade da disciplina de Microbiologia de Alimentos I e II, estimulando de forma competente e inovadora a realização deste trabalho sob as perspectivas tecnológicas e científicas.

Aos alunos do curso de Engenharia de Alimentos, que freqüentaram a disciplina de Microbiologia de Alimentos I e II durante o ano de 1997, integrando-se à metodologia do Ensino com Pesquisa e comprovando que é possível tornar-se sujeito com iniciativa, participativo e criativo no processo.

Ao Professor Álvaro Cesar Camargo do Amarante, Coordenador do curso de Engenharia de Alimentos da PUC - Curitiba, por ter me incentivado a inscrever-me no Mestrado em Educação, para que pudesse viver meu ideal na busca da competência de ser professor.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	vii
RESUMO	ix
CAPÍTULO I.....	1
PROJETO	1
1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	12
1.2 - OBJETIVOS.....	14
1.3 - JUSTIFICATIVA	15
1.4 - METODOLOGIA	17
CAPÍTULO II	23
O ENSINO COM PESQUISA NUMA VISÃO SISTÊMICA	23
2 - A MUDANÇA DE PARADIGMA NO ENSINO SUPERIOR	23
2.1 - OS DESAFIOS QUE SE APRESENTAM NESTE LIMAR DO NOVO MILÊNIO NO ENSINO SUPERIOR.....	27
2.2 - A IMPORTÂNCIA DA PESQUISA COMO PRINCÍPIO CIENTÍFICO E EDUCATIVO.....	33
2.3 - A APRENDIZAGEM ATRAVÉS DA METODOLOGIA DO ENSINO COM PESQUISA	36
2.4 - A METODOLOGIA DO ENSINO COM PESQUISA PROPRIAMENTE DITA.....	38
2.5 - O ALUNO UNIVERSITÁRIO NO CAMINHO DA ELABORAÇÃO PRÓPRIA	42
2.6 - O PROFESSOR UNIVERSITÁRIO FRENTE AOS DESAFIOS DA METODOLOGIA DO ENSINO COM PESQUISA NUMA VISÃO SISTÊMICA.....	47
2.7 - VISÃO SISTÊMICA: UM NOVO COMPREENDER DA VIDA DOS ORGANISMOS	53
CAPÍTULO III.....	56
ABORDAGEM TEÓRICA DA DISCIPLINA DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS.....	56
3.0 - ASPECTOS HISTÓRICOS DA MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS.....	56
3.1 - FATORES INTRÍNSECOS E EXTRÍNSECOS QUE CONTROLAM O DESENVOLVIMENTO MICROBIANO NOS ALIMENTOS	64
3.2 - A IMPORTÂNCIA DOS MICRORGANISMOS PARA OS ALIMENTOS	70
3.3 - MICRORGANISMOS PATOGENICOS RELEVANTES PARA OS ALIMENTOS	74
3.3.1 - <i>Clostridium botulinum</i>	76
3.3.2 - <i>Clostridium perfringens</i>	77
3.3.3 - <i>Bacillus cereus</i>	78
3.3.4 - <i>Staphylococcus aureus</i>	80
3.3.5 - <i>Listeria monocytogenes</i>	82
3.3.6 - <i>Escherichia coli</i> patogênica.....	84
3.3.7 - <i>Salmonella</i>	87
3.3.8 - <i>Campylobacter</i>	89
3.3.9 - <i>Vibrio cholerae</i>	91
3.3.10 - <i>Vibrio vulnificus</i>	92
3.3.11 - <i>Aeromonas hydrophila</i>	93
3.3.12 - Fungos Produtores de Micotoxinas	95

3.4 - DETERIORAÇÃO MICROBIANA DE ALIMENTOS FRESCOS E PROCESSADOS	97
3.4.1 - Deterioração dos produtos de origem animal.....	97
3.4.2 - Deterioração de alimentos envasados ou enlatados.....	99
3.4.3 - Deterioração de produtos de origem vegetal.....	102
3.4.4 - Deterioração de sucos de frutas e vegetais.....	103
3.4.5 - Deterioração de produtos de panificação.....	104
3.4.6 - Deterioração de condimentos e nozes	104
3.5 - CONTROLE DE DESENVOLVIMENTO MICROBIANO EM ALIMENTOS	105
3.5.1 - Controle dos microrganismos por remoção.....	107
3.5.2 - Controle pelo emprego de altas temperaturas.....	108
3.5.3 - Fatores que afetam a termorresistência dos microrganismos	109
3.5.4 - Destruição Térmica de Microrganismos.....	111
3.5.5 - Controle dos Microrganismos Através da Desidratação	114
3.5.6 Controle do Desenvolvimento Microbiano pelo Emprego de Baixas Temperaturas	116
3.5.7 - Conservação de Alimentos pelo Emprego de Radiação Ionizante.....	117
3.5.8 - Conservação de Alimentos pelo Emprego de Agentes Químicos.....	119
3.6 - GARANTIA DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	121
CAPÍTULO IV	129
ASPECTOS METODOLÓGICOS DO ENSINO COM PESQUISA NUMA VISÃO SISTÊMICA, NA DISCIPLINA DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS I E II.....	129
4 - A OPÇÃO METODOLÓGICA.....	129
4.1 - A INSTITUIÇÃO E OS SUJEITOS ENVOLVIDOS	131
4.2 - A PROPOSTA DE TRABALHO PEDAGÓGICO	134
4.3 - AS FASES DO PROCESSO NA PROPOSTA PEDAGÓGICA DO ENSINO COM PESQUISA NUMA VISÃO SISTÊMICA ...	137
4.3.1. - Primeiro grande tema: Os mecanismos de atuação dos microrganismos esporulados em processos industriais para produção de alimentos.	137
4.3.2 - Segundo grande tema: O papel dos microrganismos patogênicos emergentes na produção de alimentos.	147
4.3.3 - Terceiro grande tema: A utilização de microrganismos benéficos para a obtenção de alimentos fermentados.	149
4.4 - A CONSTRUÇÃO DE SUJEITOS NO PROCESSO DE ELABORAÇÃO ARGUMENTADA DA METODOLOGIA DO ENSINO COM PESQUISA.....	154
4.4.1 - A avaliação da metodologia do ensino com pesquisa na opinião dos alunos.	156
CAPÍTULO V	172
5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	172
ANEXOS	179
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	197

LISTA DE ABREVIATURAS

Aa	-Atividade da água
a.C.	-antes de Cristo
ADN ou DNA	-Ácido Desoxiribonucléico
APPCC	-Análise de Perigos em Pontos Críticos de Controle
°C	-Graus Celsius
CO ₂	-Gás carbônico
D	-Valor D ou Razão letal
Eh	-Potencial de Oxi-redução
EHEC O 157	- <i>Escherichia coli</i> Enterohemorrágica sorotipo O157
EIEC	- <i>Escherichia coli</i> Enteroinvasiva
EPEC	- <i>Escherichia coli</i> Enteropatogênica
ETEC	- <i>Escherichia coli</i> Enterotoxigênica
H ₂	-Hidrogênio
H ₂ S	-Gás sulfídrico
ISO 9000	-NBR 150 série 9000 Normas da Organização Internacional de Padronização
mV	-mili Volts
N ₂	-Nitrogênio
O ₂	-Oxigênio

pH	-Potencial hidrogeniônico
RNA	-Ácido Ribonucléico
T.A	-Bactérias Termófilas Anaeróbias
UR	-Umidade Relativa
UV	-Raios Ultra Violeta
Enger <	-menor

RESUMO

As disciplinas de Microbiologia de Alimentos I e II ministradas no curso de Engenharia de Alimentos da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, são vistas pelos alunos que as freqüentam, como disciplinas de extrema dificuldade de aprendizagem. Tal postura decorre do fato das mesmas possuírem em suas ementas uma quantidade elevada de conteúdos em relação a sua carga horária, além de necessitarem muita memorização. São inúmeros nomes de microrganismos, cada qual com suas respectivas propriedades e parâmetros como temperatura ótima de crescimento, potencial hidrogeniônico, atividade da água e pressão osmótica entre outros, a serem armazenados em suas memórias.

As metodologias tradicional e tecnicista de ensino, com as quais vem sendo ministradas estas disciplinas, tem levado o aluno a uma visualização fragmentada e parcial dos microrganismos de importância para os alimentos, visão esta que nem sempre é suficiente para o exercício crítico do pensamento reflexivo, dificultando portanto o aprendizado do todo.

A maioria dos alunos tem apresentado dificuldades em relacionar as disciplinas de Microbiologia de Alimentos I e II com as disciplinas tecnológicas do curso, como Tecnologia de Fermentações, de Frutas e Hortaliças, de Laticíneos, de Carnes e Derivados, entre outras, para as quais são pré-requisitos.

Normalmente o aluno decora as propriedades dos microrganismos, sem transformá-las em conhecimento, apenas reproduzindo-as. No ano seguinte, quando deveria aplicá-las diretamente nas disciplinas tecnológicas, grande parte já caiu em esquecimento.

Após uma vivência de quinze anos de docência fundamentados na metodologia tradicional-tecnicista, decidiu-se fazer uma mudança na prática docente e acompanhá-la com um processo de pesquisa, ou seja, propor no presente trabalho a aplicação de um paradigma inovador de ensino, por meio de uma **proposta metodológica baseada no Ensino com Pesquisa numa Visão Sistêmica**, para ministrar as disciplinas de Microbiologia de Alimentos I e II.

Esta pesquisa propõe uma metodologia de ensino na qual o professor explana o conteúdo de um bimestre em uma ou duas aulas expositivas, falando a respeito da importância dos assuntos para a vida profissional do engenheiro de Alimentos, indicando bibliografias, motivando os alunos a ler muito e a buscar informações específicas em fontes convencionais e alternativas.

Após ter lido diversas bibliografias, se informado a respeito do tema proposto e esclarecido suas dúvidas com o professor, isto é, pesquisado, o aluno escreve um "paper" individual com elaboração própria, buscando a produção do conhecimento e promovendo a relação com as disciplinas afins.

Este artigo científico é corrigido pelo professor, sendo que o aluno deve reelaborá-lo tantas vezes quanto forem necessárias para que obtenha um parecer satisfatório em sua avaliação.

Os alunos reúnem-se em grupos de três, cada qual com seu tema específico, discutindo os assuntos.

Nesta metodologia inovadora, onde são levados em consideração a relação dialógica e o trabalho compartilhado aluno-professor e aluno-aluno, assumem importância a curto prazo, a defesa de suas idéias, a flexibilidade em lidar com pessoas diferentes, a atividade crítica, a capacidade de estudo e de produção de textos com elaboração própria e coletiva. A longo prazo ter-se-á contribuído para o desenvolvimento de um profissional seguro, confiante, autônomo e solidário.

No final do ano letivo publicar-se-á um Revista Acadêmica contendo os melhores "papers" escritos pelos alunos.

CAPÍTULO I

PROJETO

1 - INTRODUÇÃO

O princípio da vida na Terra ocorreu por volta de 3,5 bilhões de anos atrás (MARGILUS, 1986) com o surgimento das primeiras células, as bactérias. Hoje, as bactérias e as leveduras ainda são os sistemas vivos unicelulares mais simples que existem. Esses microrganismos não têm cérebro mas percebem mudanças em seu meio ambiente, como diferenças entre luz e sombra, frio e quente, concentrações mais altas e mais baixas de alguma substância química. Deste modo os microrganismos criam um mundo, um mundo de calor e de frio, de gradientes químicos, de nadar em direção ao açúcar e se afastar do ácido, especificando suas mudanças estruturais e constituindo atos de cognição. "As interações de um sistema vivo com seu meio ambiente são interações cognitivas, e o próprio processo da vida é um processo de cognição" (MATURANA e VARELA, 1980).

CAPRA, em sua visão pós moderna, define microbiologia como sendo:

"O estudo da teia planetária das miríades de microrganismos que constituíram as únicas formas de vida durante os primeiros dois bilhões de anos de evolução. Durante esses dois bilhões de anos, as bactérias transformaram continuamente a superfície da Terra e a sua atmosfera, e, ao fazê-lo, inventaram todas as

biotecnologias essenciais da vida, inclusive a fermentação, a fotossíntese, a fixação do nitrogênio, a respiração e os dispositivos motores para movimento rápido" (1996, p. 183).

Buscando o significado intencional da expressão "invenção de biotecnologias" pelas bactérias verificou-se que é empregado no sentido das bactérias, desde as épocas mais remotas, não usarem seu próprio material genético para o processo de reparo de Ácido Desoxiribonucleico (ADN) queimada ou alterada por raios solares ultra violeta intensos. Em vez disto, estas tomavam fragmentos de ADN emprestados de outras bactérias intactas. Essa técnica evoluiu gradualmente para o constante intercâmbio de genes, que se tornou o caminho mais eficiente para a evolução bacteriana.

Há milhares de anos o homem faz uso da microbiologia aplicada, mesmo sem ter consciência da existência dos microrganismos. A fabricação de pão, vinho e cerveja por meio de fermentos biológicos (leveduras), de leites fermentados e queijos utilizando culturas lácticas, transcende de muito a era cristã.

Entende-se por microbiologia de alimentos: "O estudo dos organismos microscópicos e suas atividades, compreendendo o estudo da distribuição dos microrganismos, suas características e seus efeitos tanto benéficos quanto prejudiciais, especialmente em relação às transformações que se originam em torno dos alimentos" (HAYES, 1993, p. 1).

Os microrganismos não formam grupos biologicamente homogêneos. Em comum possuem apenas seu diminuto tamanho, pertencem a um mundo considerado invisível, de acordo com o qual foram classificados. Possuem abundantes diversidades em suas formas de vida, que ocupam todos os espaços vitais da Terra.

O problema básico da microbiologia é torná-la visível. Enquanto não foi possível descobrir a existência de formas diminutas de vida através de técnicas apropriadas de ampliação, também não foi possível encontrar uma explicação convincente para a deterioração de alimentos, para o fenômeno da fermentação e da putrefação e para o surgimento de doenças em pessoas, animais e plantas.

Na idade antiga os romanos fabricavam um tipo de vidro colorido com óxidos metálicos, quase sempre opaco em virtude das bolhas existentes na mistura. Já naquela época eles haviam observado a formação de um feixe de luz que atravessava esse vidro. Na idade média foram confeccionados os primeiros óculos. Em 1590 na Holanda, os irmãos Hans e Zacharias Janssen descobriram o microscópio, através da composição de um sistema óptico duplo.

O alemão Leeuwenhoek (1632-1723), fabricou uma lupa, cuja ampliação era de até 275 vezes, com a qual observou “organismos diminutos” em água, saliva e “corpinhos vermelhos” em sangue. Nos séculos XVII e XVIII foram construídos microscópios simples, sendo que em 1836/37 os alemães Kützing e Schwann descobriram a presença de leveduras em material decantado de cerveja e vinho.

No século XIX, Carl Zeiss e Ernst Leitz construíram microscópios de excelente qualidade ótica e mecânica fina. Louis Pasteur observou a fermentação láctica em um destes microscópios, elaborando em 1858 sua Teoria Vital da Fermentação, na qual empregou o calor para destruir microrganismos indesejáveis em alimentos (SCHMIDT, 1993). Este processo, muito utilizado atualmente, denomina-se pasteurização.

Nos anos seguintes, até os dias atuais, a microbiologia como ciência teve um desenvolvimento extremamente rápido. Nesse crescer da ciência

microbiológica dos alimentos o empirismo começa a sair de cena. As atitudes de pesquisa levam a um maior conhecimento das propriedades microbianas, cujo domínio e respectiva aplicabilidade prática contribuem com a minimização de perdas de alimentos devido a deteriorações causadas por microrganismos, com a diminuição de surtos com óbitos devido à ingestão de alimentos contaminados por microrganismos e com o aumento da produção de alimentos fermentados por microrganismos. Os avanços na fabricação dos microscópios, os conhecimentos sobre isolamento e cultivo de microrganismos e sua classificação comprovam a eficiência dos métodos científicos.

A microbiologia dos alimentos ocupa hoje, um lugar fundamental na formação de engenheiros de alimentos, químicos, veterinários, biólogos, farmacêuticos e demais profissionais que trabalham com tecnologia, higiene e processamento de alimentos. Para o renomado Professor de microbiologia de alimentos da Universidade de Utrecht (Holanda), D. A. A. MOSSEL (1982), a tecnologia de alimentos é:

“ Entre outras coisas, a arte de controlar o desenvolvimento microbiano dos alimentos, impedindo a alteração destes em virtude da presença de microrganismos, e favorecendo em determinadas ocasiões, para efetuar certas transformações desejáveis, o desenvolvimento de um tipo concreto de flora, orientando seus processos metabólicos através de determinadas rotas” (p. XI).

Os mecanismos pelos quais os alimentos se tornam perigosos para o consumidor são dois: o primeiro refere-se à multiplicação dos microrganismos contaminantes até alcançar níveis clinicamente significativos e o segundo trata da formação de toxinas no próprio alimento. Só ocasionalmente, números reduzidos de microrganismos podem provocar doenças. A perda da qualidade organoléptica

dos alimentos só ocorre com a proliferação massiva dos microrganismos que contaminaram inicialmente os produtos. Assim sendo, o controle desta proliferação constitui a medida mais eficaz para assegurar a qualidade do alimento.

Uma vez que os microrganismos e o homem vivem lado a lado, faz-se necessário que o conhecimento de microbiologia dos alimentos esteja sempre atualizado. Este deve fundamentar-se no estudo dos agentes causadores de toxinfecções e intoxicações alimentares com suas correspondentes doenças, pesquisar sobre os agentes deteriorantes responsáveis por perdas econômicas irreparáveis e investigação dos microrganismos benéficos, utilizados na otimização da qualidade dos produtos fermentados. Desta forma os microrganismos podem ser conhecidos em profundidade, analisados e estudados com interesse e rigor pelo microbiologista.

Os profissionais que trabalham com processos tecnológicos precisam estar particularmente cientes sobre a origem dos microrganismos patógenos, suas maneiras de transmissão de pessoa a pessoa, as possibilidades de transmissões cruzadas e seus pontos críticos de controle nas fábricas. Engenheiros de alimentos, nutricionistas, biólogos, químicos, veterinários, técnicos de laboratório e de fábrica, auxiliares de laboratório e de fábrica, e todos os outros profissionais envolvidos com o processamento de matérias primas ou produtos acabados devem tomar precauções para minimizar e prevenir a multiplicação dos microrganismos.

Microrganismos nocivos (patogênicos e deteriorantes) podem ser transferidos da matéria prima para o manipulador, deste para o alimento e deste para o consumidor, quando não se fizer correto uso do frio e do calor durante o processamento de alimentos. Além disso, o descuido do manipulador no manuseio

da matéria prima, a falta de cuidados com a assepsia entre manipuladores e do próprio consumidor durante o manuseio incorreto dos produtos, originam e favorecem as condições de multiplicação microbiana nos alimentos.

O Engenheiro de Alimentos, que normalmente trabalha em processos industriais, considera ser função exclusivamente da equipe de garantia da qualidade a prevenção microbiana de pontos críticos em indústrias alimentícias. A conscientização de que o controle de pontos críticos de origem microbiana deve ser função primordial de todos os funcionários envolvidos em processos e as mudanças de comportamento na atuação pelo combate desses focos microbianos, tão necessárias no contexto do processamento industrial, não ocorrem como um passo de mágica. É necessária fundamentação teórica e prática e, ainda, assimilação de medidas de prevenção.

Portanto, a necessidade do conhecimento da microbiologia para manter a população microbiana nos processos industriais sob controle, encontra respaldo em vários autores (BAUMGART, 1986; BOARD, 1988; SCHMIDT, 1993). Destaca-se aqui, com ênfase, o trabalho de NOGUEIRA (Seminário, 1997) sobre a garantia de qualidade microbiológica na indústria alimentícia, a ser realizado pela equipe de auditorias, com relação ao problema do controle de pontos críticos microbianos em fábricas produtoras de alimentos. Atualmente, nenhuma fábrica de médio e grande porte funciona sem auditorias. O conceito de auditoria hoje, é estar validando, provando constantemente que a Indústria possui um sistema montado para monitorar todas as fases do seu processo. Conforme NOGUEIRA (Seminário, 1997) "A garantia da qualidade é indiscutivelmente inseparável do efetivo controle de pontos críticos, prática que é dependente de um adequado conhecimento de

microbiologia” (p. 102).

Esta autora sugere que o controle de pontos críticos em processos pode ser significativamente melhorado, considera o inadequado conhecimento de microbiologia como causa de muitos dos problemas relacionados com o controle destes pontos, por parte dos engenheiros de alimentos, nutricionistas, biólogos, químicos e demais profissionais atuantes na área de processamento de alimentos.

Observa-se que os trabalhos supracitados dão ênfase ao importante papel do engenheiro de alimentos no controle micribiológico de pontos críticos de processos industriais. Destacam também que, para haver uma melhoria na qualidade desse controle, a prática diária do engenheiro de alimentos necessita fundamentar-se num adequado conhecimento de microbiologia.

Dada a importância desta questão e a observação da ausência de uma verdadeira aprendizagem, a autora optou por analisar a metodologia de ensino empregada nas disciplinas de Microbiologia I e II do Curso de Engenharia de Alimentos da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Atuando como docente nesta instituição há 15 anos, a autora percebe que a maioria das atitudes tomadas em sala de aula pelo professor, tem-se fundamentado nos pressupostos das metodologias tradicional e tecnicista.

O docente tem o domínio do processo ensino-aprendizagem, decide quais modelos pré-existentes devem ser usados, transmitidos e como os alunos devem ser avaliados. Em sua grande maioria os professores preparam aulas teórico-práticas adequando a bibliografia disponível aos conteúdos propostos.

O relacionamento com os alunos tem-se caracterizado por um processo puramente técnico e científico. Um grande número de docentes universitários não

se detém a valorizar a formação do ser humano integral, pois não há preocupação em dialogar sobre assuntos relacionados com os conteúdos da disciplina ou a sua aplicação em áreas correlatas. Não são poucas vezes em que se ouve conselhos de colegas: “Para alunos não se mostra os dentes”, numa referência ao tipo de comportamento que deve ser adotado pelo professor em sala de aula.

Na sua grande maioria os professores não instigam a participação dos alunos nas aulas, as avaliações são realizadas por intermédio de provas parciais, teórico-práticas descritivas a cada final de bimestre. Aqueles alunos, cuja capacidade de memorização e retenção de conteúdos é maior, possuem desempenho melhor.

O ensino tradicional tem-se caracterizado pelo individualismo, disciplinamento intelectual, transmissão e reprodução de conteúdos, pelo professor e conseqüentemente pelo aluno. O aluno é considerado um receptáculo de conhecimento copiados, considerados “adequados” ao seu aprendizado, pelo professor.

A preocupação com este quadro, levou a autora a buscar caminhos alternativos para superar a prática pedagógica reprodutiva e a pesquisar metodologias que atendam as necessidades dos alunos para enfrentarem as exigências do próximo século. Enfatiza-se que os desafios metodológicos vão muito além daqueles propostos pelas metodologias tradicional e tecnicista.

VEIGA (1996) coordena a obra didática: “O ensino e suas relações”, na qual CUNHA retrata sua preocupação com a metodologia de ensino:

"Os desafios da prática pedagógica escolar são cada vez maiores e mais complexos na sociedade contemporânea. Professores e pesquisadores têm se debruçado sobre ela tentando elucidar seus contornos e ensaiando propostas para torná-la mais real e eficiente. Grande parte desses esforços tem o sentido de romper com a visão mecanicista e ingênua das relações entre educação e sociedade, apontando para a análise das estruturas de poder que as permeiam. Esses estudos são de fundamental importância para podermos compreender a prática pedagógica de maneira contextualizada, como parte de um todo mais complexo" (p. 115).

Percebe-se que, para ser professor não basta apresentar conteúdos, disciplinar os alunos e avaliar a aprendizagem. É necessária uma preparação adequada para o exercício da docência, sob o ponto de vista político, de competência técnica e científica. O professor em sala de aula deve orientar seus alunos com uma filosofia criticamente construída e buscar uma forma de compreender a realidade, levando em consideração a cultura do indivíduo e da sociedade. Esta forma de compreender a realidade é adquirida ao longo do tempo, por acúmulo de experiências, valores e entendimentos do meio que a cerca.

Ao pesquisar uma metodologia que venha provocar a produção do conhecimento e o desenvolvimento da sociedade, é mister criar-se condições para que professores e alunos desenvolvam suas capacidades criativas (DEMO, 1994). Essas condições dependem, entretanto, de uma mudança de filosofia das instituições de ensino superior.

Reconhece-se com pesar que os objetivos primordiais da maioria das universidades brasileiras ainda estão distantes desta realidade. Devido a preocupação com a demanda do mercado e o direcionamento de seu crescimento econômico, suas prioridades ainda consistem em aumentar o número de cursos e de vagas. Com isso, grande parte dos recursos financeiros são obtidos das mensalidades dos alunos e canalizados para a construção de novos prédios. Em segundo e terceiros planos ficam a atualização das bibliotecas, modernização e

manutenção dos laboratórios, o investimento e formação continuada de professores e pessoal de nível técnico. Não é de se admirar, que a maioria de seus laboratórios deixem a desejar e que os profissionais da docência nem sempre sejam competitivos no mercado de trabalho.

No mundo de hoje não há mais espaço para o progresso sem produção de conhecimento. As universidades devem possuir um projeto de fomento à pesquisa aplicada ao ensino e à pesquisa aplicada à ciência. Portanto, há necessidade do ensino de 3º grau incentivar no aluno a capacidade de elaboração própria do conhecimento. Em especial no Curso de Engenharia de Alimentos e nas Disciplinas de Microbiologia I e II, há necessidade de os alunos aprenderem a pensar microbiologicamente, isto é, interrelacionando os microrganismos com os processos industriais e com o meio ambiente. Observou-se na trajetória como docente que a memorização dos nomes e das características dos microrganismos, desvinculada da realidade do dia a dia do estudante é obsoleta, pois este processo reprodutivo do conhecimento leva ao esquecimento.

Para desenvolver uma nova proposta metodológica como docente, objetiva-se fomentar mais os trabalhos coletivos junto aos alunos como estratégia de discussão conjunta, estimulando a aprendizagem através da capacidade de comunicação, de articulação e contextualização das informações.

Com a finalidade de implantar-se a metodologia em questão, pretende-se instigar os estudantes no processo a compreender questões lógicas, adquirir o gosto pela crítica responsável e pela pesquisa, a pensar e solucionar conflitos, capacitando-os e ensinando-os acima de tudo, a argumentar e defender suas idéias. Neste contexto, CARDOSO (1995) reforça esta posição:

“A educação deve, estimular o aluno a aprender a aprender para desenvolver todas as potencialidades. Somos inteiros quando - além da racionalidade crítica, da lógica, da memorização - desenvolvemos também a intuição, a criatividade, a sensibilidade estética, o sentimento, até então pouco valorizados. Educar é facilitar e orientar o aprendiz no caminho do crescimento da pessoa como um todo” (p. 53).

É preciso incentivar o processo de mudança, apoiando-se em abordagens metodológicas mais adequadas aos tempos atuais, inclusive procurando contagiar colegas professores que ainda seguem a metodologia tradicional.

Sabe-se que a busca da qualidade de verdade só tem valor como ação humana quando usada no sentido de motivação, construção e participação. Para BORDENAVE (1984):

“A participação não é somente um instrumento para a solução de problema, mas, sobretudo, uma necessidade fundamental do ser humano, como a comida, o sono e a saúde. A participação é o caminho natural para o homem exprimir sua tendência inata de realizar, fazer coisas, afirmar-se a si mesmo e dominar a natureza e o mundo” (p. 94).

Essa pesquisa pretende criar uma proposta metodológica alternativa de ensino, que leve os alunos nas Disciplinas de Microbiologia de Alimentos I e II, a ter uma visão dos microrganismos integrada no mundo, visão esta definida por CAPRA (1996) como uma percepção ecológica profunda da realidade. “A percepção ecológica profunda reconhece a interdependência fundamental de todos os fenômenos, e o fato de que, enquanto indivíduos e sociedades, estamos todos encaixados nos processos cíclicos da natureza (e, em última análise, somos dependentes desses processos)” (p. 25).

O profissional engenheiro de alimentos precisa ser conscientizado da

necessidade de aprofundar mais seus conhecimentos em microbiologia de alimentos, no sentido amplo do aprender a aprender, saber pensar para melhor criar, participar, refletir, criticar, construir e inovar. Ter a certeza da necessidade de se adotar uma postura preventiva, que permita atuar sobre as causas do problema, e não somente sobre seus sintomas. Conforme DEMO (1994 a) “Não há como chegar à qualidade sem Educação, bem como não será Educação aquela que não se destinar a formar o sujeito histórico e crítico” (p. 47).

1.1 - Definição do Problema

A atual situação do professor de microbiologia no Ensino de 3ª Grau, de ser “competente” em sua área de conhecimento específico da disciplina que ministra e “incompetente” em sua proposta metodológica de ensino, tem preocupado muito e acompanhado constantemente os momentos de reflexão e avaliação das atitudes da autora em sala de aula.

O professor de microbiologia de alimentos deve dominar a cognição nas subáreas dos microrganismos patogênicos clássicos, emergentes, esporulados, deterioradores e benéficos para os alimentos. É mister que esteja atualizado com novos métodos e teorias microbiológicas, devendo também desenvolver sua competência em uma atividade de pesquisa. O sentido da palavra pesquisa mencionado aqui, refere-se ao sentido proposto pelo sociólogo PEDRO DEMO (1994 b, p. 34), segundo o qual uma crítica relativa ao próprio conhecimento que se está adquirindo, já tem a conotação de pesquisa.

O professor deve portanto, fazer a leitura crítica dos livros clássicos e recentes, debatendo-a com os alunos. Vizando uma produção do conhecimento, o professor deve socializar suas críticas e idéias por intermédio da publicação de artigos, estudos e teses. Caso contrário, não critica, apenas “cola” isto é, copia reproduzindo acriticamente o que outros escreveram.

Além do domínio cognitivo, é importante que o professor de microbiologia possua a competência pedagógica, isto é, o domínio do processo de aprendizagem dos alunos. É necessário que ele perceba como um aluno de 3º grau aprende para que este aprenda de fato. A relação professor-aluno deve ser de parceria, pois a aprendizagem do aluno dependerá do relacionamento com o docente. Não menos importantes são o conhecimento e o domínio dos métodos e técnicas pedagógicas pelo docente.

Crê-se contudo que a competência maior do docente microbiologista esteja na área política da comunicação, do comprometimento do estudo dos microrganismos com a melhoria da qualidade de vida em nosso planeta, da conscientização de que a humanidade não sobreviverá sem o profundo conhecimento sobre os benefícios e malefícios dos microrganismos presentes em nosso corpo, nos alimentos que ingerimos, no ar que respiramos e nos resíduos que produzimos. O aluno deve encarar esse problema como sendo da sociedade em que vive a ser estimulado a refletir, participar e construir as transformações dessa sociedade.

Problema:

Neste contexto delineado, ao tornar-se um profissional reflexivo sobre a docência que contemple as competências cognitiva, pedagógica e política, objetivou-se investigar acerca do seguinte problema: Como propor uma metodologia inovadora de ensino, que venha instrumentalizar o professor de microbiologia de alimentos a provocar nos alunos uma produção do conhecimento competente, crítica e reflexiva.

1.2 - Objetivos**Geral:**

- Desenvolver suporte pedagógico no ato de aprender, através da metodologia do ensino com pesquisa numa visão sistêmica.

Específicos:

- Despertar maior interesse pessoal do aluno pelas disciplinas de Microbiologia de Alimentos I e II, por meio da elaboração própria, da convivência e motivação diárias intra e extra classe, dos trabalhos de parceria professor-aluno, aluno-aluno e com a maior aplicabilidade da microbiologia nas tecnologias de alimentos.

- Fomentar uma relação dialógica democrática e motivadora, num trabalho conjunto entre alunos e o professor, por meio da elaboração de “papers” individuais e discussões em grupos, buscando otimizar a interface com as disciplinas afins do curso de Engenharia de Alimentos.

- Desenvolver um ensino com pesquisa que forneça subsídios aos alunos, para que saibam refletir, argumentar, raciocinar, propor suas idéias com fundamentação, defender-se e ao mesmo tempo buscar consenso, através de uma aprendizagem sustentada em uma forma mais interligada dos fenômenos microbiológicos com os processos tecnológicos e o meio ambiente.

- Contribuir na formação de profissionais cujos valores não sejam apenas os que trazem recompensas econômicas como a competição e a expansão de empresas, mas também valores integrativos como a cooperação, a parceria e outros valores que não diminuam as chances de vida das gerações futuras, como alerta para a conservação do meio ambiente.

1.3 - Justificativa

Uma vez que os conceitos básicos de Microbiologia I e II, disciplina ofertada nos 5º e 6º semestres do Curso de Engenharia de Alimentos, são fundamentais para a compreensão das disciplinas tecnológicas ofertadas nos 7º e 8º semestres, professores e alunos destas disciplinas necessitam de muito tempo para recapitular e reaprender Microbiologia no decorrer dos 7º e 8º semestres, conteúdo este que já deveria ter sido aprendido durante os dois semestres anteriores, deixando de lado muitas vezes, outros temas de relevância científica tecnológica

para o exercício profissional.

A maioria dos alunos reconhece ter grandes dificuldades em memorizar os conteúdos ministrados nas aulas teóricas tradicionais de Microbiologia de Alimentos, que enfatizam a quantidade de conteúdos, são autoritárias, estáticas, desmotivadoras, levam à cópia e à repetição de assuntos que o próprio professor copiou de livros e julga ser importante. E nesse processo tradicional a avaliação tem sido proposta em um só momento, geralmente no final de cada bimestre, levando o aluno a reproduzir um grande volume de conteúdos com as mesmas palavras usadas pelo professor, podendo gerar mecanismos como a “cola”.

Pergunta-se então, qual é a finalidade de todo esforço do professor, se o mesmo não está contribuindo significativamente para melhorar a competência pessoal e profissional do aluno?

Não existe sensação mais vazia para o docente, do que a decorrente da conscientização de que os conhecimentos básicos transmitidos aos alunos em um semestre, são caídos em esquecimento nos semestre seguintes.

No Curso de Mestrado em Educação, com ênfase em Pedagogia Universitária, os professores são instigados a refletirem sobre a deficiência na aprendizagem dos alunos e defrontam-se com a oportunidade de modificar a metodologia que vêm propondo aos mesmos, para adotar novas metodologias de ensino.

Atualmente, tendo-se estudado a gama de abordagens pedagógicas existentes e aceitado novos desafios a serem trilhados, crê-se na possibilidade de reverter essa situação e minimizar o problema da ausência de uma verdadeira aprendizagem. Na busca de metodologias que venham atender a produção do

conhecimento, FAZENDA (1995) encoraja docentes e alunos a adotarem o método de ensino com pesquisa em suas aulas:

“Quando o pesquisador iniciante defronta-se com o dilema da pesquisa, é prisioneiro do desejo de ir além, de criar, de inovar, de caminhar em direção ao que ainda não é. Porém, como ainda não sabe quem é, fica impedido de transgredir seus próprios limites. Entretanto, à medida que vai se aproximando de si mesmo, sua pesquisa experimenta o gosto pela autêntica descoberta de sua subjetividade. Como num espelho, vê sua imagem (aquela que nunca a ele fôra revelada), exposta como se não fosse a sua. Examina-a em cada detalhe; um ajuste aqui, outro acolá, aproxima-a da imagem de seus desejos. É todo um processo de construir-se e, aos poucos, revelar-se” (p. 11).

Esta visão provoca um repensar urgente sobre a abordagem tradicional. O que parece um problema insolúvel, transforma-se em um desafio, uma oportunidade para provar a competência do profissional na docência. Para procurar a superação de uma proposta pedagógica com ênfase na memorização e na simples reprodução do conhecimento, objetiva-se pesquisar uma proposta metodológica inovadora de ensino, fundamentada no Ensino com Pesquisa numa Visão Sistêmica, que objetive a produção do conhecimento.

1.4 - Metodologia

A proposta dessa pesquisa, originou-se na observação das necessidades dos alunos em adquirir competência, querer ler, pesquisar, deixar de ser passivos, discutir conteúdos com seus colegas, ir além do ensino tradicional nas disciplinas de Microbiologia de Alimentos I e II do Curso de Engenharia de Alimentos da PUC/PR.

Com a opção por uma abordagem qualitativa desenvolvida numa pesquisa-

ação objetiva-se propor a nova metodologia de ensino, colocando a importância dos alunos em assumirem um compromisso diferenciado das demais disciplinas na Microbiologia de Alimentos. Compromisso este apoiado em muita leitura da bibliografia recomendada e na responsabilidade pessoal para com os conhecimentos adquiridos. Nesta proposta metodológica, o tempo gasto em leituras e preparo de trabalhos escritos chega a ser o dobro ou até o triplo do que se usaria na metodologia tradicional. Todo esse esforço tem a intenção de estimular o aluno a não precisar mais decorar o conteúdo, porém passar a saber elaborar textos com palavras próprias e a saber produzir seu próprio conhecimento.

Para desenvolver, acompanhar e avaliar essa proposta metodológica de ensino optou-se por realizar um pesquisa-ação. Na abordagem de pesquisa-ação, o observador deixará claras as suas intenções; ficará dentro do mesmo sistema de referência do observado. Enfrentará e buscará soluções coletivas para os problemas. Com isso, pretende-se instigar a confiança do grupo, sem perder a objetividade da avaliação contínua.

A proposição da metodologia inovadora a ser vivenciada pelo grupo será dividida em dois momentos, nos quais far-se-á uso de metodologias diferenciadas de ensino, propiciando um parâmetro de comparação aos alunos, para que possam avaliar seu desempenho nos diferentes momentos.

Num **primeiro momento**, que corresponde aos 1º, 2º e 3º bimestres, a opção pedagógica será tradicional nas aulas teóricas e prática de Microbiologia. As provas teóricas e práticas também serão realizadas de forma tradicional. As provas teóricas bimestrais consistirão de uma parte subjetiva e outra objetiva. Nas provas

práticas os alunos entrarão no Laboratório de Microbiologia em grupos de 8, devido o laboratório possuir apenas 8 microscópios. Cada um dos alunos, disporá de 1 hora/aula para efetuar a leitura das análises práticas de alimentos realizadas durante cada bimestre, nos respectivos tubos de ensaio e placas de Petri, bem como interpretar seu resultado. Na continuidade, sentará em frente ao microscópio óptico, preparará lâminas com as culturas a serem identificadas, focalizando-as no equipamento. Após realizar os respectivos testes complementares necessários para a correta identificação dos microrganismos, irá expressar os resultados das análises.

No **segundo momento**, que corresponde ao 4º bimestre, adotar-se-á uma metodologia de ensino com pesquisa numa visão sistêmica. Esta metodologia inovadora a ser vivenciada pelo grupo será dividida em 4 fases.

Na **primeira fase**, chamada de Contextualização, utilizar-se-á aulas expositivas introdutórias apenas com o intuito de fornecer os conceitos básicos de cada conteúdo novo ministrado e recomendado a leitura de bibliografias clássicas e recentes aos alunos. Grande parte da bibliografia será levada à sala de aula, para facilitar o acesso dos alunos às mesmas. Nesta ocasião também serão divulgados tópicos relevantes sobre os temas dos “paper” que deverão ser redigidos em horários de aula da semana seguinte, possibilitando ao aluno, a partir do saber elaborado pelo professor e de pesquisas bibliográficas, a aquisição de hábitos de estudo desde o início do bimestre.

A **Segunda fase** consistirá na produção de um “paper” individual com consulta bibliográfica, em sala de aula, que deverá versar sobre um dos grupos bacterianos específicos sugeridos pelo professor. O aluno terá a oportunidade de

treinar sua capacidade de síntese, elaboração pessoal criativa, produzindo informações e conhecimentos. Durante esses horários de aula o professor orientará os alunos e esclarecerá dúvidas relativas aos temas em questão.

Em uma **terceira fase** os “papers” individuais serão devolvidos corrigidos aos alunos. Estes terão a oportunidade de reescrever seus “papers” até quatro vezes. O objetivo do reescrever pelo aluno reside no aprendizado da elaboração do conhecimento, da iniciativa, da persistência em querer fazer melhor, da crítica, da reflexão e da autonomia. O professor deve propor-se a corrigir e recorrer os “papers” fora dos horários de aula, devido a falta de tempo para tal durante as duas aulas teóricas e as duas aulas práticas semanais da disciplina de Microbiologia. Haverá uma discussão sobre os “papers” em grupos de 3 alunos, sendo que se reunirão sempre alunos que tenham recebido temas diferentes. Nesta discussão cada um conta aos demais sobre a bactéria pesquisada, em que processos industriais ocorre e demais características da mesma, sempre correlacionando com os processos tecnológicos de produção de alimentos.

Após essas discussões, os alunos irão ao Laboratório de Microbiologia onde realização análise microbiológicas práticas de alimentos, que eles próprios trarão de suas casas, associados com os microrganismos em estudo.

Na **Quarta fase**, professor e alunos farão a leitura dos três “papers” relacionando-os a cada tema, escritos pelos 36 alunos, somando um total de 108 “papers”. Professor e alunos irão elaborar uma crítica construtiva de acordo com uma pontuação para os 15 melhores “papers” de cada assunto, somando um total de 45 “papers”, que serão publicados na forma de uma Revista Acadêmica de Microbiologia de Alimentos do Curso de Engenharia de Alimentos da PUC/PR.

O papel do professor será o de articulador e de mediador do processo. Isso passará a exigir maior empenho e organização do mesmo em horários além dos de aula, relativos ao maior número de horas de dedicação à leitura bibliográfica atualizada como também às correções e recorções dos "papers" fora dos horários de aula.

A metodologia da pesquisa-ação envolverá como sujeitos 36 alunos atualmente matriculados no 3º ano do Curso de Engenharia de Alimentos, que participarão do processo metodológico proposto e responderão a um questionário aberto, no qual poderão expressar sua opinião a respeito da nova metodologia adotada.

No envolvimento com a docência universitária, o professor identificou situações que lhe indicaram a opção por uma metodologia de pesquisa com abordagem qualitativa e uma pesquisa-ação com os discentes da disciplina.

Segundo ANDRÉ (1995) " um exemplo clássico de pesquisa-ação é o do professor que decide fazer uma mudança na sua prática docente e a acompanha com um processo de pesquisa, ou seja, com um planejamento de intervenção, coleta sistemática dos dados, análise fundamentada na literatura pertinente e relato dos resultados".

Nesta abordagem de pesquisa-ação os alunos são parte integrante da pesquisa, as aulas são dialógicas, críticas e reflexivas, sendo que o professor pretende assumir o papel de mediador, proporcionando um autodirecionamento no aluno.

Dentro desta visão, THIOLENT (1992), cita esta escolha quando propõe:

“Com a orientação metodológica da pesquisa-ação, os pesquisadores em educação estariam em condição de produzir informações e conhecimentos de uso mais efetivo, inclusive ao nível pedagógico. A pesquisa-ação promove a participação dos usuários do sistema escolar na busca de soluções aos seus problemas. Os objetivos teóricos da pesquisa são constantemente reafirmados e afinados com os interessados, na sua linguagem popular” (p. 74).

Assim sendo, a coleta de dados será realizada através de registros de depoimentos prestados pelos alunos envolvidos no processo proposto, como também por meio de um questionário aberto, propondo-se uma análise e reflexão dos dados levantados.

CAPÍTULO II

O ENSINO COM PESQUISA NUMA VISÃO SISTÊMICA

2 - A MUDANÇA DE PARADIGMA NO ENSINO SUPERIOR

Após praticamente dois séculos de Ensino Superior no Brasil, os universitários de hoje criticam acerbadamente o ensino que se realiza em sala de aula, taxando-o muitas vezes de inútil e ultrapassado. Os docentes se sentem cada vez mais frustrados com os resultados de seu trabalho, de sua dedicação e da energia dispendida.

Em muitos ambientes de sala de aula alunos e professores ainda se "suportam" mutuamente, aumentando suas frustrações, devido a falta de conhecimento de condições facilitadoras de aprendizagem que possam mudar esta situação. As instituições de ensino nas quais impera esse clima são caracterizadas pelo autoritarismo, aulas magnas que provocam o medo e o pavor do próprio ato de aprender, onde o instrumento de trabalho do professor está assentado no discurso, na oratória e no quadro de giz.

Os desafios da prática pedagógica universitária são cada vez maiores e mais complexos na sociedade contemporânea. Não faltam professores e pesquisadores que tem se dedicado ao tema, publicando artigos e livros que

contém propostas para tornar a prática pedagógica mais significativa e eficiente. Esses estudos são de fundamental importância para que se possa acompanhar a evolução do ensino numa demonstração da infinita capacidade do processo ensino-aprendizagem em renovar-se e inovar-se.

Alguns docentes de cursos de graduação já entenderam que precisam renovar sua metodologia pedagógica para que possam tomar decisões mais conscientes, intervindo de maneira lúcida nos rumos pretendidos para a sociedade. Esses educadores encontram-se em processo de transição metodológica para reconstruir suas convicções e paradigmas pedagógicos.

Segundo CAPRA (1988, p.17) "um paradigma significa a totalidade de pensamentos, percepções e valores que formam uma determinada visão de realidade, uma visão que é a base do modo como a sociedade se organiza."

Neste cenário educativo em ritmo de mudanças, tendo a autora estudado a gama de paradigmas metodológicos existentes para ministrar a disciplina de Microbiologia de Alimentos, consolidou-se a opção pelo ensino com pesquisa sob uma visão sistêmica.

Assim, introduziu-se mecanismos facilitadores e incentivadores do ato de habituar o aluno a procurar e ler livros, textos, revistas, artigos de jornais e acessar a internet, visando superar a regra comum de receber as coisas prontas, sobretudo a reprodução da aula do professor. Sem a existência de uma biblioteca com acervo atualizado e o acesso a computadores ligados à internet, ferramentas que viabilizaram esta prática pedagógica, não teria sido possível proporcionar aos alunos um ambiente motivador de trabalho conjunto.

Em vez do ritmo expositivo do professor e da passividade dos alunos, busca-se criar um espaço e um momento de trabalho conjunto, no qual todos colaboram.

O profissional docente que não concentra esforços em leitura constante, coleta de dados e informações, participação de seminários e encontros, cultivo e manutenção de contatos instigadores e de sua própria biblioteca atualizada, preocupado em absorver só as tecnologias educacionais ou modismos, por vezes esqueceu a dinâmica envolvida no processo, tão necessária e capaz de produzir conhecimento, e não somente reproduzi-los. A aula copiada não construiu muitos conhecimentos concretos, o ensinar da produção alheia implicou em reproduções, tendo sido muitas vezes ineficientes e geradoras de profissionais sem auto iniciativa, inacabados.

O sociólogo PEDRO DEMO tem contribuído com idéias e propostas concretas, por intermédio de palestras e publicações de inúmeros artigos e livros, na busca de auxiliar uma mudança no panorama de estagnação do ensino nas universidades brasileiras. O termo " aprender a aprender" introduzido por ele no linguajar pedagógico, representa um desafio para o ambiente universitário, isto é, deixar de transformar o aprender entendido como ser ensinado, treinado, para aprender a saber fazer a reconstruir o conhecimento. "O aprender a aprender trata-se então, especificamente do questionamento reconstrutivo, tanto como modo de trabalhar a qualidade formal (inovação), quanto como modo de trabalhar política (ética)" (1996, p.25).

Esta questão leva a refletir sobre os pressupostos dos princípios e teorias que procuram entender e explicar as alternativas, apontar caminhos viáveis para

recuperar a produção do conhecimento pelo ensino. O que fica claramente perceptível é o papel fundamental do professor engajado, consciente, aberto às novas propostas, e corajoso para alterar consistentemente sua própria prática pedagógica. O aluno que vivenciar um ambiente contagiado pelo ensino com pesquisa, possivelmente tornar-se-á um agente de mudança das práticas escolares e acadêmicas.

Os professores, por um lado inovadores e corajosos, por outro pesquisadores e inquietos, assumem um papel de modernidade no progresso. Esta transformação, exigida pela mudança de paradigma, passa a ser característica marcante de agentes ativos e articuladores, instigando a busca de recursos materiais e humanos nos meios acadêmicos, como ferramentas e bases sólidas capazes de estruturar um ensino compatível com as necessidades e exigências que a sociedade enfrenta neste início de um novo século.

Sob este horizonte, torna-se necessário acompanhar a evolução exigida pela comunidade mundial que se impõe às universidades. Na formação contextual e globalizada dos alunos, tem-se como meta discutir e analisar os modelos, as razões e vocações, necessárias para a transformação do ensino contemporâneo.

Fazer da universidade um ambiente de pesquisa para alunos e motivação viva para o professor, é desafiá-la a mudar sua pedagogia de repasse de conhecimentos, a ser capaz de inovar-se e priorizar não somente o conhecimento acumulado, mas também a capacidade de saber pensar e de apropriar-se desse aprender incomensurável.

Neste contexto, a autora tentou desafiar o sistema e encontrar uma proposta alternativa para alterar sua prática docente tradicional. Ousar e enfrentar

o processo e a resistência dos alunos, em sua maioria habituados às práticas pedagógicas reprodutivas e conservadoras, parece tarefa árdua, pois os alunos estão viciados no formato pronto, não-interativo. Este tradicionalismo favorece muito os alunos, que se acomodam, pois recebem tudo pronto e organizado, tornando-se inclusive fleumáticos, acostumados a copiar a aula organizada e pronta, garantindo sucesso na avaliação reprodutiva e muitas vezes inclusive "colada".

Estas avaliações objetivas ou discursivas, com hora marcada, tempo determinado e sem consulta, são reprodutivas e autoritárias, medem a capacidade de memorização e não os conhecimentos do aluno, inviabilizam a criatividade e a reflexão do aluno. Instrumentos de avaliação como estes, não medem o desempenho dos alunos, não garantem que houve o aprender a aprender, que implica no saber pensar, em aprender para transformar e reconstruir, enfim não se restringir a copiar e decorar.

Adotar uma prática pedagógica nova na instituição de ensino superior traz vantagens e desvantagens, tais como liberdade, conquista, compromisso e ansiedade, incerteza e angústia.

Neste capítulo, pretende-se discutir uma prática pedagógica inovadora para o ensino de Microbiologia de Alimentos no curso de Engenharia de Alimentos, levando-se em consideração os pressupostos teóricos que fundamentam o ensino com pesquisa numa visão sistêmica como metodologia de ensino.

2.1 - Os Desafios que se Apresentam Neste Limiar do Novo Milênio no Ensino Superior

Humanista, pensador de horizontes largos e pioneiro a teorizar sobre a universidade, o Cardeal JOHN HENRY NEWMAN (1951) expressa sua concepção clássica e idealista de universidade voltada para o ensino, como sendo: " O alto poder protetor de todo o conhecimento e ciência, de fato e princípio, de investigação e descoberta, de experiência e especulação; ela mapeia o território do intelecto e vela para que não haja nem invasão nem rendição em nenhum dos lados" (p.33).

WHITEHEAD (1969) apresenta sua concepção como sendo um local de debate, uma vez que o conhecimento está nos livros, porém a interpretação de um livro em confronto com outros colegas e com o professor é que traz o conhecimento. Após o aluno ter lido várias obras clássicas, debatido e interpretado em conjunto com seus parceiros, estará apto a ler, captar e interpretar outros livros sozinho. Segundo ele, o autodidata que não se confronta com outras idéias, sempre terá uma visão única de uma disciplina ou de um livro: "A razão de ser da universidade, sob o ponto de vista educacional, é colocar os jovens sob a influência intelectual de um grupo de estudiosos imaginativos" (p.109).

A concepção cunhada por CLARK KERR (1982) como "multiversidade", considera a universidade mais abrangente, a serviço do governo e das indústrias, atuando além dos fatores da aquisição do saber e do conhecimento, como por exemplo da igualdade de oportunidades:

"Ao invés de encarar seu novo papel com alguns chavões e retrospectivas nostálgicas sobre aquilo que já foi, a universidade tem de encarar com rigor a realidade do mundo que ocupa hoje. Sua realidade básica é o reconhecimento, amplamente divulgado, de que o saber novo é o fator mais importante no crescimento econômico e social. O produto invisível da universidade, o conhecimento, pode ser o elemento singular de maior poder em

nossa cultura, que afeta a ascensão e a queda de profissões e até de classes sociais, de regiões e até de nações" (p.15).

Atualmente conceitua-se universidade como: "instrumentação crucial à reconstrução do conhecimento inovador, tem por objetivo cultivar o tipo mais consciente, crítico, reconstrutivo e humanizador de cidadania, levando à intervenção inovadora e ética na sociedade e na economia" (DEMO, 1996, p.62).

A universidade moderna tem como objetivo ser cosmopolita, universal, comprometida com o desenvolvimento de uma nova mentalidade, deve resgatar a comunicação entre professor e aluno, enfim, ser um local que forneça condições para o desenvolvimento de uma boa estrutura para que o aluno aprenda a construir o conhecimento, forme seu raciocínio, saiba entender um bom autor, ser polido e educado.

Os profissionais formados pelo ensino superior como um todo, que representam apenas um por cento da população brasileira, devem em suas ações pedagógicas, promover mais a solidariedade do que a competitividade, os direitos humanos e a democracia. A formação globalizadora proposta pelo 3º grau prevê não somente a formação ética e científica do indivíduo, mas também a formação enquanto sujeito social, consciente, crítico e político, frente à realidade em que irá atuar. A apropriação da realidade enquanto totalidade é caracterizada na perspectiva da qualidade formal e política .

A qualificação formal do conhecimento é representada pela condição de explicar, conceituação clara, coerência argumentativa, por vezes entendida como condição representativa da competência científica. A qualidade política do conhecimento aparece principalmente na necessidade de diálogo aberto irrestrito e na obtenção de consenso" (DEMO, 1994 a).

Assim, a competência do sujeito prevê o domínio técnico-científico, coadunado aos compromissos formal e político do conhecimento.

O momento de mudança do professor, de concorrente para cooperativo, mais centrado nas aspirações dos alunos, aponta para a qualidade como dimensão da intensidade e profundidade necessárias, podendo ser resumido no desafio de construir e participar para abordar os problemas de maneira mais concreta e significativa na vida profissional dos alunos.

Esta expressão refere-se à equidade que pretende-se alcançar nas melhorias qualitativas e quantitativas, não apenas com recursos materiais e equipamentos, mas na gestão criativa da administração e de melhores professores. E neste contexto, deve optar-se por uma dinâmica de abordagem dos conteúdos, com vistas a interrelação com a realidade, e a reconstrução de conhecimentos inovadores, a fim de formar um aluno crítico, construtivo, participativo e humanizador, que busque a inovação, a ética e a economia na sociedade.

A universidade de hoje confronta-se com a missão de formar cidadãos e oportunizar a formação de um indivíduo que venha atender as demandas do mercado de trabalho. Neste sentido, deve combinar melhor as qualidades formal e política, evidenciadas pelo conhecimento inovador e pela cidadania, rumo ao futuro.

"A estratégia do desenvolvimento é colocar ao alcance efetivo do aluno a educação de qualidade, de modo que este venha intervir no processo de construção do conhecimento" (DEMO, 1994 b). A interação com o saber decorre do ato de descobrir, buscar novas informações, por meio de metodologias adequadas,

críticas, reflexivas e sistematizadas, no processo da busca de novos conhecimentos. Tal interação representa um desafio, pois reflete a capacidade de intervir por meio de entendimento, questionamento e enfrentamento na busca da qualidade e da competência profissional.

A formação profissional contemporânea, viabiliza um perfil acadêmico que torna o aluno um parceiro de trabalho, produtivo, reconstrutivo, criativo e sobretudo flexível às exigências e progressos do próprio contexto em que vive.

Construir e exercitar sempre o espírito crítico no sentido de questionar a sociedade, a economia, a política e sobretudo encontrar soluções próprias, instiga o estudante a tornar-se acessível à pesquisa e reciclagem durante toda sua vida profissional. Esse processo torna o estudante um profissional competitivo e atualizado.

A autonomia acadêmica incorpora no estudante, a compreensão da realidade tal como ela é, conduzindo à construção do conhecimento real. Andar bem informado, estar em dia com a leitura e a cultura, acompanhar periódicos, escutar notícia, viabilizam a transposição do seu próprio agir, fortalecendo o poder intrínseco obtido pela ciência.

BEHRENS (1996) amplia esta visão:

Os alunos, ao invés de utilizarem o caderno universitário com a prescrição de "receitas", deverão ser freqüentadores assíduos e ativos das bibliotecas, das videotecas, dos laboratórios, dos grupos de estudos, da busca de estratégias criativas de teor tecnológico e científico, do acesso à informática e eletrônica, principalmente, de mecanismos de autonomia para produção própria" (p. 86).

Portanto, faz-se necessário adotar nas universidades metodologias pedagógicas inovadoras nos cursos e não apenas processos profissionalizantes. A opção do ensino com pesquisa ainda representa um desafio para a maioria das universidades. "Esta proporciona ao professor e aos alunos tempo necessário para leitura, produção própria, pesquisa, questionamento sistemático e discussões coletivas, garantindo o aprender a aprender" (DEMO, 1994 a).

Esta opção metodológica, busca conhecer as motivações do aluno e seus contextos culturais, torna-o agente ativo no processo de construção do conhecimento, estabelece um relacionamento de confiança professor-aluno. O ensino com pesquisa desafia a busca do equilíbrio entre trabalho individual e coletivo, permitindo ao aluno compreender e transitar criticamente sobre a aprendizagem. Ao mesmo tempo em que coloca a necessidade de exercitar a cidadania coletiva e organizada, capacita o estudante a desempenhar determinadas funções, integrando-o ao desenvolvimento da ciência.

Trazer a realidade para dentro da sala de aula das universidades é a mola impulsora deste processo e para que isso ocorra é preciso aguçar o espírito de curiosidade acadêmica na sedução e na compreensão dos conteúdos. Com isto, incorpora-se no estudante o hábito da investigação e a consciência da importância do papel de cada um, com vistas a uma sociedade melhor, uma economia mais produtiva e social, lutando contra a tendência de ser mera peça de uma engrenagem que não entende e menos ainda domina.

Por fim, coloca-se o desafio às universidades de criar estratégias que viabilizem o desenvolvimento humano sustentado que é a educação de qualidade, a construção do conhecimento, respeitando o contexto político-social e a heterogeneidade de cada região e universidade.

2.2 - A importância da Pesquisa como Princípio Científico e Educativo

"De início, a pesquisa como princípio científico e educativo significa valorizar mais a pesquisa e a elaboração própria do que a aula. A aula é apenas instrumento eventual para orientação e contextualização de novos conteúdos. A tarefa essencial do professor e do aluno é praticar o questionamento reconstrutivo com objetivo de cultivar o saber pensar e possuir um projeto teórico e prático próprio" (DEMO, 1994 b). Nesse processo usa-se o computador como ferramenta para facilitar o repasse do conhecimento e a biblioteca atualizada como apoio.

Com esta maneira de instigar a autonomia no sujeito, procura-se o desafio da competência, cujo objetivo fundamental está na capacidade de dar conta tendencialmente exaustiva de um tema, o que implica numa visão geral e no aprofundamento reconstrutivo de temas. Este aprofundamento em todos os temas redundaria em superficialidade, porque acabaria em ver nada. Todavia, investir em apenas alguns temas mais significativos, pesquisando e elaborando conhecimento próprio de maneira formal e política é o propósito desta metodologia.

O questionamento reconstrutivo implica em aprofundar-se em um trabalho. Para que isso aconteça, professor e aluno devem dominar a interpretação e a compreensão, analisar criticamente, sintetizar com originalidade, contrair e

refazer argumentações, paradigmas e polêmicas, o que possibilita o aprofundamento e a correta visão geral.

O aluno que elabora dois a três trabalhos de pesquisa por semestre, além de aperfeiçoar o questionamento reconstrutivo, adquire uma visão geral, a longo prazo, a partir do conhecimento questionador e reconstruído.

Não menos importante é a instrumentação essencial da competência em termos formais, representando a capacidade de confrontar-se com diversos temas, por saber pesquisar e elaborar com mão própria.

Tal capacidade pode ser resumida no saber reconstruir conhecimento, enfrentar qualquer desafio de conhecimento por saber pensar e aprender a aprender, manejar criatividade lógica, raciocínio, argumentação, dedução e indução, teoria e prática. Este indivíduo aprende a procurar dados e informações, teorizar práticas, exercitar a contraleitura e atualizar-se, recuperando permanentemente a competência.

A grande vantagem desta metodologia é saber acessar a informação e refazê-la constantemente, ao invés de receber informação e apenas copiá-la. "Em consequência, resulta então a capacidade de avaliar e avaliar-se, discutir e construir qualidade, saber trabalhar bem em equipe, teorizar inovadoramente as práticas, possuir projeto próprio sempre renovado e uma visão geral da área do conhecimento em que atua" (DEMO, 1996).

Como profissional, este aluno irá superar o mero treinamento, se esforçará em atualizar-se permanentemente tanto na teoria quanto na prática, continuando desta forma, a buscar constantemente a competência.

Em torno desse ambiente educativo e científico forma-se o processo da competência humana. Professores e alunos convivem criativamente com as tendências modernas de metodologia científica, de acordo com as quais ciência se faz pelo questionamento sistemático e crítico, inovação e ética. Em outras palavras, a ciência está menos ligada a conteúdos, do que ao modo com que se trata o conteúdo. Baseia-se em questionamento reconstrutivo, discussão aberta formal e política, podendo ou não ser aceita. O que se recusa a ser questionado é anti-democrático, destrói a possibilidade de trabalho conjunto e de comunicação consensual.

A ciência é apenas um instrumento cujo papel fundamental é a educação, com o objetivo de fazer prevalecer a competência sobre a competitividade. O questionamento reconstrutivo necessita além de iniciativa, o autoquestionamento e a convivência com argumentos contrários. O que educa à solidariedade não é a submissão ou manipulação, mas a competência de pessoas emancipadas. "O ambiente científico e educativo é capaz de combinar crítica com solidariedade, progresso com consenso, habilidade individual com trabalho em equipe, excelência com humildade, vanguarda com tolerância, ideologia com convivência" (DEMO, 1996, p.92)

Quem ganha com isso é a sociedade, que abrigará um profissional competente científica e democraticamente, capaz de desenvolver um horizonte educativo, convivência crítica, criativa e consensual.

2.3 - A Aprendizagem através da Metodologia do Ensino com Pesquisa

O sucesso da aprendizagem depende de um programa metodológico que responda às necessidades, expectativas e buscas dos alunos. Para tal, a universidade precisa buscar metodologias que caracterizem o tipo de profissional, ser humano e cidadão que pretende formar.

A busca de metodologias inovadoras que superem o ensino tradicional, representa uma conquista para as universidades. Esta conquista amadurece ao final de um trajeto de preparação e planejamento do processo educativo, sendo que, as universidades que aceitarem esse desafio, poderão recuperar seu papel de produtoras do conhecimento.

A proposição metodológica do ensino com pesquisa em sala de aula, utiliza-se de planejamento e estratégias que pretendem resgatar o enorme potencial do aluno na reconstrução do saber, por meio da pesquisa questionadora, crítica, interativa e portanto emancipatória.

A pesquisa em sala de aula admite uma lógica totalmente diferente do ensino tradicional: "A dúvida é sua companheira permanente e o erro é considerado importante no processo de construção do conhecimento. O conhecimento é sempre provisório, um processo que se refaz a cada momento" (CUNHA in: VEIGA, 1996, p. 122).

Nesse sentido, deve iniciar-se o planejamento da disciplina no primeiro dia de aula com a participação de todos os alunos, o que facilita o estabelecimento de objetivos e conteúdos, atendendo as suas necessidades. Em outras palavras, o

professor ouve os alunos, suas expectativas e sugestões em relação aos conteúdos da disciplina e pode então adaptá-las, conduzindo com firmeza e permitindo a participação dos alunos.

Uma das estratégias usadas como facilitadoras da aprendizagem e como opção para a tradicional aula expositiva, é motivar os alunos para o estudo individual, para a co-responsabilidade no processo de aprendizagem. Outra estratégia é o incentivo à participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem, retirando-os da passividade costumeira, focalizando temas relacionados com os conhecimentos, com a experiência, a realidade e necessidade dos alunos. Uma terceira estratégia é propiciar a integração do grupo, permitindo que a aprendizagem se realize por meio do relacionamento coletivo entre os alunos, buscando consenso para as soluções dos problemas e questões debatidas, trocando experiências e conhecimentos.

Essa necessidade de organizar a disciplina de forma lógica, seqüencial e em parceria com os alunos, desperta nestes a motivação e o interesse pelos temas, aumentando conseqüentemente sua capacidade individual de entreter-se, investigar os temas e construir seu próprio saber.

Assim, o aluno percebe a possibilidade de avançar, recuar e renovar-se dentro dos temas em questão, o que o estimula a aprender melhor, o fluir tranqüilo de sua aprendizagem por viver o processo no qual se sente peça imprescindível.

O diálogo pedagógico induz um ambiente de liberdade de expressão e pensamentos, sempre estimulado pelo professor, criando um clima gostoso de trabalho. A desinibição para perguntar e a boa integração com os colegas promove questionamentos e argumentações, o que caracteriza a realidade de diversas

maneiras, fortalecendo a consciência crítica e raciocínio lógico acadêmico. "O questionamento crítico e criativo, a capacidade de comunicar e comunicar-se, a habilidade de argumentar e contra-argumentar fazem parte do cidadão detentor de projeto próprio, sujeito histórico lúcido e participativo" (DEMO, 1994 b, p. 100).

Outro aspecto primordial na qualidade das pesquisas e serviços prestados pela universidade, que contribui com o sucesso da metodologia do ensino com pesquisa, é a existência de material de apoio como biblioteca atualizada, acesso a computadores e pessoal técnico de apoio em laboratórios para realização de aulas práticas.

A transformação da sala de aula em um ambiente de vida, a manutenção de um clima de dinamismo, o proporcionamento da reconstrução do conhecimento fecundo em aprendizagem, necessita de um docente pesquisador, empenhado em sua formação contínua, voltado aos interesses dos alunos, da comunidade e da sociedade.

2.4 - A Metodologia do Ensino com Pesquisa Propriamente Dita

A metodologia do ensino com pesquisa representa uma visão pedagógica que propõe estratégias para ensinar o aluno a saber pensar por si mesmo, desafiar a reconstrução do conhecimento, baseado no processo da "pesquisa e da formulação própria", apontando caminhos de forma inovadora que viabilizem a prática pedagógica no século XXI.

A proposta de educar pela pesquisa, segundo DEMO (1996), apresenta quatro pressupostos básicos, interpretados da seguinte maneira pela autora:

A convicção de que a educação pela pesquisa é a especificidade mais própria da educação escolar e acadêmica, o reconhecimento de que o questionamento reconstrutivo com qualidade formal e política é o cerne do processo de pesquisa, a necessidade de fazer da pesquisa atitude cotidiana no professor e no aluno, e a definição de educação como processo de formação da competência histórica humana.

O primeiro pressuposto indica que a melhor maneira de educar na universidade é *fazer-se e refazer-se pela pesquisa* (DEMO, 1994 b). A base da educação escolar é a pesquisa e não a aula de mera transmissão de conhecimentos para o aluno, o seu ambiente familiar, a televisão ou a roda de amigos. Para tal é mister que a pesquisa assuma o papel da competência formal, conhecida pela capacidade de inovar conhecimentos, como também da competência política, orientada pela ética dos fins e valores.

Nesse sentido a pesquisa incorpora obrigatoriamente a prática ao lado da teoria, marcada pela qualidade política do início ao fim. A marca política simboliza a formação do aluno crítico e criativo, que sabe fundamentar-se em conhecimento, contribuindo com uma sociedade ética, mais eqüitativa e solidária.

A educação escolar encontra um ambiente favorável onde aparece o questionamento reconstrutivo. Entretanto é crucial compreender que a competência adquirida nesse processo passa por momentos de acumulação de dados, leituras, materiais e outros mecanismos de apoio preliminares. A marca permanente do processo educativo são o questionamento reconstrutivo e o processo emancipatório. "A característica emancipatória da educação, portanto, exige a pesquisa como seu método formativo, pela razão principal de que somente

um ambiente de sujeitos gesta sujeitos" (DEMO, 1996, p.8).

Pesquisar e educar são atribuições que devem desenvolver-se em conjunto. O aluno vai para a escola para pesquisar, ser parceiro de trabalho do professor e não ouvinte passivo. "Entre suas atividades deve constar por exemplo, auxílio na pesquisa, realização de introduções e reordenação de trabalhos" (DEMO, 1996).

O segundo pressuposto significa entender que a educação pela pesquisa reside no questionamento reconstrutivo, com qualidade formal e política. A visão unilateral de que pesquisa só se faz por mestre ou doutor em estágios avançados, precisa ser superada. Pesquisa deve ser atividade cotidiana, representa sobretudo a maneira consciente e contributiva de andar na vida. Seu espírito é o questionamento reconstrutivo, dentro do horizonte geral preliminar de um aluno ou geralmente mais sofisticado de um doutor.

Por *questionamento* entende-se a capacidade, a consciência crítica de alguém para formular e executar projeto de vida dentro do contexto histórico em que vive. Inclui alternativamente, superação de condição de massa de manobra ou de objeto de projetos alheios. Por outro lado, passar de objeto para sujeito, significa formação da competência.

"*Reconstrução* significa instrumentação mais competente da cidadania, que é o conhecimento inovador e sempre renovado" (DEMO, 1996). Não precisa ser conhecimento totalmente novo, deve no entanto ser reconstruído, isto é, redigido com consciência crítica, intervenção inovadora, interpretação própria, formulação pessoal e elaboração trabalhada.

O pressuposto terceiro consiste em distinguir pesquisa como atitude cotidiana e pesquisa como resultado específico. Ser um indivíduo que critica a

sociedade, que tudo sabe questionar para melhor participar, representa pesquisa como atitude cotidiana, devido ao espírito questionador, a capacidade de aprender na e da vida. A pesquisa como resultado específico significa um produto concreto como é escrever seu próprio projeto pedagógico, seu material didático ou um texto científico. Ambas pesquisas são essenciais e devem ser cultivadas pelo professor para mostrar que é cidadão, criador de idéias próprias e capacidade renovada de ocupar espaço próprio e solidário.

O quarto pressuposto é representado pela educação como processo de formação da competência humana histórica. Competência é a condição de não apenas fazer, mas saber fazer e acima de tudo saber refazer constantemente a nossa relação com a sociedade e a natureza, usando o conhecimento inovador como instrumentação vital. A competência alimenta-se do questionamento reconstrutivo, que por sua vez compreende o questionamento e a reconstrução diária.

Portanto, o manejo habitual do instrumento de inovação, que é o conhecimento qualitativo, resulta em um sujeito que pode fazer sua história. Isso implica em manejo adequado da instrumentação eletrônica, principalmente porque o conhecimento também é neste caso, o meio mais decisivo de inovação.

Conclui-se então, que a interface entre pesquisa e ensino acontece quando o ensino realiza a análise lógica e crítica, recorrendo à pesquisa para fundamentar determinado saber. Juntas, constroem e reconstroem o conhecimento, representando a maior meta para universidades interessadas em investir na formação de profissionais mais competentes, neste limiar de novo milênio.

2.5 - O Aluno Universitário no Caminho da Elaboração Própria

É equívoco irrecuperável pretender que a universidade tenha a finalidade primeira de armazenar e apenas repassar conhecimentos pela via da "decoreba", ensinando por métodos ultrapassados.

A sociedade moderna exige um cidadão capaz de estar a sua frente, engajado no espírito propedêutico e no comando do processo de inovação, que não esteja sempre um passo atrás tentando corrigir os erros ocorridos durante o percurso.

Nesse sentido," educação torna-se estratégia principal da identidade cultural, porque engloba a inovação como serviço à sociedade, sobretudo para novas gerações" (DEMO,1996, p.34).

Diante deste cenário de mudanças no mundo moderno se levanta a possibilidade da reconstrução do conhecimento com qualidade formal e política, em vez da permanência na simples transmissão do conhecimento. É evidente que a implantação desta nova abordagem necessite um papel de conquista dos pares, envolvendo professores, alunos e aspectos positivos e negativos do sistema universitário como um todo.

"A proposta do Ensino com Pesquisa caracteriza-se pelo aprender a aprender" (DEMO, 1994). Nela os alunos não comparecem só para escutar aulas, tomar nota, fazer prova, mas para elaborar e trabalhar individualmente e em grupos, no sentido de construir conhecimento para aprender a ler, pensar, criticar e escrever com suas próprias palavras e produzir conhecimento.

A contribuição de BEHRENS (1996) esclarece o sentido da palavra "pesquisa" adotada nessa metodologia:

"A pesquisa a que DEMO se refere não é restrita a laboratórios, mas é atividade cotidiana em que o aluno é desafiado, torna-se dono do problema, fica perturbado, estimulado, instigado a buscar ajuda na literatura e junto aos profissionais da área, disposto a acessar recursos tecnológicos, apontar o mosaico das informações, a discutir e criticar, e com isto construir seu próprio conhecimento" (p.81).

Da parte do aluno é normal um susto inicial na implantação do método em questão, uma vez que este vai contra a expectativa comum, já que em geral, o normal ainda é ouvir a aula dada pelo professor. Alguns passam a gostar da nova metodologia somente após semanas ou meses de aulas, devido a falta de hábito, isto é, a resistência a nova maneira de pensar, aos novos valores e ao novo sistema de avaliação.

Essa nova maneira de aprender implica em muito mais trabalho e maior senso de organização para o aluno. Um exemplo é a elaboração individual de um artigo científico, também chamado de "paper" ou texto, que pressupõe a leitura de livros, textos, revistas, consultas à internet e informações recomendados pelo professor ou preferentemente procuradas pelo próprio aluno em bibliotecas, não podendo representar uma cópia de trechos dessas bibliografias, uma vez que será fundamental criticar o conhecimento de vários autores, dentro da coerência de quem se envolveu e se informou sobre o assunto em questão, para poder então elaborar uma boa crítica.

Entretanto, o maior desafio dessa nova metodologia está em formular outros indicadores de desempenho, mais condizentes com o processo de formação da competência humana, em substituição da prova que ainda costuma ser o principal instrumento oficial de avaliação do ensino. Os indicadores de desempenho podem ser, o interesse pela pesquisa demonstrado na procura de bibliografias sobre o assunto em questão, nível de participação individual e como membro nos trabalhos em grupo, êxito em formulações próprias, propostas pessoais durante o processo, apresentação de textos e outras atividades.

Sabe-se que a prova tradicional é apenas a devolução da aula copiada em seus conteúdos limitados e decorados para demonstrar memorização de conhecimentos. No ensino com pesquisa, o aluno toma conhecimento desde o primeiro dia de aula, de que é avaliado constantemente em seu ritmo participativo e produtivo durante o processo.

Apenas quando deixa-se de repassar conteúdos mecanicamente e de não exigí-los só pelo processo de provas é que se inicia um ambiente motivador para fazer interpretações próprias, iniciando a elaboração. Copiar textos, decorá-los e reproduzi-los demonstra um tipo de conhecimento efêmero, em contraposição encontram-se a interpretação com autonomia, a compreensão e iniciação à formulação. "Compreender o sentido de um texto implica estabelecer relações entre texto e significado, colocar em movimento modos de entender e compreender, indagar possibilidades alternativas de compreensão, perceber e dar sentidos, e assim por diante" (DEMO, 1996, p.24).

Esta dinâmica aumenta ainda mais, quando se passa de leitor para autor, isto é, quando se passa a saber fazer, tornando-se visível o saber pensar e o

aprender a aprender. Nesse sentido a originalidade do conhecimento é menos importante que sua reconstrução. A reconstrução do conhecimento implica processo complexo que tem seu início no senso comum. Todavia se bem feito, pode instigar o aprender a aprender e o saber pensar, à medida que exige raciocínio completo, promove a exercitação constante de fundamentar o que se escreveu e a capacidade questionadora, tornando-se um desafio em busca da inovação.

A valorização da busca do equilíbrio entre o trabalho individual e coletivo torna-se uma necessidade vital nos tempos modernos. Ambas as situações representam fundamental importância na competência do indivíduo. O trabalho individual é essencial para que o aluno adquira iniciativa pessoal, interesse renovado e instigador, produtividade sistemática e a ocupação do próprio espaço, tornando-o um sujeito capaz de argumentar, fundamentar, questionar com propriedade e propor idéias. O trabalho coletivo por sua vez, necessita das mesmas dimensões do trabalho individual, acrescido da busca pelo consenso como também da disciplina, em benefício do crescimento do grupo. Entretanto, deve-se tomar alguns cuidados, tais como:

" Toda equipe deve ter um líder ou coordenador, responsável pelo andamento adequado dos trabalhos e pela consecução final dos objetivos; deve-se destacar um ou mais relatores, que têm a tarefa de expressar de maneira elaborada as contribuições do grupo; cada membro deve colaborar de modo elaborado e concreto, além de estar presente, participar ativamente nas discussões, colaborar para o ambiente positivo etc" (DEMO, 1996, p.20).

O aluno ocupa o papel de parceiro de trabalho no processo e vem à universidade para trabalhar juntamente com o mestre, que o orienta

dedicadamente, não se impõe mas convence pelo bom exemplo, que busca conhecer seus contextos culturais e motivações, estabelecendo um relacionamento de confiança mútua e responsabilidade. O discente é convidado a participar ativamente do processo, envolver-se inteiramente com questões de importância para a sociedade em que vive e comunicar-se sem inibições.

"Quando nossos alunos percebem que suas aulas lhes permitem estudar, discutir e encontrar pistas e/ou encaminhamentos para problemas e questões que estão existindo na vida real e na vida dos demais homens que constituem seu grupo vivencial, quando eles encontram nos seus estudos a realidade e sentem que podem sair da sala de aula e voltar àquela mesma realidade com "mãos cheias" de dados novos, contribuições significativas para os problemas que são vividos "fora das paredes de sala de aula", este espaço começa a ser um espaço de vida e por isso mesmo assume um interesse peculiar para o grupo" (MASETTO, 1992, p.71).

As habilidades necessárias para aquele que quiser estar sintonizado com os novos tempos e com as novas demandas sociais são a demonstração com mais interesse em descobrir como é feito, como fazer melhor e aprender a praticar ciência criticamente, desenvolvendo a consciência para a necessidade de inovar no sentido transformador, crítico e criativo.

Esta proposição indica que no "aprender a aprender" o aluno pode ter a oportunidade fecunda de não só progredir em competência científica, mas igualmente em competência democrática, promovendo a visão de que a educação é ilimitada, e que renova-se a cada dia provocando uma constante atualização, reconstruindo não só ciência, como também democracia.

2.6 - O Professor Universitário Frente aos Desafios da Metodologia do Ensino com Pesquisa numa Visão Sistêmica.

Optar pela pesquisa como opção metodológica do princípio educativo é ir ao encontro de uma maneira própria de educar, significa inovar a realidade no processo pedagógico. Isso requer coragem para transgredir a inércia e instrumentalizar mudanças na própria praxis, em busca do insaciável desejo humano de aprender, precisamente da capacidade de questionar, para melhor poder agir. O método do ensino com pesquisa permite que ocorra uma postura dialógica constante no contato do professor com o aluno e na discussão com os pares, atribuindo importância às idéias expostas pelos alunos, valorizando-as. A visão sistêmica por sua vez oferece uma visão unificada de mente, matéria e vida.

Adotar uma metodologia inovadora em sala de aula requer um ambiente de otimismo, preocupação com o aluno e seus interesses, incentivo à participação e capacidade de coordenação das atividades, coerência entre discurso e ação, competência e sobretudo vocação pela docência. A credibilidade no processo ensino-aprendizagem e o esforço do docente para manter um ambiente alegre tornam o professor um otimista. A preocupação com o aluno e seus interesses permite a flexibilidade do processo, isto é, avanços e recuos coletivos de etapas quando necessário, permitindo o fluir natural da aula, porém com rota, no processo ensino-aprendizagem.

O incentivo à participação e capacidade de coordenação de atividades possibilita a organização de conteúdos formalizando o processo, visando seu comprometimento com a realidade. A coerência entre discurso e ação, capaz de

trazer a teoria à prática e vice-versa no momento adequado, permite fundamentar o conhecimento crítico e criativo dos conteúdos, favorecendo a construção do conhecimento.

pes. A competência pedagógica é de fundamental importância afim de proporcionar não só a análise de contexto, de conteúdos pré-existentes, mas acima de tudo descobrir e criar novas teorias e propostas de modo a descomplicar e garantir a produção do conhecimento. Outra condição importante é a competência específica em sua área do conhecimento, afim de transmitir segurança aos alunos, visto que estes muitas vezes possuem uma história de memorização e conteúdos limitados, que certamente implicam em alunos reducionistas, especialistas em cópia e em repetição.

Não menos importante é a competência de comunicar-se com clareza e objetividade na transmissão de informações e valores importantes, para que o aluno modifique seu modo de pensar e suas atitudes por meio de uma mudança de consciência, respeitando mais a vida em todas as formas assim como os talentos individuais, com a finalidade de recuperar a visão espiritual do homem dentro do planeta.

A atividade docente deve ser sentida como vocação, a descoberta pelo docente de seu papel existencial representa fator imprescindível, na transformação dos rumos do ensino. Deste modo deve-se criar oportunidades que incentivem os alunos a buscarem seu desenvolvimento individual e coletivo, científico e espiritual, integralizando-os nos processos pedagógicos.

Sobretudo, para que se possa educar pela pesquisa é mister que o professor seja pesquisador em seu dia a dia, que crie um clima de aprendizagem

fundamentado na pesquisa, exercite o ato da descoberta, seja organizado e transforme o ambiente da sala de aula num meio interativo e estimulante, que dê prazer ao intelecto. E mais, que este seja capaz de transmitir a sua linha de pesquisa com transparência, objetividade e interdisciplinaridade afim de motivar o aluno, a construir seu próprio referencial teórico, desenvolvendo o aprender a aprender por meio do pensamento crítico exercitado no cotidiano e de sua aplicabilidade prática ligada a realidade do contexto social.

" Quem pesquisa tem o que transmitir. No dia a dia , pesquisa, como expressão educativa, significa a capacidade de andar de olhos abertos, ler criticamente a realidade, atualização constante, elaboração própria, ritmo produtivo sustentado. Os alunos não vão para a universidade escutar discursos dos professores, mas trabalhar juntos, construindo conhecimento" (DEMO,1994 b, p.34).

O educador deve integrar-se ao processo junto ao aluno num trabalho compartilhado, oportunizando maior dinâmica com o coletivo, instigando a participação dentro do contexto histórico, econômico e político do estudante.

Neste sentido, inicia-se o relacionamento pessoal e amigo, uma relação dialógica de convivência plena professor-aluno. Esse contato direto em sala de aula e o atendimento individual complementar representam o ponto principal para que exista um ambiente de liberdade de expressão, um clima de descontração tal que todos os alunos possam participar da aula sem medo de repreensões.

A atuação do professor é muito mais de orientador, incentivador e articulador do conteúdo, do que propriamente fiscalizador do processo. Neste contexto, o professor, deve ser exigente e rigoroso consigo mesmo, para que a relação mediadora e o acompanhamento constante do aluno não caia na

superficialidade, deve valorizar o relacionamento abrangente, de acordo com as necessidades reais do aluno. Assim, o educador deve estar ciente de que a qualidade do seu trabalho depende da sua relação com os alunos.

Estes parâmetros facilitam a aprendizagem e ao contrário do que se possa pensar, a confiança mútua, a abertura a críticas e às propostas dos alunos tornam o aprendizado mais responsável e conseqüentemente qualitativo.

Transformar a realidade da qual faz-se parte, da mera transmissão de conhecimento que especializa o aluno a copiar e repetir com as mesmas palavras do mestre, abrir perspectivas para um futuro social mais digno e democrático, é o desafio que levou educadores a elaborarem e construírem novas metodologias de abordagem dos conteúdos. Para que esta transformação se concretize necessita-se sobretudo de capacidade de diálogo, comprometimento social e político, vontade própria de querer mudar pensamentos, valores e tempo de assimilação pelo corpo docente. A mudança de paradigmas não ocorre de um dia para o outro e talvez seja esta a maior questão desafiante, a quebra de muitos anos de rotina com o ensino tradicional.

Nesse contexto, não é viável empregar a metodologia do "ensino com pesquisa" apenas nos encontros com os alunos em sala de aula, como algo estanque. O professor deve integrar-se ao aluno constantemente e vice-versa, pois essa perseverança e esperança em buscar modificações que venham a melhorar o processo de ensino-aprendizagem cria um clima de companheirismo entre os alunos, estes e o professor, estimulando e facilitando a continuidade das atividades da disciplina também fora dos espaços da sala de aula.

A abordagem dos temas em sala de aula ocorre por diversas fases: aula expositiva introdutória para contextualizar o aluno com temas novos; familiarização e acesso à bibliografias clássicas e recentes; elaboração própria com consulta bibliográfica, discussão em grupos de três alunos entrevistando-se um ao outro, com a participação do professor; avaliações críticas e reflexivas e análise laboratorial prática dos temas elencados no processo de ensino com pesquisa.

Nesta nova proposição de trabalho pedagógico, BEHRENS (1996) enfatiza o papel do professor como sendo aquele que:

"...articula e orchestra o processo pedagógico, é parceiro dos alunos, propõe atendimento diferenciado, frequenta biblioteca junto com os estudantes, abre os laboratórios (historicamente chaveados no sistema escolar vigente), torna a escola um espaço aberto para criação, provoca situações desafiadoras, instiga o aluno a buscar e a investigar novos caminhos, acolhe os estudantes que passam a frequentar a escola também em horários alternativos, motiva a revolução nos meios acadêmicos reprodutivos" (p.91).

O alerta do autor torna-se pertinente, pois a tendência é adotar estratégias de integração a interação, evitando grupos fechados como também a superficialidade de relações. A flexibilidade e a parceria são importantes para oportunizar a participação coletiva e o comprometimento na formação da competência humana. "Numa parceria verdadeira, confiante, ambos os parceiros aprendem e mudam, eles coevoluem. Parceria significa democracia e poder pessoal, pois cada membro da comunidade desempenha um papel importante"

(CAPRA, 1996, p.234).

Para conduzir esse processo, cativar o aluno, instigando a integração aluno-professor e o comprometimento responsável, destacam-se fundamentalmente como grandes virtudes na postura do professor: integração ao grupo, demonstração clara de competência, amor pela docência, objetividade e abertura a intervenções.

"As qualidades que marcam um professor universitário significativo para a vida do aluno são o respeito ao aluno, o diálogo, a abertura à crítica; o ensinar a pensar, a buscar informações, a pesquisar; a honestidade, o gostar do docência, a amizade, enfim todos os aspectos claramente relacionados com a convivência humana em sala de aula" (MASETTO,1992, p.76).

Essa dinâmica representa o resgate da personalidade autêntica, competente, necessária, valorosa e filosófica do professor, a qual ao longo dos tempos foi desgastada e conseqüentemente desvalorizada profissionalmente. Seu papel diante do desenvolvimento tecnológico-científico demanda ousadia, sendo que os desafios apresentados para o início do próximo século consistem sobretudo em : "Ajudar o acadêmico a aprender, não transmitir informações, mas criar condições para que o aluno adquira informações, não é fazer brilhantes relações para divulgar a cultura, mas organizar estratégias para que o aluno conheça a cultura existente e crie cultura" (ABREU;MASETTO,1990, p.II).

Enfim, criar um ambiente favorável sem impor uma linha ideológica, para que cada aluno tenha consciência e saiba defender seu alinhamento ideológico. " Os professores não devem encher as cabeças de conhecimento, mas formar as cabeças para pensar, formar os corações para amar os semelhantes e as mãos para trabalhar na construção de um mundo melhor para todos" (JULIATTO, 1998).

2.7 - Visão Sistêmica: um novo compreender da vida dos organismos

Para aliar a metodologia do ensino com pesquisa com uma visão sistêmica, é fundamental que o professor relacione suas pesquisas com o futuro sustentado da humanidade e com todas as formas de vida na Terra.

A visão sistêmica de CAPRA, também chamada de "percepção ecológica profunda", tem como objetivo estudar os problemas sistêmicos do mundo, ou seja: "reconhecer a interdependência fundamental de todos os fenômenos , e o fato de que, enquanto indivíduos e sociedades, estamos todos encaixados nos processos cíclicos da natureza (e, em última análise somos dependentes desses processos)" (1996, p.23).

Esta visão interligada e interdependente dos problemas de nossa época, requer uma expansão não apenas nas nossas percepções e maneiras de pensar, mas também de nossos valores, enfatizando a importância da mudança de paradigma para entendê-la. Para tal, precisa-se querer questionar cada aspecto isolado do paradigma tradicional, estar disposto aliás, a questionar todos os princípios de vida.

Portanto, a visão sistêmica, faz perguntas profundas sobre os próprios fundamentos da nossa visão de mundo e da nossa maneira de viver, voltada para o crescimento científico, industrial e materialista.

É mais que uma visão holística, uma vez que na visão holística vê-se um objeto ou organismo como um todo funcional e compreende, em conformidade com isso, as interdependências das partes. A percepção ecológica profunda inclui a visão holística acrescida da percepção de como este objeto ou organismo está encaixado em seu ambiente natural e social. Assim, no caso de objeto, procura saber de que matérias primas o objeto foi construído, como foi fabricado e como seu uso afeta o ambiente. Em se tratando de organismo, procura conhecer de que se alimenta, como funciona seu metabolismo, como interage com o ambiente em que vive e qual é o destino de seus excrementos.

Do ponto de vista da percepção ecológica profunda, o mundo é como uma rede de fenômenos que estão fundamentalmente interconectados e são interdependentes. Assim, nesta visão pretende-se que o indivíduo busque um equilíbrio entre os pensamentos e valores auto-afirmativos e integrativos.

"Os *pensamentos auto-afirmativos* são típicos de nossa sociedade, na qual predomina o pensamento racional, analítico, reducionista e linear" (CAPRA, 1996). Infelizmente as tendências auto-afirmativas são hipervalorizadas pela sociedade ocidental, que geralmente omite as integrativas como intuição, síntese, holismo e não-linearidade.

"Os *valores auto-afirmativos* como expansão, competição, quantidade e dominação, são típicos da maioria dos homens e de algumas mulheres que ocupam níveis superiores na hierarquia das organizações, onde prevalece o domínio de outros pelo poder" (CAPRA, 1996). O motivo básico deste predomínio são o favorecimento, as recompensas econômicas e o poder político obtido por meio dos pensamentos e valores auto-afirmativos.

No paradigma sistêmico porém, o maior valor é o *poder com influência de outros*. Neste tipo de poder prevalecem valores como conservação, cooperação, qualidade e parceria, valores ideais para exercer o poder em rede. O poder em rede segundo CAPRA (1996,) "reconhece o valor intrínseco de todos os organismos vivos e concebe os seres humanos como um fio particular na teia da vida".

Para DEMO, a pesquisa como princípio educativo é uma proposição voltada para o questionamento reconstrutivo da educação do aluno, que está longe de ser uma receita pronta. Enfatiza a metodologia do saber pensar de forma crítica, lógica e criativa.

A visão holística ou sistêmica denominada por CAPRA (1996) visa a superação da fragmentação na busca do todo. Impulsiona para uma visão sistêmica que exige ultrapassar a reprodução do conhecimento sectária, repartida, e mecanicista para a produção do conhecimento numa proposição integrativa, que desencadeie uma postura de responsabilidade nas atitudes e produções que visem a qualidade de vida dos homens e do planeta.

Dentro desse contexto, iluminada pelas obras de DEMO e CAPRA, a autora define a metodologia inovadora do ensino com pesquisa numa visão sistêmica, como sendo aquela na qual a pesquisa prevalece como princípio educativo para o desenvolvimento humano, visando educar o aluno num equilíbrio dinâmico entre as tendências auto-afirmativas e integrativas de pensamentos e valores, num novo compreender da vida de todos os organismos no mundo.

CAPÍTULO III

ABORDAGEM TEÓRICA DA DISCIPLINA DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS

3.0 - ASPECTOS HISTÓRICOS DA MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS

A Microbiologia de Alimentos entendida como ciência que trata do estudo da interação dos microrganismos com os alimentos e o meio ambiente, possui aplicabilidade na Engenharia de Alimentos, desde que tratada como prática cognitiva interdisciplinar.

O maior desafio desta ciência consiste em criar o interesse do aluno por algo invisível na vida do cotidiano (mil vezes menor do que a menor divisão de uma régua). As dificuldades encontradas pelo iniciante em adaptar-se ao microscópio óptico, o longo período de tempo necessário no aprendizado da focalização e a obtenção de uma visualização nítida da morfologia dos microrganismos como seu formato, movimento e em alguns casos específicos organelas e esporos, não podem ser motivo para o desespero. Portanto, esta ciência requer muita paciência por parte do professor e dos alunos, estímulos e incentivos constantes do professor nas repetições de experimentos cujos resultados ainda não estejam

otimizados.

Com a proposição da metodologia do ensino com pesquisa pretende-se vencer esse desafio. Para organizar esta nova metodologia, foi preciso reorganizar e pesquisar sobre os conteúdos para consolidar as atitudes a serem desenvolvidas.

Na perspectiva da autora, impõe-se a necessidade de partir das especificidades deste saber e compor a interrelação cognitiva dos conteúdos, em prol da construção eficiente, segura, moral e ética desta prática, na garantia à qualidade dos alimentos consumidos pela população. Na formação acadêmica dos futuros profissionais, esta se oportuniza por meio de uma abordagem globalizadora, afim de garantir a evolução, representada pela conquista de novas alternativas que acompanham o progresso desta ciência.

Neste intuito a autora constrói sob uma análise lógica e crítica a aplicabilidade técnico-científica desta ciência, de modo a possibilitar aos acadêmicos uma panorâmica da interrelação destas especificidades que compõem a microbiologia de alimentos. Para tanto, inicia sua apresentação com um histórico das evoluções científicas que constituem este saber.

É tarefa difícil precisar o início da compreensão por parte do homem, da presença e atividade dos microrganismos em alimentos. No entanto, sabe-se que ocorreu em épocas muito anteriores a do estabelecimento da microbiologia como ciência.

Desde a sua origem, na época denominada pré-científica, há um milhão de anos até 8000 anos a.C., os homens limitavam-se exclusivamente a usufruir dos abundantes recursos naturais, tanto animais como vegetais.

A partir de 8000 anos a.C. até a época atual representada como o período de produção de alimentos, o homem passou a desenvolver técnicas tanto de produção de alimentos, como de acondicionamento e preservação. A confecção de potes de cerâmica destinados à embalagem de alimentos no Oriente Próximo daquela época, supõe que os problemas de alterações de alimentos e das intoxicações alimentares deveriam ocorrer nesse período (JAY, 1993).

O primeiro relato sobre fabricação de cerveja é atribuído à antiga Babilônia, no ano 7000 a.C. Os assírios produziam vinho também em torno dessa data. (PEDERSON, 1971). Sabe-se que os sumérios, ao redor do ano 3000 a.C. já se utilizavam de técnicas de salga e desidratação para melhor conservação de carnes, pescados e cereais.

Outro procedimento na conservação de alimentos utilizado no ano 1500 a.C., eram azeites de oliva e sésamo. JENSEN (1953) relata que a utilização do azeite como conservador leva freqüentemente à intoxicação alimentar por estafilococos.

Os romanos empregavam a neve, no ano 1000 a.C. para enviar camarões e outros alimentos perecíveis de um lugar a outro. Acredita-se que a defumação de carnes para conservá-la e a elaboração de queijos também remonta desse período.

Na Idade Média (943 a.C.) ocorreu na França a intoxicação por um fungo (*Claviceps purpurea*) que cresce em cereais como o centeio, registrando mais de 40.000 mortes devido ao desconhecimento de sua toxina letal.

A primeira lei relativa ao sacrifício de reses e inspecção de carnes em matadouros foi publicada no ano de 1276 em Augsburgo (Alemanha),

diferenciando produtos cárneos de boa e de má qualidade.

Em 1658 Kircher relatou a presença de "vermes" em carnes decompostas, as primeiras evidências potenciais da presença de microrganismos em alimentos. Leeuwenhoek (1632-1723), construtor de uma lupa com ampliação de até 275 vezes, observou "organismos diminutos" em água e saliva e "corpúsculos vermelhos" no sangue (SCHMIDT,1993).

As experiências de Spallanzani em 1765, comprovaram que a infusão de carne, aquecida durante uma hora e convenientemente fechada, permanecia por longo tempo sem se deteriorar (JAY,1993) e posteriormente Kützing e Schwann demonstraram a possibilidade da conservação de alimentos mediante o calor (SCHMIDT, 1993).

Uma notável contribuição para o avanço das técnicas de preservação de alimentos foi realizada por Nicolaus Appert, um confeitoiro francês que em 1809, ainda de forma incipiente, envasou produtos cárneos em garrafas, submetendo-os a aquecimento durante períodos variáveis em água em ebulição. Embora os trabalhos de Appert representassem um marco no desenvolvimento da tecnologia de preservação dos enlatados, não ofereceram uma contribuição direta para a microbiologia, por que o autor desconhecia completamente o papel dos microrganismos nos alimentos (LEITÃO,1988).

O primeiro pesquisador a apreciar, compreender a presença dos microrganismos e o seu papel na deterioração dos alimentos foi Louis Pasteur. Esse notável cientista, com o aperfeiçoamento do microscópio óptico, conseguiu assegurar em 1860, a preservação da cerveja e do vinho por meio de um tratamento térmico suave, processo este que posteriormente, passou a denominar-

se de pasteurização.

Foi acentuado o avanço na área da microbiologia após as descobertas pioneiras de Pasteur e até o presente momento. Através do desenvolvimento de novos equipamentos e o constante aprimoramento de técnicas e metodologias analíticas é possível demonstrar-se a estrutura e o comportamento microbiano.

Deve-se às inúmeras guerras e ao início da era espacial o aperfeiçoamento na obtenção e conservação de alimentos inócuos e seguros, conforme estabelecem as normas da Saúde Pública. O aprimoramento das pesquisas sobre o comportamento dos microrganismos em alimentos transformou o setor alimentício em essencial para a sociedade contemporânea.

Para ressaltar a importância da microbiologia no processamento de alimentos, citar-se-á alguns casos e surtos de intoxicações e toxinfecções alimentares ocorridos em alguns países nos últimos anos.

Na Europa e nos Estados Unidos, a doença microbiana transmitida por alimentos com maior frequência é a gastroenterite causada pela *Salmonella*. O quadro clínico é grave, com duração prolongada de 4 à 6 dias e cujos sintomas são: febre, diarreia e náuseas. Pessoas infectadas são internadas, podendo levar, principalmente, crianças, idosos e imunodeprimidos a óbito.

Em 1992 houve na Alemanha uma totalidade de 246.594 casos de toxinfecção por *Salmonella enteritidis*, correspondendo a 0,3% de incidência populacional. Registram-se com frequência casos de *Salmonella* e outras formas de enterite nesse país (SCHMIDT in: Seminário, 1997).

Nos Estados Unidos em 1994, 224.000 pessoas adoeceram simultaneamente em todo o país devido ao consumo de sorvete pasteurizado

carregado em caminhões-tanque, que anteriormente haviam transportado ovos líquidos não pasteurizados. Esses ovos continham *Salmonella enteritidis*, bactéria responsável pela contaminação cruzada com o sorvete (BATISTA in: Seminário, 1997) .

Essa doença ocorre sobretudo em aviários, onde grande parte das galinhas são infectadas com *Salmonella*, de modo que elas produzem ovos e carnes infectadas. Os alimentos mais comumente envolvidos nessas gastroenterites são bolos, pudins e sorvetes, que possuem em comum o fato de serem produzidos com ovos crus e não suficientemente aquecidos para eliminar a *Salmonella*.

Entre 1995 e 1996 houveram dois surtos de *Escherichia coli* Enterohemorrágica (EHEC), um no Japão e outro na Baviera (Alemanha). Crianças de 62 escolas públicas japonesas com 6 à 12 anos de idade e alguns professores tiveram cólicas no ventre e diarreia, totalizando 6.561 pessoas adoecidas, das quais uma foi a óbito. Isolou-se o sorotipo EHEC O 157 das fezes destes doentes, e o provável alimento contaminado responsável pelo surto foi o rabanete. Na Baviera, 43 crianças adoeceram, das quais 7 faleceram devido ao consumo de lingüiça de carne crua, carne defumada bem como mortadela, que é uma lingüiça pasteurizada não defumada. Nesses três alimentos encontrou-se o sorotipo EHEC O 157 (SCHMIDT in: Seminário, 1997).

Essa bactéria foi descoberta em 1982 nos Estados Unidos, devido a um surto causado pelo consumo de hambúrguer. (SCHMIDT in: Seminário, 1997). Ela sintetiza verotoxinas que provocam colite hemorrágica com diarreia sangüinolenta e síndrome urêmica hemolítica, danificando os rins.

Uma outra bactéria que tem causado inúmeros surtos de intoxicação alimentar no mundo inteiro desde a década de 70, é a *Listeria monocytogenes*. Essa bactéria representa um risco bastante grande para mulheres grávidas, uma vez que migra para o feto podendo causar aborto, nascimento pré-maturo ou então a criança desenvolve a doença chamada listeriose. Em 1985 ocorreram no Canadá, 41 casos com 17 óbitos. O vilão foi uma espécie de couve-flor. Na França foram observados 279 casos, dos quais 85 foram fatais devido ao consumo pelos doentes de uma geléia de língua de porco (BATISTA in: Seminário,1997).

Outro microrganismo que tem preocupado principalmente países do hemisfério norte é o *Vibrio vulnificus*. Em 1992 30.000 casos dessa doença foram observados no Canadá, com aproximadamente 900 mortes (BATISTA in: Seminário,1997). Esse microrganismo tem sido encontrado em frutos do mar, e as infecções ocorrem principalmente quando estes são consumidos crus. A doença causada por ele se manifesta por meio de febre, hipotensão e septicemia fulminante, particularmente em indivíduos com doença hepática, nos quais os níveis de ferro encontram-se bastante elevados.

A situação brasileira não diverge muito do que ocorre no restante do mundo. No Paraná particularmente, segundo dados da Divisão de Higiene de Alimentos/ Centro de Saneamento e Vigilância Sanitária da Secretaria de Saúde do Paraná, o campeão de doenças veiculadas por alimentos entre 1978 e 1995 foi o *Staphylococcus aureus*, com 217 surtos registrados neste período. Essa bactéria ocasiona um quadro clínico, apesar de severo, com duração de apenas um dia ou dois, dificilmente leva à óbito.

Em seguida, foi a *Salmonella*, com 95 surtos confirmados. O número de doentes por salmonelose devido ao consumo de ovos crus no Estado do Paraná em 1994 e 95 foi de 3160, dos quais 1116 foram hospitalizados. Há de levar em consideração que esse número de surtos não representa mais que 1 a 5% dos casos que realmente ocorreram, pois as doenças transmitidas por alimentos são as mais comuns que existem e a notificação à Secretaria de Saúde é muito baixa (CAMARGO in: Seminário,1997).

Pode-se observar que o número de surtos causados por *Salmonella* é bastante grande e aumenta de ano para ano, também no Brasil. As pessoas sofrem, correm risco de vida e representam um custo social elevado para o Sistema Único de Saúde (SUS), que precisa ser levado em conta.

Em 90% dos surtos confirmados no Paraná a matéria prima é que estava contaminada antes do preparo no restaurante, na indústria ou em residências (CAMARGO in: Seminário,1997).

As carnes bovinas podem chegar numa cozinha com esporos bacterianos, se durante o abate ou transporte, elas entraram em contato com o material intestinal ou caíram no sangue. O conteúdo intestinal possui uma microflora normal de 100.000.000 microrganismos por grama de fezes, dentre os quais, muitos são transmissores de doenças para o ser humano, provocando as zoonoses. O sangue representa um dos meios de cultura mais ricos em nutrientes para o desenvolvimento microbiano. Não há desinfetante que elimine bactérias localizadas dentro da massa muscular da carne. Existem sim, medidas de higiene e sanitização que devem ser seguidas.

Deduz-se então, que apesar dos grandes avanços científicos e tecnológicos na produção de alimentos, a frequência das doenças transmitidas por alimentos nas últimas décadas não diminuíram, pelo contrário, permaneceram constantes ou até aumentaram.

3.1 - Fatores Intrínsecos e Extrínsecos que Controlam o Desenvolvimento Microbiano nos Alimentos

Todos os alimentos, independente de sua origem, apresentam uma flora microbiana natural extremamente variável, concentrada principalmente na superfície de vegetais e animais. As bactérias, os fungos filamentosos (bolors) e as leveduras são os microrganismos envolvidos na grande maioria de deterioração dos alimentos, como possíveis patógenos ao homem e também como benéficos em alimentos fermentados.

A capacidade de sobrevivência ou de multiplicação dos microrganismos que estão presentes em um alimento depende de uma série de fatores. Entre esses fatores, encontram-se os relacionados com as características do próprio alimento (fatores intrínsecos) e os relacionados com o ambiente em que o alimento se encontra (fatores extrínsecos).

São considerados fatores intrínsecos a atividade da água, a acidez (pH), o potencial de oxi-redução, a composição química, a presença de fatores antimicrobianos naturais e as interações entre os microrganismos nos alimentos. Entre os fatores extrínsecos, os mais importantes são a umidade, a temperatura ambiental e também a composição química da atmosfera que envolve o alimento.

Esses fatores serão descritos a seguir, bem como os efeitos interativos entre eles.

O primeiro fator intrínseco, responsável pelo controle do desenvolvimento microbiano em alimentos, é a Atividade da água. Esse parâmetro mede a água na forma disponível para os microrganismos, em um alimento. A água ligada à macromoléculas por forças físicas não está livre para agir como solvente ou para participar de reações químicas e, portanto não pode ser aproveitada por microrganismos. A adição de sais, de açúcares e de outras substâncias reduz o valor da Aa de um alimento, sendo essa redução variável em função da natureza, da quantidade e da temperatura das substâncias adicionadas. A atividade de água de um alimento também pode ser reduzida através da remoção da água (desidratação) e do congelamento.

Define-se atividade da água de um alimento ou um soluto como sendo a relação entre a pressão de vapor da solução (solutos em água, na maioria dos alimentos) e a pressão de vapor do solvente (usualmente a água), a uma dada temperatura (FRAZIER, 1978).

Os valores da Atividade da água variam de 0 a 1. Nos alimentos frescos, a Aa é superior a 0,95. Cada microrganismo possui uma Atividade da água mínima, um ótima e um máxima para a sua multiplicação. Em geral as bactérias requerem uma Atividade da água mais alta que os fungos. A maioria das bactérias deteriorantes não se multiplica em Atividade da água inferior a 0,91, enquanto fungos deteriorantes podem fazê-lo em Atividade da água de até 0,80. Quanto às bactérias causadoras de toxinfecções alimentares, o *Staphylococcus aureus* pode tolerar Atividade da água até 0,86 para sua multiplicação, enquanto *Clotridium perfringens* não se multiplica em alimentos com Atividade da água inferior a 0,94.

A atividade de água, a temperatura e a disponibilidade de nutrientes são interdependentes. A qualquer temperatura, a capacidade de microrganismos multiplicarem-se diminui quando a Atividade da água abaixa. A presença de nutrientes também é muito importante, uma vez que amplia a faixa de Atividade da água em que os microrganismos podem multiplicar-se.

O segundo fator intrínseco importante para o desenvolvimento dos microrganismos, capaz de determinar o crescimento, sobrevivência ou destruição dos microrganismos nele presentes é a acidez (pH ou potencial Hidrogeniônico) do alimento. Cada microrganismo tem valores de pH mínimo, ótimo e máximo para sua multiplicação, sendo o pH neutro o mais favorável para a multiplicação da maioria deles, devido o pH interno da célula encontrar-se em torno de 7,0 e ser bastante afetado por variações externas (BANWART, 1979).

As bactérias não toleram pH abaixo de 3,5, devido a isto não se multiplicam em refrigerantes, vinhos, vinagres e frutas. Esses alimentos podem deteriorar-se devido a presença de leveduras e bolores, uma vez que suportam pH inferiores 3,5.

As carnes e os produtos marinhos possuem um pH respectivamente de 5,1 a 6,4 e 4,8 a 7,0 (JAY,1993), o que os torna altamente suscetíveis à multiplicação dos microrganismos presentes, incluindo bolores, leveduras e bactérias.

Com relação a carnes, sabe-se que a proveniente de animais fatigados, deteriora-se mais rapidamente do que a carne obtida de animais descansados. Esse fato ocorre devido o pH da carne obtida de animais fatigados ser mais alto que aquele obtido de carne proveniente de animais descansados. Após a morte, o pH inicial do músculo abaixa de cerca de 7,4 para 5,6, devido a transformação do

glicogênio em ácido láctico. O estresse ao qual o animal é submetido antes do abate provoca a metabolização do glicogênio antes de sua morte, reduzindo a quantidade de ácido láctico que pode ser produzida após a morte do animal, resultando em uma carne com pH mais elevado (FRANCO, 1996).

De acordo com STUMBO (1975), o pH dos alimentos está subdividido em três grandes grupos: os alimentos de baixa acidez, que têm pH superior a 4,5; os alimentos ácidos, cujo pH está situado entre 4,0 e 4,5 e os alimentos muito ácidos, que têm pH inferior a 4,0. Essa classificação está baseada no pH mínimo para a multiplicação e produção de toxina de *Clostridium botulinum* que é 4,5 e no pH mínimo para a multiplicação da maioria das bactérias que é 4,0.

Assim, os alimentos de baixa acidez, com pH maior que 4,5, são os mais sujeitos a multiplicação microbiana, tanto de espécies patogênicas quanto de espécies deteriorantes. Nos alimentos ácidos, com pH entre 4,0 e 4,5, há predomínio do crescimento de leveduras, bolores e de algumas espécies de bactérias lácticas e *Bacillus*. Os alimentos muito ácidos, que possuem pH menor que 4,0, estão protegidos contra contaminações bacterianas, crescendo apenas bolores e leveduras.

Algumas bactérias como o *Clostridium acetobutylicum* são capazes de reduzir o ácido butírico a butanol, o que provoca um aumento do pH do meio. Outro exemplo de bactéria que aumenta o pH do meio é a *Enterobacter spp*, quando produz acetoína a partir de ácido pirúvico.

O terceiro fator intrínseco são os processos de oxidação e redução, que estão relacionados com a troca de elétrons entre compostos químicos. O potencial de oxi-redução é definido como sendo a facilidade com que um determinado

substrato ganha ou perde elétrons, sendo expresso pelo símbolo Eh. Na oxidação há liberação ou perda de elétrons, ao passo que na redução, um determinado composto recebe elétrons.

Quando ocorre a transferência de elétrons de um composto para o outro, estabelece-se uma diferença de potencial entre os mesmos, a qual pode ser medida com instrumentos apropriados, sendo expressa em volts(V) ou milivolts(mV). Quanto mais oxidado é um composto, mais positivo é seu potencial de oxi-redução, e quanto mais reduzido é um composto, mais negativo é esse potencial.

Microrganismos aeróbios requerem valores de Potencial de oxi-redução positivos para multiplicação, entre 350 e 500mV. Microrganismos anaeróbios requerem valores baixos de Eh, normalmente inferiores a -150mV. As bactérias microaerofílicas multiplicam-se melhor em condições ligeiramente reduzidas e as bactérias anaeróbias facultativas multiplicam-se bem tanto em condições reduzidas como em condições oxidadas (BROWN e EMBERGER, 1980).

Como quarto fator intrínseco responsável pelo aumento ou diminuição da multiplicação microbiana, pode-se citar a composição química do alimento, representada pelos nutrientes disponíveis como água, fonte de energia, fonte de nitrogênio, vitaminas e sais minerais. Como fonte de energia os microrganismos utilizam açúcares, álcoois, aminoácidos e lipídeos entre outros. As fontes de nitrogênio mais importantes são os aminoácidos. As vitaminas são importantes fatores de crescimento de microrganismos, por fazerem parte de diversas coenzimas envolvidas em reações metabólicas. Os sais minerais devido estarem envolvidos em reações microbianas, também são indispensáveis para o

crescimento microbiano (FRAZIER e WESTHOF, 1978).

As substâncias antimicrobianas naturais encontram-se em quinto lugar como fator intrínseco para a multiplicação dos microrganismos. Essas substâncias naturalmente presentes em alguns alimentos, como os óleos essenciais nos condimentos, tem a capacidade de retardar ou impedir a multiplicação microbiana. Outro exemplo é a lisosima presente na clara do ovo e o sistema lactoperoxidase existente no leite proveniente de gado bovino.

O último fator intrínseco que controla o desenvolvimento de microrganismos é a interação entre estes. Um microrganismo, ao se multiplicar em presença de alimento, produz metabólitos que podem afetar a capacidade de sobrevivência e de multiplicação de outros microrganismos. A tiamina e o triptofano por exemplo, são essenciais para a proliferação do *Staphylococcus aureus* e podem ser produzidas em determinados alimentos contaminados por *Pseudomonas aeruginosa*.

Dentre os fatores extrínsecos que afetam a multiplicação dos microrganismos, o mais importante é a temperatura ambiental. A classificação mais aceita para dividir os microrganismos em relação a temperatura, é a de Oslo Jr. e Nottingham, 1980. De acordo com esses autores, os microrganismos psicrófilos tem sua temperatura ótima entre 10°C e 15°C e os psicrotróficos entre 0°C e 7°C. Ambos grupos multiplicam-se bem em alimentos refrigerados, sendo os principais responsáveis pela deterioração de carnes, ovos e pescados. A temperatura ótima de multiplicação dos mesófilos está entre 25°C e 40°C, encontrando-se neste grupo a maior parte dos microrganismos patogênicos de interesse para os alimentos. Os microrganismos termófilos importantes para os alimentos têm sua temperatura ótima de multiplicação entre 35°C e 45°C, incluindo principalmente as

bactérias esporuladas deterioradoras e patogênicas.

Outro fator extrínseco importante que afeta o crescimento dos microrganismos é a umidade relativa do ambiente. Há uma correlação entre a atividade de água (Aa) de um alimento e a umidade relativa de equilíbrio do ambiente. Quando o alimento está em equilíbrio com a atmosfera a umidade relativa (UR) é igual a $Aa \times 100$. Portanto, alimentos conservados em ambiente com UR superior à sua Aa tenderão a absorver umidade do ambiente, causando um aumento em sua Aa e alimentos conservados umidade ambiental inferior à sua, perderão água para o ambiente. Logo, a UR influencia a capacidade de multiplicação dos microrganismos, que é medida pela Aa final do alimento.

A composição gasosa do ambiente que envolve um alimento é o último fator extrínseco que pode determinar a microflora em um alimento. A presença de oxigênio provocará a multiplicação dos microrganismos aeróbios e sua ausência favorecerá a multiplicação dos anaeróbios. "Atmosferas modificadas" ou ambientes nos quais o oxigênio é total ou parcialmente substituído por outros gases, são recursos tecnológicos que aumentam a vida útil de um alimento, porém também alteram a microflora, que se multiplica nos alimentos.

3.2 - A Importância dos Microrganismos para os Alimentos

Os microrganismos podem desempenhar papéis muito importantes nos alimentos, sendo possível classificá-los em três grupos distintos que são os

deteriorantes, os patogênicos e os benéficos, dependendo do tipo de interação existente entre o microrganismo e o alimento.

Quando a presença de microrganismos no alimento causa uma alteração química prejudicial, resulta o que se chama de deterioração microbiana. A deterioração provoca alteração de odor, cor, textura e aspecto do alimento, como consequência da atividade metabólica natural dos microrganismos, que estão apenas perpetuando a sua espécie, utilizando o alimento como fonte de energia.

No caso dos microrganismos presentes nos alimentos representarem risco à saúde, são denominados patogênicos, podendo afetar tanto o homem como ao animal. A origem dos microrganismos nos alimentos pode ocorrer por diversas maneiras, sempre associadas às condições precárias de higiene durante a produção, armazenamento, distribuição ou manuseio em nível doméstico. As características das doenças transmitidas por esses microrganismos dependem de vários fatores intrínsecos do produto, da espécie de microrganismo envolvido e do indivíduo afetado.

Os microrganismos presentes nos alimentos causadores de alterações benéficas, modificam as características originais do alimento de forma a transformá-lo em um novo alimento. Neste grupo encontram-se todos os microrganismos utilizados na fabricação de alimentos fermentados como queijos, vinhos, cervejas, pickles, pães e muitos outros. Os microrganismos podem ser adicionados intencionalmente aos alimentos para que ocorram determinadas reações químicas ou em muitos casos, já se encontram naturalmente presentes, não sendo necessário adicioná-los.

A classificação e identificação dos microrganismos é realizada por meio de suas propriedades morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e genéticas

Nem sempre é fácil definir a qual das categorias mencionadas (deteriorantes, patogênicos ou benéficos), pertence um determinado microrganismo, uma vez que um mesmo microrganismo pode sintetizar metabólitos diferentes em alimentos diferentes. Devido a isso, um microrganismo pode causar deterioração em determinado alimento, mas as reações químicas que ocasionam esta deterioração podem ser desejáveis em um outro alimento.

O interesse da autora por essa interação dos diversos grupos de microrganismos com os alimentos surgiu há treze anos, quando esta iniciou seu trabalho como microbióloga em uma indústria elaboradora de alimentos em Curitiba. Compreendeu-se que na microbiologia de processos alimentícios, encontram-se implicadas muitas disciplinas distintas, com pontos de vista divergentes, tornando-se necessário conciliar tais diferenças para conseguir melhores resultados.

Isso nem sempre é tão fácil como parece, pois engenheiros químicos e microbiólogos, engenheiros de alimentos e químicos, gerentes de produção, agrônomos e outros profissionais envolvidos com a fabricação de alimentos nem sempre falam a mesma língua, porém devem expressar-se do mesmo modo no que se refere à microbiologia dos alimentos.

Por ser microbióloga, a autora acredita que seus 5 anos dedicados à indústria processadora de alimentos, bem como seus 15 anos dedicados ao ensino da microbiologia de alimentos para engenheiros de alimentos, biólogos e químicos, levaram-na a considerar objetivamente os problemas microbiológicos como também sua origem.

Tem-se confiança que esta contribuição ao conhecimento da microbiologia, terá aceitação por parte dos estudantes e profissionais atuantes na área de produção de alimentos, que encontrarão uma considerável soma de informações nesta pesquisa, podendo tirar proveito para seus próprios projetos e atividades profissionais.

Então, cabe aos educadores de modo geral, à indústria alimentícia e à Secretaria de Saúde/Divisão de Higiêne de Alimentos/ Vigilância Sanitária, o dever de conscientizar a população sobre a prevenção de surtos originados pela ingestão de alimentos contaminados por microrganismos. Surtos são doenças manifestadas por várias pessoas que consumiram os mesmos alimentos contaminados em um mesmo local, adoecendo e inclusive podendo ir a óbito em consequência desta doença.

Sua prevenção é realizada primeiramente, pelo uso correto do calor e do frio, com o objetivo de reduzir ou eliminar os microrganismos patogênicos dos alimentos e em segundo lugar, utilizando-se medidas de higiene e desinfecção adequadas durante a manipulação e processamento de alimentos.

As indústrias alimentícias, devem montar planos de amostragem de matérias primas e produtos acabados, possuir estrutura de laboratórios para analisá-los e seguir metodologias de análise seguras e rápidas. Não menos importante é criar o hábito de trabalhar com os fornecedores das matérias primas, exigindo que a matéria prima venha acompanhada com um laudo de análise, garantindo que o produto esteja dentro dos padrões da empresa. Esporadicamente a empresa deve fazer auditorias dos laudos, montando um programa para analisar, como prova daquilo que está sendo declarado.

Quanto à higiene pessoal, de utensílios e equipamentos normalmente envolvidos em contaminações cruzadas, é mister orientar, treinar e acompanhar os funcionários para que entendam, que existe uma "coisa" invisível chamada microrganismo, micróbio ou germe, responsável pelas doenças transmitidas por alimentos. Há que conscientizá-los de que os consumidores e eles próprios poderão passar mal e até chegar a óbito, após a ingestão do alimento manipulado com condições higiênicas precárias.

Ação mecânica e desinfetantes com ação efetiva contra contaminações de superfícies e mãos também são essenciais para garantir a qualidade do produto.

Não menos importante é a definição de pontos críticos, o controle de etapas do processo e a minimização de contaminações, parâmetros fundamentais para um monitoramento eficiente. Esse monitoramento garante que o consumidor não correrá riscos de se contaminar ao ingerir o alimento e que o alimento não se deteriorará antes do vencimento do prazo de validade.

3.3 - Microrganismos Patogênicos Relevantes para os Alimentos

Embora as estatísticas brasileiras sejam precárias, acredita-se que a incidência de doenças microbianas de origem alimentar em nosso país seja bastante elevada. Mesmo em países desenvolvidos, nos quais o abastecimento de gêneros alimentícios é considerado seguro do ponto de vista de higiene e saúde pública, a ocorrência de doenças desta natureza é significativa e vem aumentando, apesar dos avanços tecnológicos nas áreas de produção e controle de alimentos.

Nos Estados Unidos, por exemplo, estima-se que 24 milhões de casos ocorram por ano, sendo que cada caso afeta em média 10 habitantes (CLIVER, 1990).

As doenças microbianas de origem alimentar podem ser subdivididas em duas grandes categorias que são as intoxicações e as infecções alimentares.

As intoxicações alimentares são causadas pela ingestão de alimentos contendo toxinas microbianas pré-formadas. Estas toxinas são produzidas durante a intensa proliferação dos microrganismos patogênicos no alimento. Neste grupo encontram-se as bactérias *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* forma emética e os fungos produtores de micotoxinas.

As infecções alimentares são causadas pela ingestão de alimentos contendo células viáveis de microrganismos patogênicos. Estes microrganismos aderem à mucosa do intestino humano e proliferam, colonizando-o. Em seguida, pode ocorrer a invasão da mucosa e penetração nos tecidos ou então, a proliferação de toxinas que alteram o funcionamento das células do trato gastro intestinal. Entre as bactéria invasivas, encontram-se *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli* invasora e *Yersinia enterocolitica*. Entre as toxigênicas, destacam-se *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli* enterotoxigênica e *Campilobacter jejuni*.

Os principais microrganismos causadores de intoxicações e infecções alimentares, bem como suas características mais importantes seguem abaixo:

3.3.1 - *Clostridium botulinum*

É um bacilo gram-positivo, com flagelos peritríqueos, formador de esporos, anaeróbio estrito, capaz de produzir as toxinas A,B,C1,C2,D,E,F e G. Os tipos A, B, E e F são causadores de botulismo no homem.

Sua temperatura de multiplicação varia de 10°C a 45°C. O pH de multiplicação varia entre 4,6 e 9,0. A concentração salina é um dos fatores importantes no controle do botulismo, sendo que em alimentos salgados a atividade de água mínima é 0,94.

Atualmente conhece-se três formas de botulismo: o botulismo clássico, correspondente à intoxicação causada pela ingestão de alimentos contendo neurotoxinas; botulismo de lesões, que é uma doença infecciosa causada pela proliferação e conseqüente liberação de toxinas em lesões infectadas com *C. botulinum*, e o botulismo infantil, que também é uma doença infecciosa causada pela ingestão dos esporos de *C. botulinum* e subseqüente germinação, multiplicação e toxigênese no intestino de crianças com menos de um ano de idade.

O botulismo alimentar tem um período de incubação que varia de 12 a 36 horas, dependendo da quantidade de toxina ingerida. A doença inicia com diarreia, náuseas e vômitos. O início da ação da neurotoxina botulínica causa fadiga e fraqueza muscular, problemas de visão dupla, secura da boca e dificuldade de deglutição, podendo paralisar a respiração e provocar a morte em três a cinco dias.

O habitat normal do *C. botulinum* é o solo e o trato intestinal de animais vertebrados e invertebrados sadios. Os principais surtos na Europa e nos Estados Unidos envolvem produtos cárneos contaminados, conservas vegetais de preparação caseira, e mel (HAUSCHILD, 1993).

Para evitar o botulismo nos alimentos, deve-se destruir todas as células vegetativas e esporos no alimento usando tratamento térmico elevado.

3.3.2 - *Clostridium perfringens*

É um bacilo gram-positivo, anaeróbio, esporulado, com cápsula e móvel e produtor de cinco tipos de toxinas: A, B, C, D e E. Sua temperatura ótima de multiplicação encontra-se entre 40°C e 45°C. O pH ideal de multiplicação está entre 6,0 e 7,0, e a atividade de água entre 0,95 e 0,98. O tempo de geração de 7,1 minutos a 41°C é um dos menores entre as bactérias de interesse para os alimentos.

O *Clostridium perfringens* é responsável por dois tipos diferentes de toxinfecção alimentar. Cepas do tipo A, são mais freqüentes e causam intoxicação alimentar. Cepas do tipo C causam enterite necrótica, que é bem mais grave.

Os sintomas da intoxicação alimentar são dores abdominais agudas, diarreia com náuseas e febre e aparecem entre 8 e 12 horas após a ingestão de alimentos contendo 10⁶ a 10⁷ células por grama de alimento ou mais. Normalmente essa intoxicação é branda, raramente causa a morte.

A enterite necrótica é mais rara. Os sintomas são dores abdominais agudas muito intensas, diarreia sangüinolenta e inflamação necrótica do intestino delgado,

sendo freqüentemente fatal.

A intoxicação alimentar é causada por uma enterotoxina que aparece quando se forma o esporo de *C. perfringens* e ocorre pela ingestão de alimentos contendo números elevados de células viáveis, que esporulam no intestino delgado, liberando enterotoxina.

A fonte de contaminação é o solo, o intestino do homem e de muitos animais, sendo facilmente isolado de alimentos crus e processados. Encontra-se entre os agentes etiológicos isolados com maior freqüência em muitos países. A maioria dos surtos relatados é associado com carne de gado e frango preparados em grandes quantidades, provenientes de estabelecimentos industriais como restaurantes, hospitais e escolas.

As medidas de prevenção incluem tratamento térmico elevado, sendo que a resistência térmica varia de acordo com cada cepa.

3.3.3 - *Bacillus cereus*

É um bacilo Gram-positivo grande, aeróbio, mesófilo, com flagelos peritríquios, e produtor de esporos. Sua temperatura ótima encontra-se entre 28 e 35°C. A atividade de água mínima necessária para seu crescimento é 0,95, sendo o crescimento bastante reduzido quando a concentração de NaCl do meio é 7,5%. A faixa de pH em que ocorre multiplicação varia de 4,9 a 9,3.

B. cereus pode causar formas distintas de gastroenterite: a síndrome diarréica e a síndrome emética.

A síndrome diarréica caracteriza-se por um período de incubação que varia de oito a 16 horas, e seus principais sintomas são diarréia intensa, dores abdominais, tenesmos retais, raramente ocorrendo náuseas e vômito. A duração da doença é de 12 a 24 horas. Os alimentos envolvidos nos casos de gastroenterite diarréica por *B. cereus*, descritos na literatura, são vegetais crus e cozidos, produtos cárneos, pescado, massas, leite, sorvete, pudins à base de amido, entre outros. A síndrome emética caracteriza-se por um período de incubação curto (uma a cinco horas), causando vômitos, náuseas e mal-estar geral e, em alguns casos, diarréia com seis a 24 horas de duração. Esta síndrome está quase que exclusivamente associada a alimentos farináceos, contendo cereais, principalmente arroz. Um número bastante significativo de casos já foi descrito envolvendo o arroz preparado à moda chinesa, ou seja, cozido no vapor e mantido à temperatura ambiente. Nestas condições, o aquecimento é insuficiente para destruir os esporos, que são comuns em cereais.

Esse microrganismo é largamente distribuído na natureza, sendo o solo o seu reservatório natural. Por esta razão, contamina facilmente alimentos como vegetais, cereais, condimentos, etc.

Os esporos das cepas *B. cereus* associadas com doenças de origem alimentar têm $D_{95^{\circ}\text{C}}$ de 24 minutos aproximadamente. Cepas não associadas com doença têm $D_{95^{\circ}\text{C}}$ que pode variar entre um minuto e meio e 36 minutos. Portanto, o consumo de alimentos recém-preparados não oferece risco. Das várias formas de tratamento térmico, o cozimento em vapor sob pressão, a fritura e o assar em forno quente destroem tanto células vegetais quanto esporos. Cozimento em

temperaturas inferiores a 100°C pode não ser eficaz para destruição de todos os esporos de *B. cereus*.

3.3.4 - *Staphylococcus aureus*

As bactérias do gênero *Staphylococcus* são cocos Gram-positivos, pertencentes à família *Micrococcaceae* e por dividirem-se em planos diferentes, quando vistos ao microscópio aparecem na forma de cacho de uva. São anaeróbias facultativas, com maior crescimento sob condições aeróbias, quando, então, produzem catalase.

A espécie *S. aureus* é a que está associada mais freqüentemente às doenças estafilocócicas, que sejam de origem alimentar ou não.

Sua temperatura ótima de crescimento encontra-se entre 40 e 45°C, sendo as enterotoxinas produzidas entre 10 e 46°C. Seu pH ideal de multiplicação situa-se entre 6 e 7. Considerando a Aa, os estafilococos são únicos em sua capacidade de crescerem em valores inferiores aos normalmente considerados mínimos para as bactérias não-halófilas. O valor mínimo da Aa considerado, atualmente, é de 0,86 apesar de, sob condições ideais, esta bactéria já ter se desenvolvido em Aa de 0,83 (JAY, 1993).

S. aureus causa intoxicação provocada pela ingestão do alimento que apresenta a toxina pré-formada. Portanto, o agente causal não é a bactéria *per se*, mas várias toxinas (A,B,C1,C2,C3, D, E) produzidas por esta bactéria, conhecidas como enterotoxinas. Atualmente, sabe-se que as espécies *S. intermedius* e *S. hyicus* também são capazes de produzir tais toxinas.

O período de incubação de um surto varia, geralmente, de 30 minutos a oito horas, sendo a média de duas a quatro horas, após a ingestão do alimento contaminado (FRAZIER, 1988).

Os principais sintomas são náusea, vômito, câibras abdominais geralmente bem dolorosas, diarreia e sudorese. Podem ocorrer ainda dores de cabeça, calafrios, queda de pressão arterial e, raríssimas vezes, febre, quando a quantidade de toxina ingerida é grande. A doença não é fatal, a menos que o indivíduo esteja debilitado. Quando há choque, desidratação e muito vômito é necessária a hospitalização para que os fluidos e os eletrólitos sejam repostos.

O homem e os animais são os principais reservatórios de *S. aureus*. A cavidade nasal é o principal habitat dos estafilococos no homem e, a partir deste foco, atingem tanto a epiderme e feridas como o ar, água, solo, leite, esgoto e qualquer superfície ou objeto que tenha entrado em contato com o homem.

Os portadores nasais e os manipuladores de alimentos com mãos e braços que apresentem feridas infectadas com *S. aureus* são importantes fontes de contaminação do alimento.

São agentes comuns da intoxicação estafilocócica o leite, creme, tortas recheadas com creme, queijo, saladas de batata, atum, frango, presunto cozido e outras carnes cozidas.

Para prevenir a intoxicação estafilocócica, é importante manter os alimentos suscetíveis sob refrigeração. O resfriamento rápido de toda a massa alimentícia é uma das medidas para a prevenção e controle desta intoxicação. Quando da impossibilidade destas medidas, deve-se tomar cuidados especiais para se evitar a contaminação no preparo deste alimento.

3.3.5 - *Listeria monocytogenes*

L. monocytogenes é um bacilo Gram-positivo, não formador de esporo, anaeróbio facultativo. Células jovens, quando observadas ao microscópio, apresentam-se na forma lisa, assemelhando-se a pequenos difteróides, medindo de 1,0 a 2,0 μ por 0,5 μ . Após três a cinco dias de incubação, no entanto, apresentam-se como bacilos longos, medindo de 6 a 20 μ (MOSSEL; 1982).

L. monocytogenes é móvel devido a flagelos peritríquios, apresentando movimento característico denominado tombamento, que auxilia na sua identificação.

L. monocytogenes apresenta crescimento na faixa de 25°C a 44°C, embora existam relatos sobre o crescimento a 0°C. Este microorganismo suporta repetidos congelamentos e descongelamentos.

Embora o pH ótimo para o crescimento desta bactéria esteja entre seis e oito, ela pode crescer em uma faixa maior, entre cinco e nove. Em meios de cultura, no entanto, já se verificou seu crescimento em pH 9,5 (FARBER, 1991).

A atividade de água ótima para seu crescimento é próxima a 0,97. Contudo, esta bactéria tem a capacidade de se multiplicar em atividade de água considerada baixa para a multiplicação de patógenos -0,92 (FARBER, 1991).

Já foi verificado em animais experimentais que cepas virulentas são capazes de se multiplicar em macrófagos, rompendo estas células e produzindo septicemia. Quando isto ocorre, os microrganismos podem atingir outras áreas do organismo, podendo envolver o sistema nervoso central, o coração ou outros

locais. Em mulheres grávidas, pode haver a invasão do feto e, dependendo do estágio em que a gravidez se encontra, pode ocorrer aborto, parto prematuro, nascimento de natimorto ou haver septicemia neonatal. Quando um recém-nascido é infectado no momento do parto, os sintomas típicos de listeriose são de uma meningite. Essa sintomatologia tem início de uma a quatro semanas após o nascimento, havendo relatos, no entanto, de período de quatro dias (JONES, 1992).

Na fase entérica, a sintomatologia é semelhante a da gripe, acompanhada de diarreia e febre moderada. No entanto, em alguns casos estes sintomas são inaparentes. Pode ocorrer também o desenvolvimento de um estado de portador de duração indefinida.

A bactéria já foi isolada de uma grande variedade de animais, entre eles carneiros, gado bovino, cabras, porcos, cavalos, gansos, gaivotas, patos, pombas, perus, galinhas, cachorros e lebres. Também já foi isolada de peixes, artrópodes, larvas de insetos, rãs e no ser humano (CLIVER, 1990).

Na década de 80 ocorreram vários surtos de listeriose. O primeiro deles, que despertou os microbiologistas de alimentos para o problema da *L. monocytogenes*, ocorreu no Canadá. O alimento incriminado foi salada de repolho tipo *coleslaw*. Um surto ocorrido em 1983, nos Estados Unidos, envolveu 49 indivíduos, com índice de mortalidade de 29%. O veículo foi leite pasteurizado (FARBER, 1991).

3.3.6 - *Escherichia coli* patogênica

Escherichia coli é a espécie predominante entre os diversos microrganismos anaeróbios facultativos que fazem parte da flora intestinal de animais de sangue quente. Esse microrganismo pertence à família *Enterobacteriaceae* e entre suas principais características destacam-se: bacilos Gram-negativos, não-esporulados, capazes de fermentar lactose com produção de ácido e gás.

O significado da presença de *E. coli* em um alimento deve ser avaliado sob dois ângulos. Inicialmente, *E. coli*, por ser uma enterobactéria, uma vez detectada no alimento, indica que esse alimento tem uma contaminação microbiana de origem fecal e portanto está em condições higiênicas insatisfatórias.

O outro aspecto a ser considerado é que diversas linhagens de *E. coli* são comprovadamente patogênicas para o homem e para os animais.

Com base nos fatores de virulência, manifestações clínicas e epidemiologia, as linhagens de *E. coli* consideradas patogênicas são, atualmente, agrupadas em cinco classes:

- 1) EPEC (*E. coli* enteropatogênica clássica)
- 2) EIEC (*E. coli* enteroinvasora)
- 3) ETEC (*E. coli* enterotoxigênica)
- 4) EHEC (*E. coli* entero-hemorrágica)
- 5) EaggEC (*E. coli* enteroagregativa)

As EPEC são conhecidas há muitas décadas como um importante microrganismo causador de gastroenterite em crianças. A diarreia provocada por ela

é mais grave do que aquelas provocadas por outros patógenos. A diarreia é, geralmente, acompanhada de dores abdominais, vômitos e febre. A duração da doença varia de seis horas a três dias (média de 24 horas), com período de incubação variando entre 17 e 72 horas (média de 36 horas) (LEITÃO, 1988).

Atualmente, em países desenvolvidos, EPEC é isolada em surtos esporádicos e com frequência muito baixa em casos de diarreia endêmica. Entretanto, em países menos desenvolvidos, principalmente naqueles localizados em zona tropical, EPEC está entre os principais agentes enteropatogênicos, em especial na diarreia do lactente, com índice de mortalidade bastante altos. No Brasil, EPEC é responsável por cerca de 30% dos casos de diarreia aguda em crianças pobres com idade inferior a seis meses (CAMARGO in: Seminário, 1997).

As EIEC são capazes de penetrar em células epiteliais e causar manifestações clínicas semelhantes às infecções causadas por *Shigella*.

Os sintomas característicos da doença são: disenteria, cólicas abdominais, febre e mal-estar geral, com eliminação de sangue e muco com as fezes. O período de incubação varia entre oito e 24 horas (média de 11 horas). Estudos realizados com voluntários adultos indicam que a dose de infecção é alta (10^6 a 10^8 células) (JAY, 1993).

Alguns estudos têm apontado surtos relacionados com a ingestão de água e/ou alimentos contaminados com EIEC.

Ao grupo ETEC pertencem aquelas cepas que são capazes de produzir enterotoxinas.

A doença provocada por ETEC caracteriza-se pela diarreia aquosa, normalmente acompanhada de febre baixa, dores abdominais e náuseas. Em sua

forma mais severa, essa doença assemelha-se bastante à cólera: fezes aquosas (“água de arroz”) que levam à desidratação. O período de incubação varia de oito a 44 horas (média 26h). A dose de infecção também é alta (10^6 a 10^8 células) (CLIVER, 1990).

Em indivíduos desnutridos, a gastroenterite pode durar várias semanas, levando a um quadro de desidratação grave. Entretanto, em casos de “diarréia do viajante”, a doença pode ser leve, e normalmente é autolimitada, não sendo necessária nenhuma intervenção médica.

A designação de EHEC é empregada para cepas de *E. coli* pertencentes ao sorotipo 0157:H7, implicadas como agente etiológico da colite hemorrágica.

A colite hemorrágica é caracterizada clinicamente por dores abdominais severas e diarréia aguda, seguida de diarréia sangüinolenta, diferindo das manifestações clínicas causadas por outros agentes invasores, pela grande quantidade de sangue nas fezes e ausência de febre. O período de incubação varia de três a nove dias, com média de quatro dias. A duração da doença varia de dois a nove dias. A enterocolite pode evoluir para uma doença grave chamada síndrome urêmica hemolítica (HUS) (DOYLE, 1989).

O gado é um reservatório natural de EHEC, razão pela qual os alimentos de origem animal, principalmente a carne bovina, parecem ser o principal veículo desse patógeno. Diversos surtos de colite hemorrágica ocorridos nos Estados Unidos, Canadá e Japão foram claramente associados com consumo de hambúrgueres. Por isso, a síndrome provocada por EHEC tem recebido a denominação de “doença do hambúrguer” (BANWART, 1989).

3.3.7 - *Salmonella*

O gênero *Salmonella* pertence à família *Enterobacteriaceae* e compreende bacilos Gram-negativos não produtores de esporos. São anaeróbios facultativos, produzem gás a partir de lactose (exceto *S. typhi*) e são capazes de utilizar o citrato como única fonte de carbono. A maioria é móvel, através de flagelos peritríquios, exceção feita à *S. pullorum* e à *S. gallinarum*, que são imóveis.

O pH ótimo para multiplicação das salmonelas fica próximo de 7,0. As salmonelas não toleram concentrações de sal superiores a 9%. O nitrito é inibitório e seu efeito é acentuado pelo pH ácido. A temperatura ideal para multiplicação de *Salmonella* é 35-37°C.

As doenças causadas por *Salmonella* costumam ser subdivididas em três grupos: a febre tifóide, causada por *Salmonella typhi*, as febres entéricas, causadas por *Salmonella paratyphi* (A, B e C) e as enterocolites (ou salmoneloses), causadas pelas demais salmonelas.

A febre tifóide só acomete o homem, e normalmente é transmitida por água e alimentos contaminados com material fecal humano. Os sintomas são muito graves, e incluem septicemia (multiplicação da *Salmonella* no sangue), febre alta, diarreia e vômito.

As febres entéricas são bastante semelhantes à febre tifóide, mas os sintomas clínicos são mais brandos. Geralmente ocorrem septicemia, febre, vômitos e diarreia. Enquanto a febre tifóide pode durar de uma a oito semanas, as febres entéricas duram, no máximo, três semanas. Estas doenças também podem

ser causadas por consumo de água e alimentos, especialmente leite cru, vegetais crus, mariscos e ovos.

As salmoneloses caracterizam-se por sintomas que incluem diarreia, febre, dores abdominais e vômitos. Os sintomas aparecem, em média, 12 a 36 horas após o contacto com o microrganismo, durando entre um e quatro dias. De modo geral, as enterocolites por *Salmonella* não necessitam de tratamento com antibióticos.

Atualmente, *Salmonella* é um dos microrganismos mais frequentemente envolvidos em casos e surtos de doenças de origem alimentar em diversos países, inclusive Brasil (CAMARGO in: Seminário, 1997). Na Inglaterra e países vizinhos, 90% dos casos são causados por *Salmonella*. Dados recentes publicados nos Estados Unidos, Canadá e Japão indicam que os relatos de ocorrência de salmonelose de origem alimentar aumentam a cada ano. Nesses países, e também no Brasil, *S. typhimurium* é o sorotipo mais comumente encontrado nos alimentos (FRANCO, 1996).

As salmonelas são amplamente distribuídas na natureza, sendo o trato intestinal do homem e de animais o principal reservatório natural. Entre os animais, as aves (galinhas, perus, patos, gansos) são o reservatório mais importante. Suínos, bovinos, eqüinos e animais silvestres (roedores, anfíbios e répteis) também apresentam salmonelas. Os animais domésticos (cães, gatos, passáros, etc.) podem ser portadores de salmonelas, representando grande risco, principalmente para crianças. As aves têm um papel especialmente importante, pois podem ser portadores assintomáticos, excretando continuamente salmonelas pelas fezes. Animais nessas condições podem causar contaminações cruzadas de grande

importância nos abatedouros de aves.

O calor é a melhor forma de destruir *Salmonella* em alimento.

3.3.8 - *Campylobacter*

Entre suas principais características destacam-se: forma de bacilos curvos, espiralados, muito finos e compridos (0,2 a 0,5µm de largura e 0,5 a 5µm de comprimento), Gram-negativos, móveis com único flagelo polar que apresenta de duas a três vezes o comprimento da célula. O flagelo é responsável pelo seu movimento característico em saca-rolha ou em vaivém (JAY, 1993).

A característica mais marcante do gênero *Campylobacter* é a microaerofilia, requerendo tensão baixa de oxigênio para sua multiplicação.

A infecção pode manifestar-se de várias formas, sendo a enterocolite a mais comum. A sintomatologia da campilobacteriose é clinicamente semelhante à causada por diversos outros patógenos entéricos. O período de incubação varia normalmente de dois a cinco dias, podendo se estender até 10 dias. A doença caracteriza-se por causar diarreia acompanhada de febre baixa e dores abdominais. Em alguns casos, a febre pode ser alta e as fezes podem conter sangue, leucócitos e muco.

O *C. jejuni* tem sido caracterizado como agente de enterocolite em diversas partes do mundo. Nos Estados Unidos, acredita-se que seja mais freqüente que *Salmonella* e *Shigella* juntos. Na Inglaterra, a freqüência estimada é semelhante à de *Salmonella*, e vem aumentando ultimamente. No Brasil, tem-se demonstrado que *C. jejuni* é também um importante agente de gastroenterite aguda e crônica, afetando principalmente crianças. Nos países em desenvolvimento, a enterocolite é

endêmica e a frequência de casos assintomáticos é elevada (FRANCO, 1996).

O *C. jejuni* e o *C. coli* são microrganismos comensais do trato gastrointestinal de uma grande variedade de animais domésticos e silvestres. São isolados de bovinos, suínos, gatos, cães, roedores e, principalmente, de aves (porcos, frangos, patos, perus), com frequência que varia de 30% a 100%. O *C. lari* faz parte da flora intestinal de gaivotas e de outras aves de ambientes aquáticos e, menos freqüentemente, de mamíferos. O *C. coli* é comum em suínos (FRAZIER, 1988). Os animais representam, portanto, a fonte mais importante de transmissão destes patógenos.

Além da transmissão através do contato direto com animais contaminados, o *C. jejuni* e o *C. coli* podem ser transmitidos por portadores com infecções ativas. A transmissão pode ser indireta através da ingestão de água e alimentos contaminados.

A maioria dos surtos já descritos foi associada ao consumo de leite cru, proveniente tanto de bovinos quanto de outros animais. Acredita-se que a contaminação através do leite seja decorrente de contaminação com fezes, devido a condições precárias de higiene durante a ordenha dos animais. A mastite bovina por *Campylobacter* spp também pode causar a contaminação através de leite cru. O leite pasteurizado não representa um veículo importante, visto que são rapidamente destruídos pelo calor, não sobrevivendo aos processos de tratamento térmico utilizados em alimentos. Esses microrganismos não sobrevivem ao processo de pasteurização ($D_{95^{\circ}\text{C}} = 0,7$ a 1 min), nem ao aquecimento a 60°C por 10 minutos. São inativados mais rapidamente em alimentos conservados em geladaria (4°C) do que naqueles conservados em temperatura ambiente (JAY, 1993).

3.3.9 - *Vibrio cholerae*

Bacilos Gram-negativos, retos ou curvos; são móveis devido a presença de um único flagelo polar; produzem oxidase e catalase e fermentam glicose sem produção de gás.

A cólera é uma doença presente na Índia desde tempos imemoriais. No entanto, só foi reconhecida em 1817 quando se espalhou por outros países, causando a Primeira Pandemia (ALBERTO, 1993).

Em 1961, teve início a Sétima Pandemia que dura até o momento. Nesta, a agente causador é o *V. cholerae* 01, biotipo El Tor, sorotipo Inaba. Casos esporádicos vêm ocorrendo em todo o mundo, sendo considerada a epidemia que atingiu a maior extensão geográfica e teve a mais longa duração. Em 1991, atingiu a América do Sul, com os primeiros casos ocorrendo no Peru e posteriormente disseminando-se para outros países, como Brasil, Argentina, Bolívia, Equador, Colômbia e Chile (ALBERTO, 1993).

O período de incubação da cólera varia de seis horas a cinco dias. As pessoas infectadas com o vibrião podem ou não apresentar sintomatologia ou, ainda, apresentar diarreia moderada ou diarreia aquosa e profusa. Nos casos mais severos pode haver perda de mais de 1 litro de fezes por hora, levando à perda rápida de líquido, colapso circulatório e à morte, quando na ausência de terapia.

A prevenção de epidemias da cólera é baseada principalmente na infraestrutura de saneamento básico adequado, além das boas práticas de higiene pessoal do indivíduo.

A cocção adequada de alimentos marinhos e a prevenção de uma recontaminação desses alimentos após o processamento também auxiliarão na prevenção da doença.

Em algumas regiões do globo terrestre, a cólera ainda é uma doença endêmica, como ocorre na Índia e partes da Ásia e África.

O reservatório da bactéria, comprovado até o momento, é o homem, sendo que o ciclo de transmissão homem-meio ambiente mantém a doença.

3.3.10 - *Vibrio vulnificus*

O *Vibrio vulnificus* é uma bactéria que se apresenta na forma de bastonetes Gram-negativos, algumas vezes em forma de vírgula, halófila, com temperatura ótima de 37°C.

Esse microrganismo é um dos patógenos humanos que apresenta maior poder de invasão e mortalidade e os primeiros relatos sobre a doença provocada, relacionam-se às infecções de feridas e não a infecções de origem alimentar.

O *V. vulnificus* apresenta duas vias de entrada no organismo humano. Uma delas é através da ingestão de alimentos marinhos, sendo as ostras o principal alimento envolvido em casos de septicemia primária, com alta taxa de mortalidade. A Segunda via de entrada é através de lesões presentes na epiderme. Tais lesões podem ser tão pequenas quanto uma picada de inseto. Contrariamente à septicemia primária, as infecções das feridas apresentam baixa taxa de mortalidade, podendo, porém, levar à amputação do membro afetado (KLONTZ et all, 1988).

Nas septicemia primária e gastroenterite, o reservatório primário de *V. vulnificus* é a água do mar, e os indivíduos acometidos pela doença relatam a ingestão de alimentos marinhos crus, principalmente as ostras.

O período de incubação da doença pode ser muito curto, variando de sete horas a alguns dias, com período médio entre 16 e 38 horas.

Os sintomas mais importantes não são aqueles normalmente relacionados às infecções de origem alimentar como diarreias, vômitos e dores abdominais, mas sim febre, calafrios, náuseas e hipotensão.

O número de *V. vulnificus* na água aumenta quando a temperatura está na faixa de 13°C a 22°C (KLONTZ et al, 1988). Deve-se, portanto, evitar o consumo de alimentos marinhos crus durante os meses de verão. Para que o número desta bactéria seja mantido baixo, é necessário que, logo após terem sido pescados ou colhidos, os alimentos sejam mantidos sob refrigeração ou ainda colocados em gelo, de forma a mantê-los em temperaturas inferiores a 5°C até serem consumidos.

3.3.11 - *Aeromonas hydrophila*

As evidências quanto ao envolvimento de *Aeromonas* spp na etiologia de doenças gastrintestinais em seres humanos têm aumentado nos últimos anos. Por outro lado, seu papel como causador de infecções em hospedeiros imunodeprimidos já está bem determinado.

Apesar de até o momento não haver relatos sobre surtos de infecções alimentar causados por *A. hydrophila*, a sua presença em fezes de pacientes com

diarréia, enteropatogenicidade apresentada em modelos animais e sua presença em vários alimentos levam a suspeitar como sendo agente infeccioso de origem alimentar.

Sua temperatura ótima de crescimento é de 28°C, sua faixa de pH está situada entre 4 e 10, é psicrofílico, móvel, gram negativo e anaeróbio facultativo (SNEATH, 1986).

A *A. hydrophila* e a *A. sobria* são causadores de dois tipos de doença gastrointestinal, sendo que a mais comum se assemelha à da cólera, com diarréia aquosa e febre moderada. O segundo tipo é caracterizado pela presença de muco e sangue nas fezes (JAY, 1993).

A diarréia provocada por *Aeromonas* spp geralmente é moderada e restrita, porém, têm sido relatados casos severos de ambos os tipos de gastroenterite.

Outras infecções podem ser causadas por *Aeromonas* spp: septicemia, meningite e infecções em feridas e nos tratos respiratórios e urinário (DOYLE, 1989).

Estão presentes em alimentos de origem animal como peixes, camarões, ostras, caranguejos, carnes, frangos e leite cru, além de carne de porco e de vaca embaladas a vácuo, carnes cozidas, saladas pré-preparadas e água mineral engarrafadas (BATISTA in: Seminário, 1997).

Devido às características psicrotróficas de *A. hydrophila*, o armazenamento à temperatura de refrigeração não é, por si só, um método adequado de prevenção da transmissão desta bactéria pelos alimentos, conseqüentemente, outros métodos como o termoprocessamento são necessários.

3.3.12 - Fungos Produtores de Micotoxinas

Os fungos são indesejáveis nos alimentos porque são capazes de produzir uma grande variedade de enzimas que, agindo sobre os alimentos, provocam a sua deterioração. Além disso, muitos fungos podem produzir metabólitos tóxicos quando estão se multiplicando nos alimentos. Estes metabólitos recebem a denominação genérica de “micotoxinas”, e correspondem a produtos metabólicos secundários que, quando ingeridos com os alimentos, causam alterações biológicas prejudiciais tanto no homem como nos animais (micotoxicoses).

Casos de intoxicações por micotoxinas são conhecidos desde a Idade Média e atualmente acredita-se que mais de 100 diferentes substâncias tóxicas podem ser produzidas por, pelo menos, 80 espécies diferentes de bolores. Alguns bolores são capazes de produzir mais de uma micotoxina (JAY, 1993).

Por motivos didáticos, as micotoxinas e as micotoxicoses serão classificadas nos seguintes grupos:

- a) Toxinas e micotoxicoses por *Aspergillus* spp
- b) Toxinas e micotoxicoses por *Penicillium* spp
- c) Toxinas e micotoxicoses por *Fusarium* spp.

As toxinas e micotoxicoses por *Aspergillus* spp são produzidas principalmente pelo *A. flavus* e *A. parasiticus*.

A produção de aflatoxinas é favorecida pela temperatura de 23°C a 26°C, sendo produzida em maior quantidade quando o substrato é rico em carboidratos, gorduras e proteínas. As aflatoxinas são comumente encontradas no amendoim,

semente de algodão, castanha e grãos de outros cereais como milho (FRANCO, 1996).

As aflatoxinas podem ter atividade tóxica aguda em diversos animais (patos, coelhos, cachorros, cobaias), e pequenas quantidades são suficientes para causar danos hepáticos e hemorragias no trato gastrintestinal e na cavidade peritoneal.

As ocratoxinas são produzidas principalmente pelo *A. alutaceus* que é um contaminante comum de nozes, castanhas, grãos de cereais (cevada, milho, trigo, aveia, soja, arroz, amendoim), frutas cítricas, algodão, pimenta-do-reino e alguns produtos fermentados orientais à base de peixe (BANWART, 1989). As ocratoxinas causam lesões renais e hepáticas em animais.

Uma toxina e micotoxicose causada por *Penicillium* spp é a rubrotoxina, produzida pelo *P. rubrum*, provoca doenças hemorrágicas em animais (aves, suínos, gado bovino). Sua produção está associada à produção de pigmentos vermelhos. O cereal mais comumente envolvido é o milho.

Outra toxina produzida por *Penicillium* spp é a patulina, produzida pelo *P. expansum*, *P. claviforme* e *P. urticae*, tem ação antibiótica. Sua produção ocorre principalmente em frutas em deterioração (BANWART, 1989). Esta micotoxina é estável em condições ácidas, razão pela qual tem sido encontrada em sucos de frutas, principalmente maçãs.

As toxinas e micotoxicoses produzidas por *Fusarium* spp podem ser pelo menos três tipos de micotoxinas: os tricotecenos, as fumonisinas e a zearalenona.

3.4 - Deterioração Microbiana de Alimentos Frescos e Processados

3.4.1 - Deterioração dos produtos de origem animal.

O leite é um excelente meio de cultura para os microrganismos devido a suas características intrínseca, como alta atividade de água, pH próximo ao neutro e riqueza em nutrientes. As substâncias inibitórias para os microrganismos, como lactoperoxidase e aglutininas, presentes em leite cru recém-ordenhado, são inativadas rapidamente.

A contaminação do leite pode ocorrer durante a ordenha, porém as principais fontes de contaminação são os equipamentos utilizados durante a manipulação, o transporte, o processamento e o armazenamento.

A qualidade de todos os produtos derivados do leite dependerá, basicamente, das condições microbiológicas da matéria-prima.

Assim como o leite, a carne também apresenta uma composição química que a torna excelente meio de cultura. Apresenta alta atividade de água, é um alimento rico em substância nitrogenadas, minerais e fatores de crescimento. Além disso, o pH é favorável para a maioria dos microrganismos.

A quantidade e os tipos de microrganismos que se desenvolverão na carne dependerá das condições de abate a que o animal foi submetido, das condições de estresse nesse momento, etc.

Os tipos mais comuns de deterioração de carnes podem ser classificados de acordo com a atmosfera que envolve os produtos e se são provocados por bactérias, bolores ou leveduras. A temperatura é outro fator de importância que influenciará o tipo de deterioração. Assim, a carne refrigerada será deteriorada por

microrganismos que crescem nessas temperaturas, incluindo muitos daqueles capazes de produzir limosidade superficial, alterações na cor e pontos de crescimento superficial. Por outro lado, os microrganismos putrefativos requerem temperaturas mais elevadas.

O pescado é um dos alimentos mais suscetíveis à deterioração devido à atividade de água elevada, sua composição química, teor de gorduras insaturadas facilmente oxidáveis e, principalmente, ao pH próximo da neutralidade.

A composição química do pescado varia em função da espécie, época do ano e condições de alimentação. O teor de carboidratos é desprezível na maioria dos pescados, com exceção dos moluscos. Por isso, a deterioração desses alimentos é caracterizada pela utilização de substâncias nitrogenadas, principalmente as não-protéicas, o que resulta na elevação do pH (LEITÃO, 1988).

Na carne de peixe, a deterioração ocorre mais rapidamente do que em outros produtos cárneos, devido não só à autólise, como também ao pH próximo à neutralidade, o que favorece o desenvolvimento microbiano.

Quanto aos ovos, a maioria é estéril, pelo menos em sua parte interna. No entanto, as cascas tornam-se logo contaminadas por matéria fecal da ave, da gaiola ou do ninho. Essa contaminação pode ocorrer também pela água de lavagem, pela manipulação ou ainda pela embalagem utilizada. O tipo de microrganismo contaminante isolado da casca é variado. Verifica-se que, na microbiologia normal, há predomínio de Gram-positivos, enquanto que no ovo deteriorado ocorre a substituição por Gram-negativos (FRAZIER, 1988).

O ovo tem várias maneiras de se proteger da invasão microbiana. A casca e a cutícula de revestimento retardam a entrada dos microrganismos. As

membranas internas também servem como barreira mecânica. Durante o envelhecimento do ovo ocorrem alterações nas membranas, favorecendo a deterioração.

3.4.2 - Deterioração de alimentos envasados ou enlatados.

Segundo BANWART (1989), os alimentos enlatados ou envasados não deveriam sofrer deterioração microbiana, pois são submetidos a processamentos térmicos. Entretanto, algumas vezes ocorre a deterioração e as principais causas são:

- deterioração pré-processamento ou incipiente;
- contaminação do alimento enlatado devido a falhas nas costuras (também conhecido como vazamento);
- resfriamento inadequado;
- subprocessamento.

Os produtos alimentícios enlatados que apresentam falhas nas costuras, pequenos pontos de depressão, microfuros e corrosão são contaminados por microrganismos presentes nos equipamentos, ar, matérias primas ou pelos que sobreviveram ao tratamento térmico.

E de acordo com o valor de seu pH (alimentos de baixa acidez com pH acima de 4,5; alimentos ácidos com pH na faixa de 4,0 a 4,5; alimentos muito ácidos com pH inferior a 4,0) pode variar a microbiota contaminante dos alimentos envasados como tomates, peras e figos.

Nos alimentos de baixa acidez e ácidos quando contaminado por algumas cepas de *Clostridium botulinum* ocorre a produção de toxina que apresenta importância relevante na saúde pública em alimentos com pH próximo a 4,6.

Os alimentos de baixa acidez (pH maior que 4,5) podem ser deteriorados por:

Bactérias termófilas do grupo *flat sour* - O *B. stearothermophilus* e o *B. coagulans*, por exemplo são bactérias fermentadoras de carboidratos, mas sem produção de gás. Se uma lata apresenta-se com as extremidades planas alteradas, pode perder o vácuo durante o armazenamento do produto e embora a aparência do produto seja normal, o sabor é mais ácido devido ao pH estar bem abaixo do normal, o seu aroma fica alterado e o líquido turvo. O *B. stearothermophilus* não se desenvolve em temperaturas inferiores a 43°C, portanto, só acarretará deterioração do produto quando a etapa de resfriamento for vagarosa ou for armazenado em locais de temperatura elevada - Bactérias termófilas de tipo *flat sour* - *B. thermoacidurans*, *B. coagulans* e *B. polymyxa*. O *B. coagulans* é o mais importante deles, especialmente na deterioração de tomates e produtos de tomate. O crescimento deste último em suco de tomate depende do número de esporos, disponibilidade de O₂ e pH do suco. A lata apresenta-se normal e a alteração no vácuo é pouca. O produto apresenta-se com alterações no pH e no aroma (LEITAO, 1988).

Bactérias anaeróbias termófilas. A espécie *C. thermosaccharolyticum* é a "bactéria termófila não produtora de H₂S que provocam distensão ou estufamento da lata, podendo chegar a explosão, devido a produção de CO₂ e H₂, pois não se multiplicam em temperaturas inferiores a 35°C. O alimento quando fermentado,

torna-se mais ácido e com aroma butírico ou de queijo (LEITÃO, 1988).

Deteriorantes sulfídricos - os microrganismos deste grupo não causam alterações visíveis na lata, mas o H_2S produzido é absorvido pelo produto, causando o escurecimento e o desenvolvimento de odor de "ovo podre". O microrganismo característico desse grupo é o *Desulfotomaculum nigrificans*, que produz esporos de resistência térmica menor do que a dos esporos de bactérias do grupo *flat sour* e T.A. (STUMBO, 1972). A contaminação por esses microrganismos decorre do subprocessamento bastante grosseiro;

Bactérias mesófilas formadoras de esporos - neste grupo estão incluídas as bactérias deteriorantes anaeróbias não produtoras de toxina (putrefativos anaeróbios). São bactérias mesófilas produtoras de gás, portanto provoca estufamento da lata, que tende a explodir. O produto pode apresentar-se parcialmente digerido, com pH levemente acima do normal e odor tipicamente podre.

Espécies mesófilas de *Bacillus* também podem causar deterioração de alimentos enlatados. a maioria das espécies de *Bacillus* (*B. subtilis* e *B. mesenteroides*) são aeróbias, portanto, não crescem em embalagens cujo vácuo foi bem realizado.

Segundo LEITÃO (1988), os produtos ácidos, cujos valores de pH encontram-se na faixa de 4,0 a 4,5, sofrem deterioração.

- Anaeróbios butíricos - *C. pasteurianum* provoca deterioração em tomate e suco de tomate, abacaxi e pêra, por exemplo, resultando a dilatação da lata, que pode estourar. O produto fica fermentado, com odor butírico. A temperatura ótima de crescimento na faixa de 25° a 35°C.

- Bactérias não formadoras de esporos - São representadas pelas bactérias lácticas. A lata estufa e geralmente estoura e o produto fica com odor ácido.

Os produtos de alta acidez ($\text{pH} < 4,0$) como o chucrute, pickles e outros produtos fermentados, podem ser deteriorados por bolores e leveduras e/ou bactérias lácticas, dos gêneros *Lactobacillus* e *Leuconostoc* (LEITÃO, 1988).

Os bolores são geralmente considerados de pouca importância na deterioração de alimentos enlatados, a exceção é *Byssoschlamys fulva*, que deteriora frutas envasadas podendo causar a completa desintegração da fruta devido à hidrólise da pectina e pode também causar o estufamento da embalagem pela produção de CO_2 .

O estufamento de uma lata pode ser de origem microbiana ou química. Na microbiana, ocorre devido à produção de $\text{CO}_2 + \text{H}_2$, enquanto que, na química, o gás produzido é o H_2 . Por isso, é interessante que se analise a qualidade e quantidade de gases em uma lata estufada para se identificar a natureza da alteração do alimento.

3.4.3 - Deterioração de produtos de origem vegetal

As perdas relativas à deterioração de vegetais provocadas pelas chamadas “doenças de mercado” correspondem a, aproximadamente, 20% de toda a colheita. Só o Brasil, em 1991, as perdas atingiram 10 milhões de toneladas, equivalentes a 5 bilhões de dólares (FRANCO, 1996).

As causas dessas perdas podem ter origem microbiológica ou serem

devidas à manipulação e acondicionamento inadequados, sazonalidade e rede de armazenamento insuficiente.

A composição média dos vegetais é a seguinte: água - 88%; carboidratos - 8,6%; proteínas - 1,9%; lipídios - 0,3%; cinzas - 0,84%; vitaminas, ácidos nucléicos e outros constituintes - menos que 1% (FORREST, 1975). Portanto, pode-se constatar que os vegetais são um meio adequado para o crescimento de microrganismos. Esse crescimento é favorecido também pela alta atividade de água, baixa acidez e potencial de oxi-redução relativamente alto dos vegetais.

As deteriorações mais comum nos vegetais (podridão mole bacteriana) são provocadas por *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas marginalis*, além de espécies de *Clostridium* e *Bacillus* (LEITÃO, 1988). Os microrganismos hidrolisam a pectina provocando o amolecimento do vegetal, produzindo odor desagradável e aparência úmida. Alguns dos vegetais atacados são aspargo, cebola, alho, cenoura e alface.

3.4.4 - Deterioração de sucos de frutas e vegetais

Os sucos naturais ou concentrados podem ser obtidos espremendo-se as frutas ou vegetais, ou então a partir de macerados ou material triturado.

O pH do suco depende do produto, variando de 2,4 para o suco de limão até 4,2 para o de tomate. Todos eles apresentam açúcares em quantidade variável entre 2% e 17% (FRAZIER, 1988). O alto teor de água favorece o crescimento de leveduras e bactérias, mas bolores também podem crescer na superfície, quando em contato com o ar.

O desenvolvimento de leveduras ou bactérias dependerá mais da temperatura de armazenamento do que da composição do suco. A temperatura entre 15°C e 35°C favorece o desenvolvimento de leveduras. O aumento do potencial redox devido à remoção de sólidos do suco favorece também o crescimento de leveduras.

3.4.5 - Deterioração de produtos de panificação

Os produtos de panificação, manuseados de maneira adequada, raramente são afetados por microrganismos, uma vez que apresentam baixa umidade. O armazenamento desses produtos em atmosfera com baixa umidade dificulta o crescimento dos bolores. Esse tipo de deterioração, quando ocorre, é causado pelo armazenamento em umidade elevada ou pela embalagem do produto ainda quente. A massa de pão caseiro pode apresentar uma alteração conhecida como *ropiness*, causada por certas cepas de *Bacillus subtilis*, na qual ocorre um aumento da viscosidade, conferindo à massa um aspecto de corda. A fonte dessa bactéria é a farinha, sendo o seu crescimento favorecido pela manutenção da massa em temperatura favorável.

3.4.6 - Deterioração de condimentos e nozes

Os condimentos não sofrem deterioração como os demais grupos de alimentos, apesar de poder haver crescimento de bolores durante a desidratação, conferindo-lhes uma alta carga de esporos. O tratamento dos condimentos com óxidos de propileno reduz a carga microbiana (STUMBO, 1972). Outros

tratamentos incluem a irradiação, vapor e tratamento com ácidos seguido de neutralização.

Em relação às nozes e produtos semelhantes, o alto teor de gordura e o baixo conteúdo aquoso tornam esses produtos refratários à deterioração bacteriana. Porém, quando armazenados em ambientes com umidade relativa elevada, os bolores podem desenvolver-se e produzir micotoxinas, como por exemplo, aflatoxinas.

3.5 - Controle de Desenvolvimento Microbiano em Alimentos

Uma das principais preocupações do microbiologista de alimentos relaciona-se ao controle do desenvolvimento microbiano, visando eliminar riscos à saúde do consumidor, bem como prevenir ou retardar o surgimento de alterações indesejáveis nos alimentos. O ideal é que os microrganismos não tenham acesso aos alimentos, excetuando-se, evidentemente, aqueles obtidos através de processos de fermentação. Entretanto, uma vez que tal fato é praticamente impossível, é necessária a adoção de medidas para controlar seu desenvolvimento.

Existem diversas maneiras para que esse controle seja exercido (LEITÃO, 1988):

- através do uso de métodos mecânicos para a remoção dos microrganismos presentes (filtração, por exemplo);
- através da manutenção de condições atmosféricas desfavoráveis à multiplicação microbiana (embalagem a vácuo, por exemplo);

- através do uso de temperatura elevadas;
- através do uso de baixas temperaturas;
- através da desidratação;
- através do uso de conservadores químicos;
- através da irradiação do alimento;
- através da destruição mecânica dos microrganismos (altas pressões, por exemplo);
- através da combinação de dois ou mais dos métodos citados, geralmente a mais empregada.

Os seguintes princípios estão envolvidos na conservação dos alimentos (JAY, 1993):

1. Prevenção ou retardamento da decomposição microbiana: é realizado impedindo-se o acesso de microrganismos aos alimentos, impedindo-se o crescimento e a atividade dos microrganismos presentes (baixas temperaturas, desidratação, condições anaeróbias ou agentes químicos) e através da destruição dos microrganismos (calor ou radiação).

2. Prevenção ou retardamento da autodecomposição do alimento: é realizada através da destruição ou inativação das enzimas do alimento (por exemplo, branqueamento), através de prevenção ou retardamento de reações químicas (por exemplo, prevenção da oxidação lipídica por meio do emprego de um antioxidante).

3. Prevenção de injúrias provocadas por insetos, outros animais, causas mecânicas, etc.

3.5.1 - Controle dos microrganismos por remoção

Uma das maneiras de se controlar a carga microbiana do alimento é pela remoção dos microrganismos presentes, que pode ser realizada pelos processos de lavagem, centrifugação e filtração.

No preparo de carcaças de animais, de frutas e de muitos vegetais para envasamento, congelamento ou consumo *in natura* deve ser utilizada uma etapa de lavagem para a remoção de microrganismos, poeira e resíduos de pesticidas. No entanto, algumas vezes, esse sistema não traz os efeitos benéficos esperados. Exemplo: o polimento de superfície de frutas com escovas pode provocar injúrias invisíveis na casca, resultando numa deterioração mais rápida. O mesmo pode ocorrer na lavagem de ovos quando realizada de maneira inadequada.

A sedimentação ou centrifugação não são processos muito eficientes, uma vez que a remoção de microrganismos não é completa. A sedimentação é utilizada principalmente no tratamento de água sendo, no entanto, insuficiente para torná-la potável.

A centrifugação, utilizada na industrialização de leite, é mais um processo de clarificação, uma vez que retira partículas em suspensão. A centrifugação em alta velocidade remove a maioria dos esporos.

Entre os métodos de remoção a filtração é o único que remove totalmente os microrganismos, tendo, porém, seu uso limitado a líquidos. O líquido é filtrado sob pressão positiva ou negativa através de um filtro previamente esterilizado. O filtro pode ser feito de terra diatomácea, de celulose ou outros materiais

semelhantes. Esse método é aplicado para sucos de frutas, cerveja, refrigerante, água e vinho.

3.5.2 - Controle pelo emprego de altas temperaturas

O emprego de altas temperaturas na conservação de alimentos está fundamentada nos efeitos deletérios que o calor tem sobre os microrganismos. Temperaturas elevadas causam a desnaturação de proteínas e a inativação de enzimas necessárias ao metabolismo microbiano.

O tratamento térmico necessário para destruir os microrganismos ou seus esporos varia com o tipo de microrganismo, a forma em que o microrganismo se encontra e o ambiente durante o tratamento.

Existem duas categorias de tratamento térmico: pasteurização e esterilização.

A pasteurização pode ter duas finalidades distintas. A primeira é a destruição de todos os microrganismos causadores de doença (por exemplo, a pasteurização do vinagre, de sucos). A segunda finalidade do processo de pasteurização é sua aplicação a alimentos ácidos ou muito ácidos ($\text{pH} < 4,5$), a alimentos que são conservados sob refrigeração ou congelamento, e ainda aos submetidos a concentração e desidratação. Conseqüentemente, não haverá condições para a multiplicação das formas microbianas que resistiram à pasteurização.

A esterilização, por sua vez, significa a destruição de todas as células viáveis que possam ser enumeradas por técnica apropriada de semeadura. Em

alimentos, emprega-se o termo “esterilização comercial” para indicar que nenhum microrganismo viável pode ser detectado pelos métodos usuais de envasamento e armazenamento. Para isso contribuem também o pH, o potencial de óxido-redução e a temperatura de armazenamento (STUMBO, 1972).

3.5.3 - Fatores que afetam a termorresistência dos microrganismos

Segundo JAY (1993) existem alguns parâmetros ou fatores que podem afetar a resistência dos microrganismos. São eles:

1. Água - A resistência térmica das células microbianas aumenta com a diminuição da umidade. Esse fato está relacionado com a desnaturação protéica que ocorre mais rapidamente em ambiente hidratado do que em desidratado.

2. Gordura - A presença de gordura aumenta a resistência térmica de alguns microrganismos. Presume-se que o aumento na resistência térmica esteja diretamente ligado ao fato de a gordura afetar o conteúdo de água da célula. Estudos com *C. botulinum* demonstraram que ácidos graxos de cadeia longa são melhores protetores do que os ácidos graxos de cadeia curta.

3. Sais - Estas substâncias influenciam a resistência térmica dos microrganismos de maneira variável, dependendo do tipo de sal, concentração e outros fatores. Portanto, alguns sais têm efeito protetor para os microrganismos, enquanto outros tornam as células mais sensíveis ao calor.

4. Carboidratos - Os açúcares parecem proteger alguns microrganismos e esporos. A concentração ótima para essa proteção varia com o microrganismo: é alta para alguns microrganismos osmofílicos e baixa para outros; alta para esporos

e baixa para células não-osmofílicas. O efeito protetor é, em parte, devido a uma diminuição da Atividade da água, causada pelas altas concentrações de açúcar.

5. pH - As células e esporos são mais termorresistentes em substratos com pH neutro ou próximo da neutralidade. O aumento na acidez ou alcalinidade torna mais rápida a destruição pelo calor, mas a alteração em direção à acidez é mais eficiente do que aquela em direção à alcalinidade.

6. Proteínas e Outras Substâncias - A presença de proteínas, assim como a de lipídios, apresenta um efeito protetor sobre os microrganismos. Por isso, os alimentos com alto teor protéico necessitam de tratamento térmico mais rigoroso do que aqueles com baixo conteúdo protéico.

7. Número de Microrganismos - Quanto maior o número de microrganismos, maior a quantidade de calor necessária para destruí-los. O mecanismo que tenta explicar essa proteção está relacionado à produção de substância excretadas pelas células e que as protegeriam. Entre essas substâncias estariam as de natureza protéica. Além disso, considera-se que quanto mais numerosa a população, maior será a possibilidade de se ter células com resistência térmica mais elevada.

8. Fase de Crescimento - As células na fase estacionária tendem a ser mais termorresistentes, ocorrendo o inverso durante a fase logarítmica. A termorresistência também é maior no início da fase logarítmica, mas diminui conforme essa fase vai progredindo. Os esporos mais velhos são mais resistentes do que os mais jovens.

9. Temperatura de Crescimento - A temperatura de multiplicação das células e a de esporulação tendem a influenciar na termorresistência do

microrganismo. Assim, ela tende a aumentar conforme a temperatura ótima de incubação aumenta, e, para muitos, é mais elevada conforme se aproxima da temperatura máxima de crescimento.

10. Compostos Inibitórios – A presença de inibidores microbianos durante o aquecimento, como antibiótico termorresistentes e SO_2 , diminui a resistência térmica dos microrganismos. O efeito prático de se adicionar os conservadores químicos aos alimentos antes do tratamento térmico é a redução da quantidade de calor necessária para o tratamento térmico surtir efeito.

11. Relação Tempo/Temperatura – O tempo necessário para a destruição de células e esporos sob determinadas condições diminui conforme a temperatura aumenta.

3.5.4 – Destruição Térmica de Microrganismos

Alguns conceitos básicos relacionados à tecnologia são necessárias para se entender o processamento térmico de alimentos envasados (LEITÃO, 1988):

1. Tempo de Destruição Térmica (TDT): é o tempo necessário para destruir um certo número de microrganismos a uma determinada temperatura. Nessa determinação, mantém-se a temperatura constante e determina-se o tempo necessário para a destruição das células.

O ponto de destruição térmica é a temperatura necessária para destruir um certo número de microrganismos em um tempo determinado, geralmente 10 minutos.

2. Valor “D” (ou “Razão Letal”): corresponde ao tempo, em minutos, em

uma determinada temperatura, necessário para uma redução em 90% no número de células ou esporos presentes numa suspensão. Esse valor é numericamente igual ao número de minutos necessários para que a curva de sobreviventes atravessasse um ciclo logarítmico. Matematicamente, é igual à recíproca da inclinação da curva de sobreviventes.

3. Valor “z”: o valor “z” corresponde ao intervalo de temperatura necessário para que a curva da destruição térmica microbiana atravessasse um ciclo logarítmico. Matematicamente, esse valor é igual ao recíproco da inclinação da curva da destruição térmica decimal. Ou seja, corresponde ao intervalo da temperatura capaz de provocar uma variação de 10 vezes no valor “D”.

O valor “D” reflete a resistência do microrganismo a uma temperatura específica, enquanto o valor “z” fornece informação sobre a resistência relativa de um microrganismo a diferentes temperaturas de destruição.

Nos métodos tradicionais de envasamento em recipientes de metal ou vidro não esterilizados os alimentos são preenchidos e, em seguida, fechados e, posteriormente, esterilizados. No envasamento asséptico, o alimento é esterilizado e depois envazado, em condições assépticas, em embalagens estéreis que depois são seladas, também em condições assépticas.

O envasamento asséptico teve um grande impulso a partir de 1981, com a aprovação pelo Food and Drug Administration do peróxido de hidrogênio para a esterilização de materiais flexíveis para embalagem. Entre esses materiais, destacam-se os cartões de multicamadas flexíveis empregados nas embalagens de alimentos “longa vida”. (LEITÃO, 1988)

Qual o tipo de alimento que poderia ser submetido a essa tecnologia? Em princípio, qualquer alimento que possa ser bombeado através de um trocador de calor. No entanto, ela tem sido aplicada principalmente a alimentos líquidos, como leite, sucos de frutas, massa de tomate e outros, mas não se aplica a alimento sólidos devido às dificuldades de aplicação dessa tecnologia.

Algumas das vantagens do envasamento asséptico são:

- o emprego de cartões com multicamadas flexíveis para embalagem, em vez de vidro ou metal;
- os produtos não adquirem o sabor metálico característico daqueles processados em embalagem de metal;
- o tempo de processamento de um produto em altas temperaturas é minimizado ao se empregar a tecnologia;
- esse tipo de envasamento permite o uso de membrana filtrante para esterilização de certos líquidos;
- podem ser usados diversos gases para preenchimento do espaço livre, como por exemplo, o N₂.

Entre as desvantagens podem ser citadas:

- menor impermeabilidade das embalagens ao O₂ do que as de vidro ou metal;
- menor rendimento do que para embalagens de vidro ou metal.

A deterioração dos alimentos embalados assepticamente é diferente daqueles envasados em metal. Nos alimentos de alta acidez, envasados em recipiente de metal, pode ocorrer o estufamento por produção de H₂ e vazamento nas costuras. Esses problemas não devem ocorrer nas embalagens assépticas. No

entanto, devido à permeabilidade ao O₂, outros tipos de deterioração podem ocorrer.

3.5.5 – Controle dos Microrganismos Através da Desidratação

O controle microbiano através da desidratação talvez seja o método mais antigo de conservação de alimentos. A observação pelo homem, já em tempos remotos, de que as sementes secas dos alimentos podiam ser armazenadas de um estação do ano para outra é um dado da longevidade desse método, que se baseia no fato de que tanto os microrganismos como as enzimas precisam de água para sua atividade. Portanto, para se conservar um alimento por esse método diminui-se o conteúdo de água até o ponto em que ocorra a inibição dos microrganismos deteriorantes e dos causadores de doenças de origem alimentar.

Alimentos secos, desidratados ou com baixa umidade, denominados LMF (*Low Moisture Foods*) são os que apresentam, geralmente, teor de umidade inferior a 25% e atividade de água inferior a 0,60. Nesta categoria, estão incluídos os alimentos secos tradicionais e os alimentos liofilizados. Os alimentos que apresentam atividade de água entre 0,60 e 0,85 são denominados alimentos com umidade intermediária ou IMF (*Intermediate Moisture Foods*) (JAY, 1993).

Apesar de a primeira razão para a desidratação dos alimentos ser a prevenção do crescimento microbiano, outras razões podem ser enumeradas, entre elas (FRAZIER, 1988):

- prevenção das alterações químicas ou físicas no alimento, induzidas ou auxiliadas pelo excesso de umidade;

- redução dos custos de embalagem, armazenamento e transporte;
- preparação de produtos para processos nos quais somente produtos desidratados possam ser utilizados;
- remoção da umidade adicionada em operações de processamento;
- reaproveitamento de produtos.

Apesar de o processo não ser letal, durante a desidratação ou secagem alguns microrganismos são destruídos. Muitos tipos de microrganismos podem ser encontrados em alimentos desidratados, principalmente quando a matéria-prima utilizada é de baixa qualidade ou quando não seguem as boas práticas de produção durante as diferentes etapas do processamento.

As bactérias são, entre os microrganismos, aqueles que necessitam para seu crescimento de níveis de umidade relativamente altos, seguindo-se as leveduras e os bolores. Portanto, as bactérias dificilmente são responsáveis pela deterioração de alimentos desidratados, pois necessitam de atividade de água acima de 0,90. O mesmo pode ser dito em relação aos microrganismos causadores de doenças de origem alimentar, cuja maioria absoluta não se desenvolve em alimentos com A_w inferior a 0,90. Nos alimentos com atividade de água entre 0,80 e 0,85, a deterioração ocorre dentro de uma a duas semanas, causada por uma grande variedade de fungos. Em atividade de água igual a 0,75, a deterioração é retardada, com poucos tipos de microrganismos deteriorantes desenvolvendo-se. Em alimentos com atividade de água igual ou inferior a 0,70, a deterioração por microrganismos é mais difícil, podendo não ocorrer, mesmo durante o armazenamento prolongado. Apesar de serem raros, alguns microrganismos crescem em atividade de água inferior a 0,65, na faixa de 0,60 a 0,62. Algumas

leveduras osmofílicas como *Zygossaccharomyces rouxii* já se desenvolveram, sob certas condições, em atividade de água de 0,65 (LEITÃO, 1988).

Os microrganismos mais perigosos nos alimentos desidratados, portanto, são os bolores, sendo os do gênero *Aspergillus*, os mais importantes.

3.5.6 Controle do Desenvolvimento Microbiano pelo Emprego de Baixas Temperaturas

Na temperatura de refrigeração, os microrganismos que se desenvolvem são os *psicotróficos*. Mesmo para estes, no entanto, quanto mais baixa for a temperatura, menor será a sua velocidade de crescimento. Assim, um alimento sofrerá deterioração, aproximadamente, quatro vezes mais rápida a 10°C e duas vezes mais a 5°C e 0°C (LEY, 1983).

Alguns microrganismos causadores de doenças de origem alimentar são capazes de se desenvolver ou produzir toxinas em temperatura de refrigeração, mas a maioria não cresce abaixo de 4,4°C.

Exemplos: *Yersinia enterocolítica*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum* tipo E.

Outros métodos de conservação de alimentos são freqüentemente empregados em conjunto com a refrigeração. O uso de embalagens a vácuo ou com CO₂ para exclusão do oxigênio retarda o desenvolvimento da deterioração microbiana, uma vez que os *psicotróficos* são, principalmente, aeróbios. Processos de salga, cura, defumação ou emprego de outros agentes químicos, assim como o tratamento térmico brando, podem inibir ou reduzir o número de microrganismos no alimento refrigerado.

No congelamento, prolonga-se a vida de prateleira, em relação àquela conseguida apenas com a refrigeração. As temperaturas utilizadas são baixas o suficiente para reduzir ou parar a deterioração causada pelos microrganismos, enzimas ou agentes químicos como o O₂. O congelamento é um dos melhores métodos para se manter a cor, o aroma e a aparência de muitos alimentos.

3.5.7 - Conservação de Alimentos pelo Emprego de Radiação Ionizante

O emprego de radiação ionizante na conservação de alimentos foi patenteado nos Estados Unidos em 1929. No entanto, só nos últimos 30-40 anos é que os cientistas de muitos países começaram, realmente, a dar maior atenção a esse método (JAY, 1993).

A radiação pode ser definida como sendo a emissão e a propagação da energia ou partículas através do espaço ou da matéria.

Interessam à conservação de alimentos as radiações com comprimentos de onda mais curtos por serem as mais nocivas aos microrganismos. De interesse especial são as radiações ionizantes, que apresentam comprimento de onda de 2.000 Ångstrons ou menos. Exemplos: os raios gama emitidos por ⁶⁰Co, as partículas beta, as partículas alfa, os raios X e os raios cósmicos. Como destrói o microrganismo, sem haver um aumento apreciável de temperatura, o processo é denominado "esterilização a frio" (LEITÃO, 1988).

As características das radiações de interesse na conservação de alimentos são:

Raios Ultravioleta (luz UV). Essa radiação é um poderoso agente

bactericida, com o comprimento de onda mais eficiente encontrando-se ao redor de 2.600Å. A célula bacteriana é destruída devido a mutações letais no DNA, com formação de dímeros de nucleotídeos que são os produtos mais estáveis e abundantes (LEY, 1983). Essas radiações inibem a síntese de DNA, bem como, em menor extensão, a de RNA e de proteínas.

Por apresentar baixo poder de penetração, a radiação UV tem seu emprego limitado na conservação de alimentos. É usada principalmente na superfície dos alimentos, podendo, no entanto, catalisar reações indesejáveis como oxidação de lipídios produzindo rancificação e descoloração superficial de vegetais. Alguns usos da radiação UV em alimentos são: esterilização do ar e superfície de pães e outros de panificação antes de serem embalados, para minimizar a deterioração por bolores; na esterilização da camada superficial de tanques de xaropes; na esterilização de embalagens como sacos plásticos de baixa espessura e permeáveis à radiação; na destruição de esporos de *Bacillus stearothermophilus* em açúcar; na redução da contaminação superficial de carnes mantidas em câmaras de refrigeração.

Raios γ . São radiações eletromagnéticas emitidas pelo núcleo excitado de elementos radiativos, sendo os de importância na conservação de alimentos o ^{60}Co e o ^{137}Cs . É a forma mais barata para aplicação em alimentos, uma vez que são subprodutos da fissão do urânio. Apresentam excelente poder de penetração, ao contrário dos raios UV. A meia-vida do Co sessenta é de cinco anos e do ^{137}Cs é de, aproximadamente, 37 anos (LEY, 1983).

A dose necessária para se obter o efeito desejado está diretamente relacionada a atividade do radioisótopo. Devido à limitação na penetração de

elétrons nos alimentos, os equipamentos mais adequados para as operações na linha de processamento envolvem o tratamento de embalagens individuais com espessura não superior a poucos centímetros.

Alguns cuidados devem ser tomados com o alimento antes de ser submetido à irradiação:

- seleção dos alimentos: estes devem estar em bom estado de frescor e qualidade, devendo ser evitados aqueles com deterioração incipiente;
- limpeza dos alimentos: qualquer sujidade ou partícula deve ser removida.

Esse cuidado diminuirá o número de microrganismos presentes;

- embalagens: deve proteger o alimento da contaminação pós-processamento. Os vidros de cor clara podem ter sua cor alterada, quando expostos a doses próximas de 10KGy, resultando em cor indesejável.

- branqueamento ou tratamento térmico: enzimas do alimento não são destruídas pelas doses utilizadas na irradiação de alimentos. Portanto, é necessário destruí-las antes do processo, pois caso contrário poderão ser responsáveis pela deterioração posterior do alimento. O branqueamento de vegetais e o tratamento térmico moderado de carnes são os melhores métodos.

3.5.8 - Conservação de Alimentos pelo Emprego de Agentes Químicos

Conservador químico é qualquer substância adicionada a um alimento para prevenir ou retardar a deterioração por microrganismos, não estando incluídos os sais comuns, açúcares, vinagres, condimentos ou óleos extraídos de condimentos, ou mesmo substâncias provenientes da defumação. Alguns conservadores

químicos têm também a propriedade de agir no controle de microrganismos patogênicos.

O número de compostos químicos utilizados como conservadores de alimentos é relativamente pequeno, pois como serão ingeridos com o alimento, medidas de segurança, visando impedir riscos à saúde pública são necessárias. Para tanto, o Codex Alimentarius, da Food and Agriculture Organization-FAO, Organização das Nações Unidas-ONU, estabelece para a maioria dos aditivos alimentares a denominada “dose diária aceitável” (*Acceptable Daily Intake* - ADI) que significa, fundamentalmente, a quantidade máxima do conservador que pode ser ingerida diariamente, sem causar danos à saúde pública. A dose diária aceitável é expressa em mg/kg de peso corpóreo.

Os conservadores permitidos pela legislação brasileira podem ser agrupados da seguinte forma (LEITÃO, 1988):

1. Ácidos lipofílicos e derivados:

- ácido benzóico e benzoatos de sódio, potássio e cálcio;
- ácido sórbico e sorbatos de sódio, potássio e cálcio;
- ácido propiônico e seus sais de sódio, potássio e cálcio;
- ésteres do ácido p-hidróxido benzóico.

2. Nitratos e nitritos

3. Dióxido de enxofre e derivados;

4. Nisina

5. Natamicina

A eficiência de um conservador químico no alimento depende de diversos fatores, entre eles a concentração em que será utilizado, a temperatura e o tempo

de armazenamento do alimento, tipo de conservação, tipos de microrganismos contaminantes, além das características intrínsecas do alimento (pH, atividade de água, composição química, etc.).

3.6 - Garantia da Qualidade Microbiológica na Indústria de Alimentos

Primeiramente a autora lança o questionamento: Existe vida invisível?

Quando entra-se neste assunto, subentende-se que o universo do qual o ser humano faz parte é muito grande. Vidas existem, e muitas, inúmeras vidas neste mundo, consideradas invisíveis.

Com o intuito de compreender o que acontece nessa sociedade de organismos ubíquos invisíveis, para os quais os seres humanos nada mais representam que um "monte farto de nutrientes", é que desenvolvem-se estudos e pesquisas na área de microbiologia.

A microbiologia de alimentos é uma dentre muitas áreas de atuação da indústria de alimentos. Para entender melhor o que acontece com os microrganismos em uma fábrica, é necessário abranger a área de qualidade, englobando a parte da garantia. O sistema de qualidade de uma empresa é chamado de garantia da qualidade. A garantia da qualidade por sua vez, é certificada pelo International Standart Organization (ISO), uma organização que verifica se a empresa possui um sistema de qualidade preventivo sob controle e conhecimento suficiente de todo o sistema que gera um produto e um serviço.

Na indústria brasileira, o forte dentro do sistema de qualidade são as auditorias. Nenhum sistema funciona sem auditorias. A maioria dos funcionários

das fábricas ainda tem aquela imagem antiga de auditoria: "Pô, aquela auditoria que vem aqui para me ferrar, que quer me pegar". Não é nada disso, o conceito hoje é bem diferente. Auditoria significa estar constantemente validando, provando que se possui um sistema montado para monitorar todas as fases do processo. É uma orientação, no sentido de estar sempre melhorando, implementando.

Para que isso seja possível, a fábrica necessita de um setor de apoio, do setor de Controle de Qualidade. Esse setor possui diversos laboratórios, cuja ação é muito importante, porém um pouco restrita, pois o produto acabado atualmente é produzido pronto para o consumo. Um exemplo disso é o processamento de salsichas, no qual as empresas de médio e grande porte produzem em média 1 à 10 toneladas por hora, o que significa uma produção média diária de cinquenta toneladas. Nenhum plano estatístico de amostragem é capaz de garantir, que todo esse produto irá para o mercado com 100% de segurança contra contaminações, fraudes e outros defeitos.

Nenhuma empresa moderna possui uma mega estrutura de laboratórios para poder estar controlando e analisando os produtos, enquanto a fábrica fica parada, esperando para poder liberar o produto. Apesar das metodologias de análise estarem melhorando e já se conseguir liberar produtos em 4 dias de análise, sendo que para *Salmonella*, o maior inimigo das indústrias de carnes e laticíneos, já se possui técnicas rápidas com apenas 3 dias de análise, nenhuma fábricas tem espaço e está disposta a arcar com os custos de refrigeração de 200 ou mais toneladas durante esses 4 dias de espera por resultados de análises, somente para a linha de salsichas, conforme o exemplo mencionado anteriormente. Não existe, nenhuma empresa que faça isso hoje.

O que existe hoje, são sistemas totalmente diferenciados, chamados de Análise de Perigos em Pontos Críticos de Controle (APPCC), que realmente garantem melhor a qualidade a nível de um todo, desse volume de produtos que uma empresa alimentícia ou qualquer outro tipo de empresa produz. O APPCC é o sistema de qualidade mais aceito pelas empresas atualmente, inclusive, as empresas que não se adequarem terão dificuldades, num futuro breve, em se manter no mercado.

Então, pergunta-se qual é verdadeira função de um setor de Controle da Qualidade hoje? Esse setor encontra-se mais voltado para a parte de controle ou processo ? O sistema de APPCC refere-se muito mais a parte de controle de processo do que controle de produtos. APPCC significa controlar tempos, temperaturas e todos os parâmetros possíveis de serem medidos na hora da produção, de serem corrigidos rapidamente.

De nada adianta esperar uma análise de 4 ou mais dias, para chegar a conclusão de que o produto não está apto para consumo humano e querer saber onde ocorreu o desvio durante o processamento. Não há mais tempo para tomar uma ação efetiva, pois o produto já se encontra nos mercados. Assim, a empresa moderna hoje, trabalha com controle de processo, adotando o sistema de qualidade preventivo, chamado de Normas ISO - 9000.

O controle de processo é um dos itens das Normas ISO - 9000, no qual procura-se demonstrar que existe um sistema preventivo e corretivo na empresa. Demonstrar significa documentar, não é falar que foi feito, que existe e não saber como provar. Tudo deve ser devidamente provado.

As análises microbiológicas nesse sistema de qualidade, têm o objetivo de monitoramento e de provar que o sistema está funcionando, do que de controle. Garante-se por meio de uma programação de análises microbiológicas esporádicas, que o produto está dentro dos padrões. A frequência das análises dependerá dos problemas que forem aparecendo. É de fundamental importância que o laboratório teste métodos sempre mais rápidos e mais eficientes para poder analisar o maior número de amostras com menos pessoal, em menor tempo.

Na parte de recepção de matérias primas por exemplo, deve-se montar um plano de inspeção de recebimento, no qual realiza-se uma triagem das análises que serão efetuadas daqueles produtos. É importante ressaltar aqui, que o melhor plano de amostragem, no qual aceita-se X e rejeita-se Y, também não fornecerá 100% de segurança em relação a qualidade do produto.

Nesse momento é fundamental trabalhar com os fornecedores das matérias primas, um hábito pouco comum no Brasil. Com a implantação desses novos sistemas de qualidade, deve-se exigir que a matéria prima chegue na fábrica acompanhada do laudo de análise. Recebe-se a matéria prima com a validação, a comprovação de que o produto está dentro dos padrões exigidos.

Esporadicamente, a empresa deve realizar auditorias dos laudos recebidos, analisando a matéria prima de acordo com um programa previamente elaborado. Assim, analisa a cada dez carregamentos ou a cada três recebimentos, analisando o produto com prova daquilo que está sendo declarado. Esta é uma maneira segura e viável das empresas garantirem a qualidade dos produtos. Porém, para chegar nesse ponto, a empresa já teve, tem e terá muito trabalho com a avaliação dos fornecedores, que também é um elemento exigido pelo sistema ISO - 9000.

Outro aspecto importante para garantir a qualidade dos produtos é a higiene e sanitização pessoal, de utensílios e equipamentos, os maiores reponsáveis pelas contaminações cruzadas nas fábricas, principalmente em setores nos quais há muita manipulação de produtos, como em uma sala de desossa e cortes de aves, por exemplo.

Nesse tipo de ambiente, os funcionários são obrigados a trabalhar, por questões de segurança, com luvas de aço para não se machucarem com as afiadíssimas facas. As luvas de aço são inteiramente entrelaçadas, havendo um grande acúmulo de resíduos de produtos manipulados em seu interior, sendo que o funcionário só consegue removê-las na interrupção de um turno ou na hora do almoço, ocasião em que as lava sob pressão, caso contrário a sujeira não sai. Esse é um ponto de risco, não resta a menor dúvida.

Logo, por mais que se higienize e desinfete, é difícil evitar a contaminação cruzada nos setores em que se trabalha com muita manipulação e matéria primas cruas. Faz-se necessário orientar, acompanhar os funcionários e repetir cem, duzentas ou mais vezes, para que entendam, que existem organismos invisíveis causadores de danos à saúde.

A maioria desses funcionários não possuem o 1º grau completo e muitas vezes têm dificuldade em entender, que os clientes e eles próprios ao se alimentarem de um produto contaminado, poderão passar mal e inclusive ir à óbito ou então, que a vida de prateleira dos produtos será reduzida, caso eles não sigam as medidas corretas para minimizar contaminações, repassadas inúmeras vezes durante os cursos de higiene.

Não menos importante é a sanitização, que significa higienização ou ação mecânica e posterior desinfecção com produtos químicos. Existem excelentes produtos desinfetantes no mercado com um custo exorbitantemente alto, que não são passíveis de uso, apesar da boa eficiência. Os produtos bactericidas mais usados pela indústria alimentícia são o álcool e o ácido peracético, devido seu baixo custo e sua ação bastante efetiva em relação às contaminações.

Cabe ao setor de apoio à fábrica, nesse caso ao laboratório de microbiologia, controlar periodicamente a higienização e a desinfecção. Então, os laboratórios devem programar esse controle após o término da sanitização, que geralmente ocorre entre as 3 ou 4 horas da manhã, coletando amostras de todos os equipamentos e utensílios, principalmente dos considerados críticos, para verificar se as contaminações encontram-se dentro dos limites pré-estabelecidos.

Não adianta deixar todas as superfícies bonitas, lavadas e aplicar o produto desinfetante sobre uma superfície suja, pois está jogando-se produto fora. Para obter-se uma ação efetiva, a superfície deve estar limpa.

Outro setor fabril que necessita muito do apoio dos laboratórios é o de atendimento ao consumidor, pois quando o consumidor reclama que o produto está com gosto ruim, ou estragado, far-se-á análises microbiológicas, físico-químicas e sensoriais do alimento envolvido, para tirar uma conclusão. Esse tipo de atitude é muito importante para a empresa, para que se corrija o problema, tome atitudes sobre a reclamação feita, para que não volte a acontecer.

No que se refere a doenças transmitidas por alimentos, ressalta-se outra função importante do laboratório de microbiologia, a detecção de microrganismos patogênicos nas matérias primas.

Um dos alimentos mais suscetíveis à ação dos microrganismos, devido sua própria composição ideal para o desenvolvimento de qualquer tipo de microrganismo, é a carne. Supondo que internamente, o músculo não tenha contaminação nenhuma. Porém, quando este for fatiado, terá mais contato com mãos, tábuas, facas e utensílios. Quanto mais se pica a carne, mais ela fica exposta a uma área maior de contaminação. Sua atividade de água encontra-se ao redor de 0,99, o que representa mais do que as expectativas de qualquer bactéria, quer dizer, qualquer bactéria que cair sobre uma carne crua, crescerá muito bem. Seu pH entre 5,0 e 7,0, também é extremamente favorável. A temperatura dependerá do modo de conservação da carne. A quantidade de oxigênio, terá uma limitação ou não, dependendo da embalagem.

A microflora predominante no alimento sempre irá variar, como também irá variar o manuseio, o tipo de alimento, o pH, a atividade de água, a embalagem. A atividade de água, quer dizer, a água livre que não está presa no alimento, é facilmente reconhecida pelas bactérias.

Fundamental também para a empresa é a divisão da produção diária em lotes, que permitam apresentar rastreabilidade. Rastreabilidade significa tentar localizar a origem de um problema, voltar com o caso desde o início, saber exatamente quais matérias primas e insumos entraram na composição de cada produto acabado. Isso é muito difícil, porque tem-se matérias primas e insumos de várias fontes na composição do produto, como por exemplo nas massadas, para produção dos embutidos. Então, carimbar o número do lote no produto, muitas vezes representa um quebra-cabeça, porque cada produto possui muitos componentes. Vários países como a Holanda e a Alemanha já possuem

produtores que numeram seus lotes com possibilidades de rastreabilidade, sendo que os outros países também devem caminhar nesse sentido.

À primeira vista parece ser fácil montar um sistema de qualidade, porém sem um microbiologista e um engenheiro de alimentos, é tarefa impossível. Necessita-se estudar todas as bactérias de importância para o processo, etapas de processo, tratamento térmico, descobrir quais são os pontos críticos e se o manuseio irá ou não gerar um dano ao produto. Os pontos críticos são importantes porque representam o coração do sistema de qualidade e quando bem monitorados garantem um final de produção sem riscos. Tempos e temperaturas estão sempre sendo considerados. Quando trata-se de um produto cozido, por exemplo, deve-se garantir os tempos e temperaturas de pasteurização, cozimento e esterilização.

O profissional moderno deve refletir sobre a questão da qualidade, conscientizar-se de que cada pessoa é responsável pelo serviço que executa, para que seja reconhecida por sua cooperação e competência, pois atualmente existem bastante pessoas com a mesma habilidade. Essas, encontram-se continuamente diante de grandes oportunidades disfarçadas de problemas insolúveis. Irá usufruir dessas oportunidades e vencer esses problemas, quem souber arriscar e aceitar novos desafios.

CAPÍTULO IV

ASPECTOS METODOLÓGICOS DO ENSINO COM PESQUISA NUMA VISÃO SISTÊMICA, NA DISCIPLINA DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS I e II

4 - A OPÇÃO METODOLÓGICA

A experiência como docente do curso de graduação em Engenharia de Alimentos da PUC/Curitiba - Paraná, aliada à experiência profissional como microbióloga na indústria alimentícia (Nutrimental S.A. em Curitiba, e Nestlé K.G. na Alemanha), voltadas especialmente para o ensino e pesquisa dos mecanismos de deterioração, patogenicidade e alterações benéficas causadas em especial por bactérias, leveduras e fungos filamentosos em alimentos, levavam a autora desta pesquisa a vários questionamentos, na análise de sua prática pedagógica.

O desafio dessa pesquisa-ação é desenvolver uma proposta pedagógica fundamentada na metodologia de ensino com pesquisa numa visão sistêmica da microbiologia, no intento de promover o comprometimento dos alunos envolvidos com a melhoria da qualidade microbiológica dos alimentos frescos e processados, estreitamente relacionado à formação educacional do profissional de Engenharia de Alimentos.

Diversos autores reconhecem KURT LEWIN como o criador da pesquisa-ação.

"LEWIN era um estudioso das questões psicossociais e pretendia, com esse tipo de pesquisa, investigar as relações sociais e conseguir mudanças em atitudes e comportamentos de indivíduos. Já em 1944 descrevia o processo da pesquisa-ação, indicando como seus traços essenciais; análise, coleta de dados e conceituação dos problemas; planejamento da ação, execução e nova coleta de dados para avaliá-la; repetição desse ciclo de atividades" (SERRANO, 1994).

Como escreve BARBIER in: HAGUETTE (1997) "A pesquisa-ação de LEWIN pode ser definida como uma pesquisa psicológica de campo, que tem por objetivo uma mudança de ordem psicossocial".

A decisão em adotar a metodologia em questão provém, na perspectiva da autora do gosto pela investigação associado à sua grande experiência profissional.

A conotação da pesquisa é qualitativa, pelo fato de o pesquisador preocupar-se com o processo e não apenas com o resultado numérico final dos levantamentos, que podem ser facilmente direcionados e manipulados. Os dados dessas pesquisas são ricos em descrições pessoais e acontecimentos dos pesquisados, podendo utilizar-se de entrevistas, depoimentos e descrições da realidade pesquisada.

Assim, a pesquisa-ação passou a ser a metodologia de pesquisa educacional mais apropriada para este trabalho uma vez que busca o envolvimento e a participação dos sujeitos, demandando intervenção e cooperação dos avaliados e do avaliador. Esta metodologia tem contribuído com estudos reflexivos e críticos nas áreas social, técnica e educacional. Segundo THIOLLENT (1992) tem como proposições:

"Haver ampla e explícita interação entre pesquisador e pessoas implicadas na situação investigada; Esta interação deve resultar na ordem de prioridade dos

problemas a serem pesquisados e das soluções a serem encaminhadas sob forma de ação concreta; O objetivo de investigação não é constituído pelas pessoas e sim pela situação social e problemas de diferentes naturezas encontradas na situação; O objetivo da pesquisa-ação consiste em resolver ou pelo menos, em esclarecer os problemas da situação observada; Deve haver durante o processo, um acompanhamento das decisões, das ações e de toda a atividade intencional dos atores da situação; A pesquisa não se limita a uma forma de ação: pretende-se aumentar os conhecimentos dos pesquisadores e o conhecimento ou "nível de consciência" das pessoas e grupos considerados" (p.16).

Na aplicação da pesquisa-ação em sala de aula, o professor deve descer do pedestal para ir em busca do aluno como parceiro. Nessa modalidade de pesquisa enfatiza-se a capacidade conjunta de reinvidicações, ações e mobilização de grupos, o que permite a busca de maior conhecimento, conduzindo de forma mais eficaz o andamento do processo. THIOLENT (1992, p. 14) refere-se à pesquisa-ação como sendo "um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo, no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo".

Com a finalidade de transformar a Microbiologia de Alimentos em uma disciplina acessível cientificamente na construção de conhecimento dos alunos do curso de Engenharia de Alimentos, optou-se por uma metodologia de trabalho com pesquisa-ação que favorecesse um ambiente de "aprender a aprender" em sala de aula, oportunizando a formação de um indivíduo inovador, crítico e reflexivo.

4.1 - A Instituição e os sujeitos envolvidos

Optou-se por envolver nessa pesquisa, os alunos que freqüentam as disciplinas de Microbiologia dos Alimentos I e II do curso de Engenharia de Alimentos da PUC/Curitiba - Paraná, devido tratar-se de curso diurno e ser

composto, em sua maioria por alunos que ainda não trabalham, dispondo de tempo livre para dedicar-se aos estudos. As disciplinas de Microbiologia I e II são ministradas durante o 3º ano, para alunos que já cursaram a disciplina de Biologia, portanto acredita-se que estes já tenham uma idéia a respeito deste mundo considerado invisível, que é o mundo dos microrganismos, objeto de estudo das disciplinas de Microbiologia dos Alimentos I e II.

A necessidade de adotar-se o ensino com pesquisa, numa visão sistêmica, surgiu quando a autora iniciou a orientar Estágios e Projetos de alunos formandos em Engenharia de Alimentos, no ano de 1996. Nesta ocasião, percebeu-se o quão fragmentado, distante e isolado do conteúdo tecnológico, vinham sendo ministradas as disciplinas de Microbiologia de Alimentos I e II.

A interrelação com os alunos do último ano do curso de Engenharia de Alimentos, durante a orientação de Estágios e Projetos de final de curso, oportunizou uma mudança na prática de ensino de Microbiologia dos Alimentos I e II, caracterizada por uma abordagem qualitativa e por uma pesquisa-ação. Buscou-se uma proposta metodológica na qual os 36 alunos e professora a pudessem pensar, compreender e pesquisar juntos, com o propósito da produção do conhecimento, da formação de profissionais cujos valores sejam a atualização constante, a aplicação do conhecimento, a avaliação de processos complexos, a crítica e a renovação de suas práticas.

Esta opção foi adotada apenas no quarto bimestre, quando a autora percebeu a abertura, o interesse e a pré-disposição da turma pelo processo de cognição. A microbiologia de alimentos tem sido muito divulgada pela imprensa durante os últimos anos no Brasil, alertando para o aumento na freqüência de doenças transmitidas por alimentos produzidos ou manipulados incorretamente.

Este fato facilitou enormemente a implantação da metodologia de ensino.

A visão sistêmica é de vital importância nessa pesquisa, pois leva à compreensão do comportamento dos microrganismos como um todo integrado, que não pode ser entendido somente a partir do estudo das partes. O significado da raiz da palavra sistema, que deriva do grego, significa “colocar junto”. Então, entender a microbiologia de alimentos sistemicamente, quer dizer, colocá-la dentro de um contexto, estabelecendo a natureza de suas relações com os processos tecnológicos para produção de alimentos. Nesta ótica, BERTALANFFY citado por CAPRA (1996) definiu a visão sistêmica calcada na teoria geral dos sistemas, desta forma:

“A teoria geral dos sistemas deveria ser... um meio importante para controlar e estimular a transferência de princípios de um campo para outro, e não será mais necessário duplicar ou triplicar a descoberta do mesmo princípio em diferentes campos isolados uns dos outros. Ao mesmo tempo, formulando critérios exatos, a teoria global dos sistemas se protegerá contra analogias superficiais que são inúteis na ciência” (p. 55).

Neste contexto, a aplicabilidade prática da microbiologia nas disciplinas tecnológicas do curso de Engenharia de Alimentos representa um grande desafio nessa pesquisa, a fim de promover a construção do saber alicerçada em uma metodologia de ensino vinculada à realidade do dia a dia do aluno, que busque a compreensão do todo e intervenha de modo inovador, não apenas para dominar partes.

Na primeira fase visa-se instigar a procura de materiais bibliográficos na biblioteca, habituando o aluno a ter iniciativa em termos de procurar livros, revistas, dados e informações.

Um passo à frente representa motivar o aluno pelo hábito da leitura, para

que inicie a interpretação própria, saiba fazer e refazer textos sobre os temas abordados na Microbiologia de Alimentos. Esse procedimento oportuniza a compreensão do papel dos microrganismos nas áreas de Controle de Qualidade e Processamento Industrial de Alimentos, para as quais os conhecimentos sobre os mecanismos dos processos de deterioração, intoxicações e as técnicas para a adequada preservação de alimentos, são de crucial importância.

4.2 – A Proposta de Trabalho Pedagógico

A escolha da pesquisa-ação como proposta para desenvolver a metodologia pedagógica do ensino com pesquisa, foi relevante para a autora, levando-a a reinterpretar e discutir criticamente os conteúdos da disciplina. Este contexto favorável gerou um ambiente de parceria entre os alunos, como também entre alunos e o professor no qual: “as pessoas implicadas tem algo a “dizer” e a “fazer”.... Com a pesquisa-ação os pesquisadores pretendem desempenhar um papel ativo na própria realidade dos fatos observados” (THIOLLENT, 1992, p. 16).

Esta dinâmica, significativa para o grupo, teve como características a pesquisa constante, a avaliação contínua e o acompanhamento das evoluções científicas na microbiologia de alimentos.

ANDRÉ caracteriza o processo da pesquisa-ação " como sendo aquele no qual os práticos objetivam estudar cientificamente seus problemas de modo a orientar, corrigir e avaliar suas ações e decisões" (1995, p. 31).

As intervenções da autora no processo educativo, no sentido de orientar, instigar e envolver-se com a realidade do tema, permitiram a apresentação de situações que redirecionaram as linhas de reflexão, oportunizando maior

compreensão dos temas abordados.

A pesquisadora instrumentalizou os alunos inicialmente, contextualizando a disciplina por meio de exposição de conteúdos, situando-os nos diversos temas, com o objetivo de lançar as bases da ciência microbiológica dos alimentos e capacitá-los para a sua compreensão.

Nesta oportunidade, recomendou-se a leitura de bibliografias específicas, relacionadas aos temas abordados, tomando sempre o cuidado de consultar a biblioteca da universidade com antecedência, para no caso desta não possuir as obras básicas recomendadas, levá-las pessoalmente para a sala de aula, oportunizando aos alunos, a confecção de fotocópias.

O exemplo de ser um profissional da docência com espírito questionador e capacidade de aprender, cidadão crítico e participativo, possuidor de idéias e produção própria, isto é, comprometido com o ensino com pesquisa, motivou os alunos a refletir, observar, criticar e agir na ciência microbiológica, com espírito questionador e inovador. “O aluno precisa ser motivado a, partindo dos primeiros passos imitativos, avançar na autonomia da expressão própria” (DEMO, 1986, p. 29).

Neste contexto, o esforço demonstrado na procura por bibliografias atualizadas diferentes das sugeridas pelo professor, como revistas específicas das áreas de microbiologia e processos industriais, as consultas à internet, a parcela de tempo extraclasse dedicada às pesquisas e as freqüentes perguntas dirigidas à orientadora (professora), foram sinais evidentes da participação ativa e produtiva da maioria dos alunos no processo de compreensão dos papéis dos microrganismos na ciência e tecnologia dos alimentos.

O desafio de elaborar textos individuais e discutí-los coletivamente, onde as informações pudessem ser interpretadas com propriedade e relacionadas com a vida concreta do aluno, na qual este passasse da posição de informado à de informador, e conclusivamente apontasse caminhos e resoluções que orientassem o seu papel como futuro profissional, foi sendo desmistificado a cada encontro. A segurança, o espírito crítico, o domínio do conteúdo e a interpretação pessoal, deixaram transparecer o aprimoramento da elaboração própria, a motivação e a vontade de aprender a redigir melhor e querer estar bem informado sobre o papel e a interação dos microrganismos com os alimentos, revelando um desenvolvimento significativo da competência de um "papers" para outro.

Esse processo evolutivo dos sujeitos viabilizou questionamentos lógicos e argumentações bem fundamentadas tanto na teoria quanto na prática, conduzindo a construção de uma visão geral dos temas mais importantes da microbiologia de alimentos, alicerçado no conhecimento científico revestido de rigor pessoal analítico, afim de intervir na vida real.

Com esta perspectiva, buscou-se aproximar a pesquisa científica do cotidiano dos sujeitos, contribuindo na reconstrução do seu conhecimento. Nesta ótica, DEMO (1996) cita: "O que está em jogo é menos a originalidade do conhecimento, do que sua reconstrução própria. Esta representa a dinâmica central da competência, à medida que o simples fazer é superado pelo saber fazer e pelo constante refazer" (p. 25).

Além disso, salientou-se o constante progresso do conhecimento nas ciências microbiológicas e a importância de correr atrás das instrumentações científicas disponíveis, buscando atualização constante para transformar o conhecimento em peça central da qualidade de vida e da equalização de

oportunidades.

A metodologia da pesquisa-ação proposta nesta pesquisa, a qual se apresenta sob a ótica de uma abordagem qualitativa, permite redimensionar a caminhada, quando necessário, viabilizando enormemente o ensino com pesquisa na microbiologia de alimentos, ciência que mensalmente apresenta novas pesquisas e descobertas científicas.

4.3 – As fases do processo na proposta pedagógica do ensino com pesquisa numa visão sistêmica

O processo de ensino com pesquisa numa visão sistêmica foi adotado desde o início do quarto bimestre, ocasião em que dividiu-se o conteúdo programático em três grandes temas.

O primeiro grande tema recebeu o título: Os mecanismos de atuação dos microrganismos esporulados em processos industriais para produção de alimentos. O segundo tema chamou-se: O papel dos microrganismos patogênicos emergentes na produção de alimentos, e o terceiro: A utilização de microrganismos benéficos para obtenção de alimentos fermentados.

Cada um desses três grandes temas, foi dividido em **quatro fases**, no processo de ensino com pesquisa numa visão sistêmica.

4.3.1. - Primeiro grande tema: Os mecanismos de atuação dos microrganismos esporulados em processos industriais para produção de alimentos.

A **fase inicial** do primeiro grande tema, chamada de contextualização, foi constituída por uma aula expositiva introdutória, com duração de 1 hora, intitulada:

Os mecanismos de atuação dos microrganismos esporulados em processos industriais para produção de alimentos, cuja finalidade foi fornecer subsídios teóricos e práticos básicos ao aluno e motivá-lo a adquirir o hábito da pesquisa bibliográfica, leitura e compreensão dos assuntos microbiológicos desde o início do bimestre.

Este primeiro grande tema, por ser muito abrangente, foi subdividido em seis grupos de microrganismos esporulados e sorteado entre os alunos, conforme segue:

- 1- *Clostridium perfringens* e *Clostridium botulinum*
- 2- *Bacillus cereus*
- 3- Bactérias termófilas esporuladas causadoras de acidez plana.
- 4- *Clostridium thermosaccharolyticum*
- 5- *Desulfotomaculum nigrificans*
- 6- Bactérias mesófilas (*Bacillus polymixa*, *B. macerans* e *B. subtilis*)

Em seguida, recomendou-se a leitura de bibliografias clássicas e recentes tomando o cuidado de verificar sua existência no acervo, como também a disponibilidade para empréstimo, na biblioteca da PUC/Curitiba - Paraná. Devido haver uma queixa geral por parte dos alunos a respeito da inexistência dos livros e revistas indicados pelo professor para consulta na biblioteca da PUC/PR, e após ter-se checado pessoalmente a presença da bibliografia recomendada nesta biblioteca, passou-se a levar listas de bibliografias para a sala de aula, específicas para cada grupo de microrganismos, colocando-as à disposição dos alunos.

As listas de bibliografias recomendadas para leitura do primeiro tema abordado, subdividido em seis grupos de microrganismos esporulados, foram:

1 - Bibliografia para o primeiro grupo de microrganismos esporulados: Os mecanismos de atuação dos *Clostridium perfringens* e *Clostridium botulinum* nos processos industriais para produção de alimentos :

SINELL, Hans Jurgen. **Introduccion a la higiene de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1991 p. 31-34, 71-72, 131-135.

MOSSEL, D.A.A. et alli. **Microbiologia de los alimentos**. 3.ed. Zaragoza: Acribia, 1985 - p. 21-26, 101-104, 182-183, 203-204.

BRODY, Aaron L. **Envasado de alimentos en atmósferas controladas, modificadas y a vacío**. Zaragoza: Acribia, 1996 - p. 29, 70-72, 188, 196-197.

EVANGELISTA, José. **Tecnologia de alimentos**. 2.ed., São Paulo: Athenu, 1994 - p. 148,156,158,166,178,180.

SEMINÁRIO DE INTOXICAÇÕES ALIMENTARES. CAMARGO, N.J. **Doenças veiculadas por alimentos no Paraná**. (1996: Florianópolis). Anais. Curitiba: Champagnat, 1997 - p. 63-95.

MASSAGUER, Pilar R. **Preservativos químicos**. Apostila da Disciplina de Termobacteriologia. Campinas. s. ed., 1996.

2 - Bibliografia para o segundo grupo de microrganismos esporulados: Os mecanismos de atuação do *Bacillus cereus* em processos industriais para produção de alimentos:

SINELL, Hans Jurgen. **Introduccion a la higiene de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1991 - p. 36

MOSSEL, D.A.A. et alii. **Microbiologia de los alimentos**. 3.ed., Zaragoza: Acribia, 1985 - p. 21,22,24,28,29.

EVANGELISTA, José. **Tecnologia de alimentos**. 2.ed., São Paulo: Atheneu, 1994 - p. 145,168,178,183.

JAY, J.M. **Microbiologia moderna de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1994 - p. 590 a 593.

ELEY, R. **Intoxicaciones alimentares de etiologia microbiana**. Zaragoza: Acribia, 1994 - p. 3,51,52,53,57,56,168.

3 - Bibliografia para o terceiro grupo de microrganismos esporulados: Os mecanismos de ação de bactérias termófilas causadoras de acidez plana (*Bacillus coagulans* e *Bacillus stearothermophilus*) em processos industriais para produção de alimentos:

FUNDAÇÃO ANDRÉ TOSELLO. Apostila: **Microrganismos envolvidos no processamento e deterioração de alimentos**. Campinas: s. ed., 1995 - p. 65-70.

MASSAGUER, Pilar R. Apostila: **Cinética da destruição térmica de microrganismos**. Campinas: s. ed., 1995.

MOSSEL, D.A.A. et alii. **Microbiologia de los alimentos: fundamentos ecológicos para garantizar y comprobar la inocuidade y la calidad de los alimentos**. 3.ed., Zaragoza: Acribia, 1985 - p. 72,73,81.

EVANGELISTA, José. **Tecnologia de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 1994 - P. 235, 146.

ROITMAN, Isaac et alii. **Tratado de microbiologia**. São Paulo: Manole. 1988 - p. 21 e 22, 27.

ROBINSON, R.K. **Microbiologia lactologica. Microbiologia do leite**. Vol. 1. Zaragoza: Acribia, 1987 - p. 29,52-72-116,177,217,219.

4 - Bibliografia para o quarto grupo de microrganismos esporulados: Os mecanismos de atuação do *Clostridium thermosaccharolyticum* em processos industriais para produção de alimentos.

LEITÃO, M. Microbiologia de Alimentos. In: ROITMAN et al. **Tratado de Microbiologia**. São Paulo: Manole, 1988 - p. 21-22,27.

MOSSEL, D.A.A. et alii. **Microbiologia de los alimentos: Fundamentos ecológicos para garantizar y comprobar la inocuidade y la calidad de los alimentos**. 3.ed., Zaragoza: Acribia, 1985 - p. 72,73.

FUNDAÇÃO ANDRÉ TOSELLO. **Microrganismos envolvidos no processamento e deterioração de alimentos**. Campinas: s. ed., 1995 p. 71-75.

EVANGELISTA, José. **Tecnologia de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 1994 -p. 235, 234,148.

5 - Bibliografia para o quinto grupo de microrganismos esporulados: Os mecanismos de ação do *Desulfotomaculans nigrificans* em processos industriais para produção de alimentos.

FUNDAÇÃO ANDRÉ TOSELLO. Apostila: **Microrganismos envolvidos no processamento e deterioração de alimentos**. Campinas: s.ed. 1995 - p. 76-81.

ADAMS, M.R.; MOSS, M.O. **Microbiologia de los alimentos**. Zaragoza: Acribia. 1997 - p. 85-86.

BOARD, R.G. **Introducción a la microbiologia de los alimentos**. Zaragoza: Acribia. 1988 - p. 87, 122, 156.

LEITÃO, M. Microbiologia de Alimentos. In: ROITMAN, I. et al. **Tratado de Microbiologia**. São Paulo: Manole, 1988 - p. 21-22.

6 - Bibliografia para o sexto grupo de microrganismos esporulados: Os mecanismos de atuação das bactérias mesófilas (*Bacillus polymixa*, *B. macerans* e *B. subtilis*) em processos industriais para produção de alimentos:

LEITÃO, M.F.F Microbiologia de Alimentos. In: ROITMAN, I. et all. **Tratado de Microbiologia**. São Paulo: Manole, 1988 - p. 21-22.

EVANGELISTA, José. **Tecnologia de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 1994 - P. 34,84,136,200 e 205.

BOARD, R.G. **Introducción a la microbiologia de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1988 - p. 387, 123, 159, 200.

ROBINSON, R.K. **Microbiologia lactologica. Microbiologia do leite**. Vol. 1. Zaragoza. Acribia, 1987 - p. 26,51,116,129,175,217,219.

Grande parte da bibliografia recomendada para leitura foi levada à sala de aula pelo professor, para que os alunos pudessem fotocopiá-la.

A leitura de diversos autores sobre os mecanismos de ação das bactérias esporuladas nos processos de produção de alimentos passou a permitir uma visão globalizada deste campo científico específico, tornando-se pré-requisito para

globalizada deste campo científico específico, tornando-se pré-requisito para interpretar a realidade e praticar o questionamento reconstrutivo, no ato de refletir, compreender e reescrever os diversos trechos de livros e artigos lidos, com palavras próprias.

As análises críticas da bibliografia, as sínteses com originalidade, as argumentações e o aprofundamento nos temas foram extremamente importantes para o amadurecimento e nivelamento cognitivo do grupo, motivando os sujeitos a aprenderem, desafiando sua competência.

Objetiva-se nesta primeira fase do ensino com pesquisa, preparar o aluno para familiarizar-se com as bibliografias disponíveis à vida profissional, indicar o caminho inicial da pesquisa científica para a produção de alimentos inócuos, aguçando sua curiosidade e seus questionamentos.

No contato com as informações escritas por diversos microbiologistas e demais profissionais atuantes em processos alimentícios, o futuro engenheiro de alimentos passa a defrontar-se com a importância de conhecer as características dos microrganismos em profundidade, para desempenhar com competência seu exercício profissional.

No término desta aula, distribuiu-se dois fluxogramas contendo as etapas e os cronogramas de repiques de duas análises a serem realizadas na aula prática seguinte, cujos títulos foram: Contagem de *Clostridium* sulfito redutores em alimentos e Contagem de *Bacillus cereus* em alimentos. Solicitou-se aos alunos, que trouxessem alimentos associados com a presença desses microrganismos, para ambas as análises. Recomendou-se posta de carne crua e ração canina para a análise de *Clostridium* sulfito redutores, assim como arroz cozido requeijado e farinha de arroz (arrozina) para a análise de *B. cereus*.

No decorrer da **segunda fase** os alunos devem trazer a bibliografia lida, tirar dúvidas com o professor e elaborar um "paper" (texto) individual de aproximadamente 30 linhas, a respeito dos mecanismos de interação do grupo de microrganismos sorteado entre eles, na produção de alimentos. A maioria dos alunos entregou o "paper" no final das duas horas/aula (100 minutos), porém alguns por não conseguirem terminá-lo, entregaram-no à professora no dia seguinte.

Neste momento de formulação própria, torna-se visível o esforço do aluno em indagar possibilidades de compreensão da bibliografia lida, perceber e dar sentido às frases que redige. Passar de posição de objeto à sujeito exige o saber pensar e o aprender a aprender. Este indivíduo tem a oportunidade de exercer sua capacidade de síntese, reconstruir informações criativamente, passando a informar e dominar conhecimentos além do senso comum.

A **terceira fase** consiste, em uma primeira etapa, na devolução dos "papers" corrigidos aos alunos e conversas individuais com os mesmos a respeito do conteúdo e da redação dos textos. Dos 36 alunos, cinco escreveram "papers" de ótima qualidade. Os demais alunos tiveram a oportunidade de reescrever seus textos até quatro vezes, alguns por fugirem do tema, outros por não terem compreendido o assunto, por faltar "ganchos" entre os parágrafos e ou, por terem limitado-se à cópia, ou ainda por problemas na construção das frases.

Esta dinâmica do aluno poder reescrever o texto num momento de maior inspiração, superando a simples cópia pelo saber formular e pelo constante refazer proporciona maior capacidade de crítica, de iniciativa, de persistência em querer fazer melhor, principalmente para aqueles que não desenvolveram a capacidade de elaboração própria durante o Ensino Médio.

Cada vez que o aluno reescreve seu "paper", tem a possibilidade de receber uma nota maior. A cada um dos três "papers" atribuiu-se o valor máximo de 1,5. Assim, vários alunos que receberam 0,7 pelo "paper" inicial, quando o reescreveram a segunda vez receberam 1,0, a terceira 1,3 e na quarta e última vez 1,5.

Esta escala de notas é típica para o aluno que acata as orientações de seu parceiro (professor) e se esforça para elaborar melhor seu "paper", construir e reconstruir conhecimento.

A outros alunos, cujos "papers" são melhor redigidos, atribui-se o valor 1,0 na primeira elaboração, 1,0 na segunda, 1,3 na terceira e 1,3 na quarta correção. Esta escala de notas é típica para o aluno que não está muito interessado em atingir seu potencial máximo, tem mais capacidade que o aluno comentado anteriormente, porém não se esforça tanto, para usá-la.

O professor gasta muito mais horas, de seu tempo extra-classe para essas correções, do que gastaria para correções de provas bimestrais pela metodologia tradicional de ensino.

Nesta metodologia de ensino com pesquisa, o professor passa muito mais horas de seu tempo orientando os alunos de nível médio e baixo, para que estes compreendam como devem refazer seus textos. Infelizmente, resta pouco tempo para que o professor horista oriente os bons alunos, aqueles que receberam 1,5 na primeira correção, a se tornarem ainda melhores.

Ainda na **terceira fase, numa segunda etapa**, os sujeitos reúnem-se em grupos de três. O critério para a formação de um grupo é, cada integrante ter elaborado um "paper" sobre um grupo de microrganismos diferente. Em 20 minutos, cada membro da equipe conta aos demais, a respeito dos mecanismos de

ação do grupo de microrganismos por ele pesquisado, nos processos industriais para produção de alimentos.

Na discussão do “paper” individual com colegas, eles percebem que foram construindo um conhecimento próprio, que por muitas vezes pareceu isolado, não correlacionado, e que neste instante serve de fundamentação teórica para subsidiar discussões, críticas, lógicas, políticas e construtivas. O ambiente de trabalho entra em seu apogeu cognitivo, os alunos discutem interessadamente, fazem muitas perguntas à orientadora. Surge então, uma vontade grande, porém também uma inquietude e insegurança, quanto a conscientização da responsabilidade no futuro profissional.

Após a discussão em grupos, os alunos seguem ao Laboratório de Microbiologia com os respectivos alimentos trazidos de casa, onde realizam as análises de Contagem de *Clostridium* sulfito redutores e *Bacillus cereus*. Essas análises são bastante trabalhosas e exigem repiques diários para meios de cultura seletivos e provas bioquímicas diversificadas, durante 5 a 10 dias.

Os cronogramas de repiques são montados em conjunto com as equipes, em horários extra-classe, necessitando sempre da presença de um laboratorista e de um membro de cada equipe, para dar continuidade às análises.

Cada equipe também deve analisar em paralelo as amostras trazidas de casa, uma amostra recebida do professor. Esta amostra, que já fôra analisada pelo professor anteriormente e com resultado conhecido, tem a finalidade de evitar que, na negatividade das amostras trazidas de casa, os alunos fiquem impedidos de realizar a análise completa, sendo também uma maneira de checar se as equipes trabalharam corretamente em etapas extra-classe, na presença do laboratorista.

Na **quarta fase**, sorteou-se 1/3 da turma (12 alunos) que, em conjunto com

o professor leram os 36 "papers" corrigidos e recorrigidos sobre o tema: Os mecanismos de atuação dos microrganismos esporulados em processos industriais para produção de alimentos. Estes 12 alunos e o professor elaboraram uma crítica construtiva de acordo com uma pontuação para os 15 melhores "papers", que serão publicados na forma de uma Revista Acadêmica de Microbiologia de Alimentos do curso de Engenharia de Alimentos da PUC/Curitiba - Paraná.

Os 15 melhores "papers" escolhidos são numerados na sua ordem decrescente de preferência e acompanhados da crítica ou justificativa de escolha, que deve possuir 2 a 3 linhas. Vide as críticas dos alunos e professor, com as respectivas pontuações dos "papers" no Anexo 1A.

Os critérios para a pontuação dos textos são o desenvolvimento da criatividade, iniciativa, capacidade de síntese, a compreensão e elaboração do tema escrito para um público alvo formado por alunos e professores do Curso de Engenharia de Alimentos. Vide Quadro contendo as pontuações dos 15 "papers" ("Paper" Nº1) mais votados pelos críticos no Anexo 1D.

O intuito de publicar os "papers" em forma de uma Revista Microbiológica, motiva o aluno a pesquisar e fundamentar-se em profundidade antes de formular sua síntese. Este estímulo propiciou o exercício lógico, crítico e criativo, desafiou o aluno no decorrer do processo a tornar-se sujeito responsável e comprometido, construtor do próprio conhecimento.

Encerrado este tema, ministrou-se a aula de contextualização do segundo grande tema.

4.3.2 - Segundo grande tema: O papel dos microrganismos patogênicos emergentes na produção de alimentos.

Este tema, tal qual o anterior, também foi dividido em **quatro fases**, no processo metodológico de ensino com pesquisa numa visão sistêmica.

Na **primeira fase**, de contextualização, lançou-se os fundamentos a respeito das doenças microbianas de origem alimentar causadas por bactérias patogênicas emergentes. O termo emergente refere-se às bactérias patogênicas cujas eclosões de surtos iniciaram na década de 80. Nessa oportunidade, procurou-se dar ênfase na importância do assunto para o profissional engenheiro de alimentos, estimulando-o a ir em busca da bibliografia recomendada para leitura. Dentre os microrganismos emergentes, escolheu-se três, que foram sorteados entre os alunos:

1- *Listeria monocytogenes*

2- *Campylobacter jejuni*

3- *Yersinia enterocolitica*

Novamente recomenda-se uma listagem de bibliografia específica para a pesquisa, tomando o cuidado de ir pessoalmente com antecedência à biblioteca, certificando-se da disponibilidade dos livros e revistas indicados. A bibliografia em falta na biblioteca é levada à sala de aula pelo professor, possibilitando a confecção de fotocópias pelos alunos.

A **segunda fase** ocorre na aula seguinte, quando de posse da bibliografia lida os alunos têm oportunidade de tirar suas dúvidas e elaborar seus “papers” individuais, com 30 linhas em média.

Numa **terceira fase**, devolve-se os “papers” corrigidos aos alunos,

orientando-os um a um, para que entendam o porquê do valor atribuído e que estratégias usar para verdadeiramente reconstruir o conhecimento. A qualidade dos "papers" surpreendeu o professor em termos de conteúdo, isto é, de reconstrução do conhecimento, capacidade de síntese e inovação. Doze dos 36 alunos obtiveram o valor máximo, isto é, 1,5 para o seu "paper". A poucos alunos atribuiu-se a nota mais baixa estabelecida (0,7), como critério para elaborações fracas.

Nesta segunda elaboração de "papers", os alunos compreenderam melhor as críticas e orientações do professor, sendo que este teve menos trabalho nas correções, pois haviam menos problemas de elaboração, síntese e redação. Portanto, os "papers" médios e fracos foram corrigidos somente três vezes e não quatro, como os primeiros "papers". Ainda nesta fase, os alunos reúnem-se em grupos de três, cada qual com seu "paper" versando sobre uma bactéria diferente, discutindo o tipo de toxinfecção causada, surtos ocorridos, alimentos associados e demais características de desenvolvimento.

Após a discussão os alunos foram para o laboratório, com a finalidade de terminar as análises práticas de alimentos, iniciadas na aula prática anterior.

Na **quarta fase** sorteou-se 1/3 da turma (12 alunos), que em conjunto com o professor leram os 36 "papers" corrigidos pelo professor, sobre o tema: O papel dos microrganismos patogênicos emergentes na produção de alimentos.

As críticas construtivas elaboradas por estes 12 alunos e o professor, também recebem uma pontuação (vide Anexo 1B), sendo que os 15 mais votados serão publicados na primeira Revista Acadêmica de Microbiologia de Alimentos da PUC/PR. Vide as pontuações e a classificação dos 15 "papers" mais votados ("Paper" Nº 2) no Anexo 1D.

4.3.3 - Terceiro grande tema: A utilização de microrganismos benéficos para a obtenção de alimentos fermentados.

O terceiro grande e último tema a ser aprendido pela metodologia de ensino com pesquisa foi dividido, a princípio, em **quatro fases**.

Neste caso, **não houve a primeira fase**, chamada de aula de contextualização pelo motivo de os alunos terem decidido em conjunto com o professor, que já estavam amadurecidos e autônomos o suficiente para compreender os conteúdos microbiológicos propostos pelos diversos autores. Neste momento percebeu-se um enorme cansaço e saturação da turma, inerente a aulas teóricas e cobranças realizadas por grande parte dos professores, nas proximidades do término do ano letivo.

Este tema foi dividido em dois grupos bacterianos, o grupo das bactérias láticas e o grupo das bactérias acéticas. Dentre as acéticas mais importantes pode-se citar *Acetobacter* e *Gluconobacter* e entre as láticas, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* e *Carnobacterium*.

Na **segunda fase**, baseando-se na bibliografia lida e tendo discutido as dúvidas pertinentes ao assunto com o professor, os alunos formularam o “paper” individual.

A **terceira fase** demonstrou o enorme progresso atingido pela turma na elaboração de “papers”. Dos 36 “papers” 18 receberam o valor máximo de 1,5, pois foram criativos, demonstraram conhecimento reconstruído, parágrafos bem formulados e domínio de conteúdo. Apenas um aluno recebeu a nota mínima estipulada que foi de 0,7. Aos demais alunos atribuiu-se valores entre 1,0 e 1,3,

sendo que a maioria reescreveu seus "papers" apenas uma vez, atingindo 1,5.

As críticas nas correções referiam-se mais a problemas de redação do que de reconstrução de conhecimento. O professor dispensou bem menos tempo para as correções destes terceiros "papers" que aos primeiros e segundos. Concluiu-se que a grande maioria dos alunos cresceu demasiadamente durante o quarto bimestre, tanto em termos de iniciativa e autonomia para encontrar a melhor bibliografia na biblioteca, como para interpretá-la e reescrever com palavras próprias, inclusive superando os autores.

Dando continuidade à terceira fase, os alunos reuniram-se em grupos de três, onde cada um explicava aos demais o que havia pesquisado, a respeito do grupo bacteriano que lhe foi sorteado.

Esta etapa, sem dúvida, exigiu o comprometimento de todos com o ato e o desejo de aprender. Contribuiu enormemente no processo coletivo de construção do conhecimento, bem como proporcionou a desinibição e criatividade acadêmica gerado através do diálogo dirigido, onde os conteúdos foram explorados e questionados.

Após a discussão, os alunos estavam exaustos, cansados e não quiseram iniciar a aula prática programada. O professor teve entendimento para a situação, afinal, estes demonstraram amadurecimento acadêmico, trabalharam muito não só durante as elaborações mas também em suas correções, reelaborações e "polimentos". A superação e o abandono da primeira versão do "paper" foi comum em vários alunos, que traziam uma segunda ou terceira versão completamente nova, criativa, com enfoques atualizados. Estas atitudes demandaram muita leitura e progresso no saber ler e interpretar, na concatenação das idéias a serem escritas no início, meio e final do "paper", logo, demandaram intenso envolvimento do

sujeito durante o processo.

Na **quarta e última fase** os 12 alunos que ainda não haviam criticado nenhum “paper” e o professor, leram os 36 “papers” que versavam sobre: A utilização de microrganismos benéficos para a obtenção de alimentos fermentados, criticando-os e escolhendo os 15 melhores, por meio de uma pontuação (vide Anexo 1C). Os 15 “papers” mais votados serão publicados na primeira Revista de Microbiologia de Alimentos da PUC/PR. Vide a classificação e respectivas pontuações dos “Papers” Nº 3 no Anexo 1D.

No Anexo 1E pode verificar-se que 25 dos 36 alunos participantes do processo tiveram um, dois ou três “papers” selecionados pelo grupo de críticos, o que representa um total de 69% dos alunos marcando presença na Revista. Estes alunos não foram capazes apenas de desenvolver sua competência, eles foram muito além, pois obtiveram o reconhecimento de sua competência pelos colegas e professor.

O comparecimento dos alunos em todas as aulas foi maciça, houve cerca de 97% de presenças. Todos perceberam que na metodologia em questão, deveriam estar engajados num trabalho participativo e conjunto, pois a avaliação se dava no decorrer do processo e não apenas no final do bimestre.

Apesar de apenas onze de 36 alunos utilizarem-se da informática (Internet) na busca de informações, estes conseguiram motivar contagiantemente a turma, trazendo informações sobre pesquisas atuais, desconhecidas inclusive pelo professor. Estes onze alunos sobressairam-se na grande maioria das aulas, pois viveram intensamente as descobertas microbiológicas, transmitindo-as com rigor científico e emoção à turma. Foi uma agradável surpresa para o professor, por tratar-se na maioria de alunos de nível médio à baixo em termos de aprendizagem

e participação durante os três primeiros bimestres, nos quais aplicou-se a metodologia tradicional de ensino, havendo entre eles inclusive dois alunos repetentes na disciplina em questão.

Vários alunos que já estavam estagiando na indústria alimentícia também surpreenderam o professor. Estes passaram a interagir praticamente nos processos industriais das respectivas empresas, a partir do 4º bimestre, com a finalidade de reduzir contaminações. Um aluno, estagiário do Setor de Assepsia da Companhia Cervejeira Brahma, passou a redigir seus relatórios de acompanhamento do fabrico de cerveja, com maior rigor científico do ponto de vista de higiene e desinfecção, discutindo empenhadamente seus passos em sala como o professor e colegas. Um segundo aluno foi convidado a montar o laboratório de microbiologia da V. Romanelli e Cia Ltda, empresa que fornece as refeições para os vôos da Varig, Vasp e TAM. Um terceiro e quarto casos foram os de dois alunos, que enviaram seus currículos, nesta época, à Nutrimental S.A., tendo sido aceitos como estagiários no laboratório de microbiologia. A motivação e “despertar” para a realização de estágios foi contagiante na sala durante o 4º bimestre. Houveram mais alguns alunos que saíram à procura de estágios na indústria alimentícia, dos quais vários receberam respostas positivas.

Assim, percebeu-se que a nova metodologia, aplicada a uma área de apoio da engenharia de alimentos que é a microbiologia de alimentos, foi capaz de despertar mesmo alunos que vinham apresentando dificuldade no processo tradicional de ensino.

As descobertas foram muitas, o senso crítico acadêmico pôde descobrir e avaliar os descaminhos da profissão e apontar perspectivas e propostas de forma científica e técnica para trilhar caminhos responsáveis e éticos, afim de garantir à

população maior qualidade microbiológica nos alimentos que consome.

A ação da pesquisadora se deu por meio de recomendação e fornecimento de material bibliográfico, orientações individuais, correções e correções dos “papers”. Procurou-se não interferir na idéia propriamente dita, permitiu-se ao sujeito expressar suas próprias linhas de pensamento, fundamentado em livros clássicos, artigos recentes de revistas especializadas, artigos da internet e ou discussões em sala.

A crescente interação do aluno com os temas consolidados na fundamentação científica e em seu próprio conhecimento, viabilizaram a formulação de “papers” com conteúdo científico complexo e por vezes polêmico como a questão do alto índice de mortalidade infantil no nordeste brasileiro, provocado por *Salmonella* e *Escherichia coli* enterotoxigênica, devido às precárias noções de higiene no preparo das refeições.

As legislações microbiológicas ultrapassadas e a omissão das Secretarias de Saúde dos Estados Brasileiros na fiscalização sanitária das empresas elaboradoras de refeições industriais foram alguns dos aspectos abordados que caracterizaram com expressividade e clareza a responsabilidade do futuro profissional engenheiro de alimentos em garantir a qualidade dos alimentos consumidos pela população.

A segurança demonstrada na elaboração do terceiro “paper” foi bem maior do que no primeiro, indicando um planejamento mais ordenado do tema, um avanço significativo no raciocínio lógico e na competência científica.

Os valores atribuídos às avaliações no decorrer do 4º bimestre foram:

- Elaboração de três “papers” individuais, cada um valendo 1,5 pontos, totalizando 4,5 pontos.

- Discussões dos três papers em equipes, valendo 2,0 pontos.
- Prova prática relativa às análises laboratoriais, valendo 2,0 pontos.
- Crítica dos “papers”, valendo 1,5 pontos.

Dos 36 alunos que participaram da pesquisa, 32 foram aprovados nas disciplinas de Microbiologia I e II e apenas 4 terão que repeti-la. Conversou-se individualmente com estes quatro alunos, ocasião em que admitiram seu desinteresse pelo curso de engenharia de alimentos e ou falta de maturidade, seriedade e compromisso com os estudos. Nesta ocasião o pesquisador foi informado de que estes quatro alunos também não haviam sido aprovados em outras disciplinas, fato que demonstra a ausência de prioridades de sua parte por uma verdadeira aprendizagem, neste momento, em suas vidas.

4.4 – A construção de sujeitos no processo de elaboração argumentada da metodologia do ensino com pesquisa.

Os alunos que constroem seu referencial teórico em busca do domínio da capacidade explicativa e do desenvolvimento da capacidade de argumentação, estão preparando-se para o exercício profissional comprometido com a capacidade de atualização, informação constante e acompanhamento de perto das grandes polêmicas de sua área e do mundo em que vivem.

O cultivo constante do questionamento sistemático, o querer saber sempre mais e melhor são exercícios que amadurecem o aluno, colaborando para transformá-lo em sujeito. A interação cotidiana com as demais disciplinas no intuito de amarrar os conteúdos, redimensionando sua segmentação para garantir uma formação profissional com qualidade científica, é o motor de arranque que leva o

aluno a empenhar-se concretamente no processo ensino-aprendizagem. Este passa da situação de massa de manobra para o início de uma rota alternativa subsidiada pela descoberta crítica, pela capacidade de questionar e reconstruir seu próprio conhecimento. É todo um processo individual de crescimento, descobertas e angústias que levam o sujeito a querer compartilhar suas pesquisas com os colegas, gerando uma visão aprofundada de alguns temas. No entanto houveram alguns temas que não foram contemplados com a profundidade desejada, devido a falta de tempo.

No processo de aprendizagem do ensino com pesquisa, é muito mais relevante aprender a aprender da literatura, ou seja, alcançar a competência da expressão própria bem fundamentada, mesmo que de um volume menor de conteúdos, do que escutar aulas passivamente, anotar as informações e reproduzir uma grande quantidade de conteúdos na prova.

Nesse contexto, a metodologia empregada compreende os seguintes aspectos:

- A bibliografia sugerida pelo pesquisador para leitura, permite uma visão global dos conteúdos relativos ao 4º bimestre.

- A abordagem dos temas é orientada pelo professor em enfoque multidisciplinar, motivando o aluno a ler, compreender, questionar criticamente os conhecimentos, construir sua pesquisa ou “paper” com iniciativa própria, individualmente e discutí-la em grupos.

- O bom aluno é aquele que sabe pensar e argumentar com fundamentação e não aquele que memoriza com facilidade escrevendo boas provas.

- A interação entre as disciplinas possibilita apontar caminhos para o exercício profissional, traçando seus conteúdos de forma aplicada e

interdisciplinar, transpondo a segmentação para garantir a totalidade real deste saber.

- A orientação ocorre por meio de diálogo objetivo, direto, sucinto e visa avançar no processo. Cada aluno é acompanhado sistematicamente e individualmente em uma ficha específica, onde se anotam os passos e evoluções alcançados por ele.

- Expor a importância da pesquisa em parceria, aplicada a processos de fabricação de alimentos e multiprofissional, indicando a pesquisa como sendo o melhor caminho para a formação de recursos humanos qualitativos.

Os assuntos pesquisados abrangem o ensino aplicado às tecnologias de laticíneos, frutas e hortaliças, carnes e fermentações, todos voltados para a produção de alimentos na indústria.

4.4.1 - A avaliação da metodologia do ensino com pesquisa na opinião dos alunos.

Com o objetivo de analisar a aceitabilidade da metodologia pelos alunos, bem como perceber suas vantagens e desvantagens para então decidir pela continuidade de sua aplicação nos anos seguintes, nas disciplinas de microbiologia de alimentos I e II, formulou-se um instrumento de avaliação composto por questões abertas, constantes no Anexo 2. Os alunos foram convidados, no último dia de aula, a emitirem suas opiniões sobre a experiência vivenciada no 4º bimestre, em comparação com a metodologia tradicional de ensino aplicada nos 1º, 2º e 3º bimestres. O preenchimento foi anônimo e sem obrigatoriedade da devolução ao pesquisador.

Apenas um dos 36 alunos não devolveu o Instrumento de Avaliação preenchido, os demais entregaram seus depoimentos pessoalmente, sugerindo inovações, comentando inclusive alguns aspectos de “crescimento” na condução dos trabalhos: da insegurança inicial à firmeza e satisfação durante e no final do processo.

Um aluno quieto e passivo na metodologia tradicional, porém extremamente ativo no ensino com pesquisa, ao entregar seus pronunciamentos escritos, falou as seguintes palavras ao orientador: “Eu já estava pensando em desistir do curso de Engenharia de Alimentos no final do 3º ano, porém essa nova metodologia fez com que eu passasse a me interessar e gostar dele”. Foi um momento de muita satisfação, pois percebeu-se quão valiosa foi a contribuição da metodologia, como decisiva para o futuro profissional de um indivíduo. Outro aluno, ao entregar a avaliação da metodologia preenchida, disse comovido ao orientador: “Minha mãe faleceu quando eu era pequeno, mas eu imagino que ela tivesse sido igual a Senhora”. A revelação dos sentimentos deste aluno demonstraram claramente o clima de cordialidade, respeito, amizade e cooperação que se instalou entre os participantes. Um último comentário de um aluno, dentre vários, que chamou atenção foi o seguinte: “Sempre achei essa matéria chata, muita decoreba e nome de “bichinho” para guardar, mas o entusiasmo das aulas faz com que eu hoje, quase goste da microbiologia”.

Os depoimentos dos alunos envolvidos indicam a importância do dinamismo, da transformação do ambiente da sala de aula em um espaço no qual se parte da vida pessoal, social, familiar e política, com novas idéias e caminhos a serem testados na realidade, na tentativa de ajudar o homem a viver melhor e ser mais feliz, a se desenvolver e buscar respostas para os problemas do meio ambiente

onde vive.

Portanto, é dever da Universidade aceitar o desafio de formar, além de profissionais competentes, cidadãos íntegros e responsáveis por sua aprendizagem. Esse processo vai de encontro com a reconstrução do conhecimento, impregnando qualidade e espírito acadêmico nos cursos, em seus professores e conseqüentemente nos alunos. Os projetos pedagógicos devem criar oportunidade para que a teoria e a prática se integrem, assentados no ensino com pesquisa numa visão sistêmica, cuja meta é a produção de conhecimentos com qualidade formal e política, oferecendo ao indivíduo uma visão unificada de mente, matéria e vida.

Em seu instrumento de avaliação, no que se refere ao conhecimento de metodologia do ensino com pesquisa aplicado às disciplinas de Microbiologia I e II, os alunos foram unânimes em destacar que nunca haviam participado de experiência similar a essa.

Ao serem convidados a manifestarem-se quanto ao progresso individual, referente à construção do seu conhecimento microbiológico aplicado à processos de produção de alimentos, sobressairam-se os seguintes depoimentos:

Aluno 1: "Eu particularmente, achei ótimo a elaboração de "papers". Ele nos força a estudar a matéria e nos estimula a procurar fatos atuais para melhorar sua estrutura. Eu posso dizer que aprendi muito mais no 4º bimestre do que no ano todo".

Aluno 3: "A leitura para nós estudantes as vezes passa despercebida e com os "papers" une o útil ao agradável. Apesar das dificuldades em redação foi mais proveitoso".

Aluno 6: "Por ter estudado num colégio onde não se cobrava a aprendizagem por meio de provas, o método para mim fluiu de maneira natural. Através da pesquisa o aluno grava mais e pode ler o que achar mais interessante; assim se sente motivado, porém fica a impressão de que deixou de aprender tópicos relevantes".

- Aluno 7: "Fui obrigado a correr atrás das informações possibilitando assim uma melhor compreensão e assimilação".
- Aluno 11: "Aprendi mais com esta metodologia, mas só sobre as bactérias que eu pesquisei: Houve maior motivação, pois não foi cansativo".
- Aluno 12: "Além de ler os livros selecionados pelo professor, eu e a maioria dos alunos pesquisamos em outros lugares como na Internet e tem muita coisa que a gente lê e não dá para por no "papers", então, aprendemos mais do que escrevemos nos textos".
- Aluno 16: "Tenho muita dificuldade em aprender quando se trata de "decoreba". Consigo ter um melhor resultado quando sou obrigada a "correr atrás" de um determinado assunto, conseguindo captar maiores informações".
- Aluno 17: "Observei que tive que caminhar sozinha a procura de conhecimentos e a partir desse momento tive uma maior aprendizagem em relação ao 3º bimestre, no qual ganhava a matéria pronta e só decorava".
- Aluno 18: "Pelo novo método desenvolve-se o senso crítico com relação à disciplina, motivando a leitura".
- Aluno 19: "Adquiri opinião sobre o que é importante saber sobre a matéria de como é necessário se informar, conhecer o assunto, estudá-lo".
- Aluno 21: "A metodologia fez com que minha aprendizagem melhorasse, pois o método exige mais leitura, pesquisas e uma melhor escrita".
- Aluno 22: "Por esse novo método eu pude observar relações cotidianas com os microrganismos. Nos 1º, 2º e 3º bimestres, eu achei a forma de avaliação pelos relatórios um tanto desnecessária, porque o que se fazia era ler a apostila e praticamente copiar o que estava nela, além de que, entre a aula prática e a entrega do relatório se passa muito tempo (análises longas), então ficava difícil recordar tudo para se fazer uma descrição precisa dos resultados. Os "papers" foram muito melhores, pela facilidade de aprendizado e avaliação".
- Alunos 26: "A microbiologia no 4º bimestre foi mais interessante. É mais fácil gostar de uma coisa que nós mesmos criamos do que de algo que já está pronto".
- Aluno 29: "Esta metodologia de Ensino aplicada na disciplina de Microbiologia no 4º bimestre foi muito válida, aprendi bastante coisas de uma maneira gostosa e sem cobranças. A experiência foi positiva".
- Aluno 34: "O 4º bimestre foi muito mais proveitoso, simplesmente pelo fato de que pudemos conhecer alguns microrganismos um pouco melhor do que se estivéssemos simplesmente ouvindo, ouvindo detalhes fúteis, encontrados em todas a bibliografias".

As transcrições acima demonstraram que a metodologia propôs aos alunos a construção de seu próprio conhecimento, do saber elaborado. Comprovou-se o aprofundamento nos temas, o desenvolvimento do raciocínio lógico, crítico e

criativo.

Referente à nova metodologia empregada, comparada com a tradicional, transcreveu-se alguns aspectos positivos e negativos expressos pelos sujeitos no processo. Os pontos positivos apresentados pelos alunos foram:

- Aluno 1: "Passamos a questionar as informações recebidas, ao invés de simplesmente aceitá-las. Estimula a curiosidade do aluno, fazendo-o ter mais dúvida e melhorar seu aprendizado. O ponto mais importante, foram os textos e o emprego correto da língua portuguesa, uma coisa tão ignorada pelas faculdades de engenharia"
- Aluno 2: "O aluno não sofre a pressão de um única prova. Aprendizagem de produção de textos. O aluno aprende a pesquisar".
- Aluno 4: "É mais empolgante, o aluno aprende mais e não esquece, como acontece quando a matéria é decorada, permite que o aluno conheça curiosidades sobre as bactérias que não são encontradas em livros e na metodologia tradicional".
- Aluno 5: "O aluno aprende a pesquisar e também selecionar os livros e revistas que encontra. O aluno percebe que pode aprender por si só se tiver vontade para isso. O aluno não estuda apenas antes da prova, não há aquela aflição de que o conteúdo dado será cobrado em provas sem consulta. É um ensino descontraído".
- Aluno 7: "Força o aluno a ser independente e dono dos seus conhecimentos".
- Aluno 10: "Desperta interesse profissional fazendo com que o aluno tenha contato com as novidades que circundam o mundo científico".
- Aluno 11: "Aprendeu-se mais facilmente sobre as bactérias. Pode-se discutir com o professor, mais do que no outro método".
- Aluno 12: "Teve-se que trabalhar mais sobre os assuntos e colocá-lo no nosso cotidiano, é muito mais interessante. O que decoramos para a prova, esquecemos. Mas o que lemos e entendemos, não esquecemos".
- Aluno 19: "Aumenta os conhecimentos, faz com que haja um diálogo sobre a matéria. A idéia é criativa, empolgante, adorei!"
- Aluno 20: "A exposição da matéria é feita com maior clareza à medida com que o aluno age participando e pesquisando continuamente. Além disso é empolgante pesquisar um assunto recente e interessante (profissionalmente), que não está em livros ou aulas normais".
- Aluno 22: "Desperta o interesse pela pesquisa, é uma forma mais informal de avaliação, menos cansativa, a bactéria é "destrinchada" até se saber tudo sobre ela. As oportunidades de recorrer os "papers" várias vezes não prejudicaram a nota do aluno".
- Aluno 25: "Retive mais conhecimentos, tive maior contato com o professor, pude constatar o que ocorre nos outros países através da internet, não fiquei limitada".

Aluno 29: "Ajuda a pensar, incentiva a pesquisa, empolga. Aprendizagem sem cobranças".

Ao analisar os comentários dos alunos sobre os aspectos positivos da nova metodologia, identificados como estimulante, empolgante, o aluno aprende a selecionar livros e revistas, o aluno aprende a pesquisar, cria independência, desperta interesse profissional, possibilita maior contato com o professor, ajuda a pensar, "destrincha" a bactéria até saber tudo sobre ela, propicia maior diálogo... constata-se que a metodologia do ensino com pesquisa contribuiu com o crescimento, a maturidade e a independência dos sujeitos em relação, inclusive ao próprio professor. Percebeu-se também, que os assuntos abordados em sala de aula adquiriram uma conotação globalizante, integradora, abandonando tratar os assuntos de forma fragmentada e estanque. No tocante aos aspectos negativos da metodologia, os alunos se manifestaram:

Aluno 1: "Poucas aulas, fazendo com que cada aluno ficasse restrito a apenas três tipos de bactéria.

Aluno 2: "O aluno não absorve todo o conteúdo apenas o que escreveu".

Aluno 4: "É mais trabalhosa, tem que ser estudada com antecedência, requer maior carga horária dentro e fora da faculdade".

Aluno 5: "O aluno aprende bem sobre um tema, mas deixa de saber sobre outros importantes. O método favorece apenas os que gostam ou tem facilidade em escrever".

Aluno 7: "Deixa de lado outras informações importantes para o futuro profissional".

Aluno 10: "Nem todas as bactérias são vistas por falta de tempo".

Aluno 11: "Pouco tempo extraclasse para pesquisar e ler sobre o assunto".

Aluno 12: "Muitas vezes eu sabia bastante o assunto e não conseguia fazer um bom texto".

Aluno 19: "Pouca carga horária, biblioteca com livros muito repetitivos, pouco laboratório.

Aluno 20: "Deveria dispor-se de mais opções de espécies de bactérias para a pesquisa e aumentar a carga horária da disciplina. Não tenho

confiança numa avaliação correta dos "papers" por parte dos alunos".

Aluno 22: "Pouca informação a respeito de outras bactérias".

Aluno 25: "Pouco tempo para a pesquisa, certas bactérias não traziam curiosidades satisfatórias".

Aluno 29: "Trabalhosa".

As questões entendidas como "metodologia trabalhosa", foram relatadas por alunos que demandam de muito tempo extra-classe para escrever artigos científicos. Percebe-se que a maioria dos alunos, cujas formações de 1º, 2º e 3º graus baseiam-se na metodologia tradicional de ensino, não estão habituados a dedicar várias horas de seu tempo extra-classe à leitura e construção do conhecimento.

Aliado a isto, percebeu-se a carência no currículo do engenheiro de alimentos, da disciplina de metodologia científica.

O tempo necessário para dedicação à leitura e produção de textos, como a falta de base para discorrer sobre um tema foram os grandes desafios apresentados pelos alunos nesta metodologia de ensino com pesquisa.

Quanto a proposição da continuidade na adoção da nova metodologia para os próximos anos, dentre 100% de respostas afirmativas, encontra-se as seguintes sugestões:

Aluno 2: "Sim, devido aos motivos positivos citados superarem os negativos".

Aluno 4: "Sim, após uns dois bimestres de método tradicional, o aluno já conhece a matéria e começa a achá-la cansativa por ter muitos dados para serem decorados. Com o método de ensino através de "papers" ele é obrigado a pesquisar e acaba se interessando pela matéria cada vez mais, passando a assimilar novos conhecimentos".

Aluno 6: "Sim, acho válido pois os jovens de hoje não sabem ler (pesquisar) nem escrever, devido ao ensino atual da maioria dos colégios, onde se usam apostilas com assuntos "mastigados" sem espaço para o

raciocínio. Porém, acho que explicações dadas em aula pelo professor são de grande valia, uma vez que tem a experiência da prática profissional”.

Aluno 9: “Sim, observei uma melhoria no aprendizado”.

Aluno 11: “Sim, porém em determinadas partes da matéria, a explicação do professor é melhor, pois os livros são, as vezes, muito complexos e confusos”.

Aluno 13: “Sim, a gente passa a criar mais responsabilidade, pois tem-se que correr atrás do assunto, além de ter que entender. Esse método é bom, pois é melhor sabermos pouca coisa e muito bem do que muitas coisas e muito mal”.

Aluno 16: “Sim, achei interessante essa nova metodologia pelo fato de ser diferente da antiga. Houve maior interesse da minha parte, na hora de elaborar os “papers” como o que é interessante ou não colocar na construção das frases”.

Aluno 19: “Sim, constatei que com a nova metodologia criei intimidade com a microbiologia e a matéria ficou mais atrativa”.

Aluno 22: “Sim, estimula a curiosidade e a independência em relação ao professor”.

Aluno 23: “Sim, pois permite aprofundamento maior em um determinado microrganismo e não apenas visões gerais como era comum nos semestres anteriores”.

Aluno 25: “Sim, esse novo método é válido, já que com as bactérias que pesquisei obtive muitas curiosidades e conhecimentos que jamais iria adquirir se não fosse através dessa metodologia”.

Aluno 29: “Sim, porém como já mencionei, para que essa metodologia de ensino seja válida é preciso de uma base oferecida pelo professor”.

Aluno 30: “Sim, a metodologia é uma alternativa para que o ensino em sala de aula não fique tão monótono. Porém, a metodologia tradicional ainda se faz necessária para que os alunos tenham uma base geral dos conteúdos a serem enfatizados durante o ano”.

Aluno 31: “Sim, acho que seria interessante continuar com esta metodologia, pois motiva o aluno a pensar mais no que está fazendo e não só depender do professor”.

Aluno 34: “Sim, pessoalmente não acredito que aprendi muita coisa com a metodologia tradicional, é muito decoreba”.

Estes pronunciamentos fornecem subsídios para o aperfeiçoamento das estratégias de abordagem dos conteúdos teórico-práticos na microbiologia de Alimentos, indicando um caminho alternativo para o desenvolvimento da disciplina nos próximos anos.

Com relação aos bimestres nos quais a nova metodologia deve ser proposta a partir dos próximos anos, 90% dos sujeitos contribuíram com a opinião de que esta deve ser adotada somente nos 3º e 4º bimestres, argumentando da seguinte forma:

- Aluno 4: “Como esta matéria é nova para nós, acho que deveria ser ensinada pelo método tradicional nos dois primeiros bimestres, para que o aluno tenha uma boa base e possa entender os livros e revistas quando for procurá-los para escrever os “papers”.
- Aluno 6: “A metodologia incentiva o aluno a se descobrir. Porém, nos 1º e 2º bimestres, o mesmo não tem uma noção do que é microbiologia, e um aprendizado apenas através de pesquisas, ocasionaria um aprendizado com muitos pontos falhos. Agora, se implantada nos 3º e 4º bimestres, será ótimo para o aluno deixar de ser apático e ir atrás de temas diferentes dos fornecidos pelo professor em aula”.
- Aluno 8: “Por serem estas as únicas disciplinas de microbiologia de todo o curso e por esta ser tão importante, acho que a base e os conceitos fundamentais devem ser vistas na íntegra durante os 2 primeiros bimestres (metodologia tradicional)”.
- Aluno 12: “Nos 1º e 2º bimestres a pessoa ainda não sabe nada de microbiologia, depois nos 3º e 4º bimestres já tem capacidade de se virar sozinha e escrever os papers”.
- Aluno 13: “Os 1º e 2º bimestres devem fornecer uma visão geral da microbiologia, assim como foi este ano. Nos 3º e 4º bimestres é que poderia ser aplicado o novo método, pois os alunos já terão noções básicas. Mas as aulas de laboratório devem continuar ser ministradas pelo método tradicional”.
- Aluno 16: Para dar início a metodologia da construção de papers, o aluno deve ter base teórica e dominar o assunto, devendo o 1º semestre continuar como foi este ano”.
- Aluno 24: “Nos 1º e 2º bimestres deve-se ensinar a caracterização dos microrganismos e sua identificação. Nos 3º e 4º bimestres os alunos já estarão “munidos” para pesquisar sozinhos”.
- Aluno 25: “Nos dois primeiros bimestres as explicações do professor são necessárias para que se possa diferenciar os microrganismos morfológica e bioquimicamente. Já nos dois últimos bimestres o aluno deve ir atrás de informações para aumentar seus conhecimentos”.
- Aluno 26: O 1º bimestre deve ser usado para dar uma visão geral ao aluno e 2º bimestre de incentivo à pesquisa”.
- Aluno 32: “O aluno precisa ter primeiramente uma boa base de microbiologia para após saber escrever. Se não, tiver base, não saberá o que é importante no desenvolvimento do texto”.

Pode-se observar o receio dos alunos em não conseguir compreender a ciência microbiológica por meio do ensino com pesquisa, desde o início do ano.

Isso ocorre, devido a disciplina envolver inúmeros conceitos básicos que necessitam de análises laboratoriais práticas, para serem compreendidos em sua íntegra.

Percebe-se que o aluno necessita de um período de tempo gradativo para absorver uma nova metodologia, no decorrer do ano letivo. Crê-se que o aluno necessite de estímulos do professor para tornar-se independente. Nenhuma mudança ocorre de um momento para ao outro. Demonstrando que acredita e confia nos alunos, atribuindo-lhes responsabilidades e ensinando-os a assumi-las, são os passos que devem ser introduzidos desde o 1º bimestre visando a autonomia intelectual do aluno e o desenvolvimento de sua capacidade de buscar fontes de informações, ler artigos e pesquisar. Esse processo pode levar um semestre, um mês ou mesmo algumas hora. Dependerá fundamentalmente das características dos alunos, de seu histórico e da política adotada pela instituição de ensino.

Ao serem solicitados a manifestarem-se sobre metodologia proposta e se esta colaborou de maneira lógica, crítica e criativa na sua formação acadêmica visando seu futuro profissional, os sujeitos manifestaram:

Aluno 1: "Eu melhorei muito minha redação e minha crítica, pois ao ler vários "papers" você vai formando uma opinião, ficando mais fácil expressar minhas idéias com clareza e firmeza".

Aluno 5: "Aprendi que devo ter mais iniciativa para buscar informações independente da área que possa escolher".

Aluno 6: "Colaborou em "lembrar" que escrever é sempre importante. São raras as vezes na Faculdade de Engenharia onde o poder de síntese é necessário, pois geralmente escreve-se trabalhos. O hábito da leitura e escrita, desenvolve melhor o raciocínio e um interesse sobre todos os assuntos".

Aluno 7: "Se eu precisar de alguma informação, saberei como chegar a ela. Aprendi a acessar a Internet e os periódicos na biblioteca".

- Aluno 8: "Me tornei mais independente e tive oportunidade para expor minhas próprias idéias".
- Aluno 9: "Estou treinando desde já a escrever artigos e relatórios para meu futuro profissional".
- Aluno 10: "Induziu-me ao raciocínio e à crítica quanto as novidades encontradas via Internet comparando com os livros".
- Aluno 12: "Para que o texto ficasse bom, procurava-se um caso real que interessasse às pessoas. Isso obrigou-nos a ler sobre um monte de surtos contribuindo para a formação profissional, pois um profissional tem que saber encontrar e interpretar o assunto, "decoreba" tem nos livros em qualquer biblioteca".
- Aluno 16: "Quando foi elaborar os textos tive que buscar informações interessantes e organizá-las de forma que tivesse uma fácil compreensão. Isso reforçou minha criatividade e meu lado crítico, a ponto de refazê-los quantas vezes se tornasse necessário".
- Aluno 17: "Tive que tomar iniciativa de procurar livros e fiquei mais crítica em relação aos papers elaborados por mim e por outros, o que visa o futuro profissional.
- Aluno 18: "A metodologia ensinou-me uma das maneiras de "estudar", incentivo à leitura e à pesquisa.
- Aluno 22: "Ajudou a buscar informações fora da sala de aula, como também na escrita, ou seja, passar minhas informações de forma descritiva e direta".
- Aluno 23: "Fez com que ocorresse a percepção do quão importante é a microbiologia no futuro das indústrias alimentícias, englobando tanto a identificação dos microrganismos como os métodos para combatê-los".
- Aluno 24: "Aumentou a criatividade e a capacidade que cada um tem dentro de si, expondo melhor suas idéias. Venceu a timidez de vários alunos, obrigou a estudar antes das aulas, desenvolvendo debates".
- Aluno 25: "Eu me sinto mais atualizada e reconheço a importância dos microrganismos, isto é, maneiras de prevenção, o que eles causam, etc".
- Aluno 26: "Saber como resolver um problema é mais válido do que recebê-lo resolvido".
- Aluno 28: "Eu tinha medo de escrever, e estou vencendo este medo, pois terei que escrever muito como profissional".
- Aluno 29: "Ajudou a trabalhar mais a cabeça e com certeza acrescentou muita coisa em meus conhecimentos e na minha vida".
- Aluno 30: "Esta nova metodologia foi de grande importância para minha motivação pessoal. Com ela, pude perceber que tenho grande facilidade e interesse pela área e que posso e devo aperfeiçoar meus conhecimentos, para que no meu futuro profissional eu tenha chances de competir com outros profissionais da mesma área".
- Aluno 34: "Pude perceber que a pesquisa influenciará muito no meu conhecimento, quanto mais a fizer mais conhecimento terei".

Aluno 35: "Fui incentivado a questionar um assunto e aprendi a gostar da microbiologia".

Revela-se nesta questão o surgimento, nas vidas dos sujeitos, de momentos onde afloraram novos valores, como afirmação de um novo começo no percurso universitário. Nos depoimentos transparece a capacidade de inovação e renovação dos indivíduos, caracterizado no envolvimento, na formação da opinião, na responsabilidade pela construção de seu saber, concretizado por meio da formulação de "papers" e a partir da compreensão de assuntos. As aulas foram encontros nos quais alunos descobriram potencialidades enrustidas, houve iniciativa, desinibição e autonomia, qualidades voltadas para o progresso e desenvolvimento do indivíduo.

No que diz respeito a metodologia a ser adotada para a prova de 1ª Final, convidou-se os alunos a expressarem sua opinião:

Aluno 1: "Prefiro a elaboração de um "paper", porque ao invés de decorar a matéria, você entende e tem que escrever claramente para que o leitor também entenda".

Aluno 3: "Que seja baseada na elaboração de um "paper". Porque o que importa é a construção do conhecimento".

Aluno 8: "Isso nem me passa pela cabeça, para os que ficarem eu sugiro "paper".

Aluno 9: "Eu gostaria que para a matéria do 4º bimestre fosse um "paper", pois mostra o conhecimento do aluno além do esforço e dedicação prévias à elaboração.

Aluno 10: "A 1ª final deve ser baseada na elaboração de um "paper" sobre uma bactéria específica de um ramo da indústria alimentícia".

Aluno 14: "A prova deve ser baseada na elaboração de um "paper", pois mesmo sendo mais trabalhoso é menos extenso que "decorar" matéria do ano todo".

Aluno 17: "Relativo ao 4º bimestre, gostaria que fosse a elaboração de um "paper", pois através de minha capacidade de elaboração obteria minha nota, o que seira muito grandioso".

Aluno 20: "Papers", pois considero mais instrutivo, sinto-me mais habilitado e

realizado neste tipo de avaliação.

Aluno 23: "Prefiro que a matéria relativa ao 4º bimestre seja avaliada pela elaboração de um "paper. Já que pesquisei e obtive muitos conhecimentos, posso usufruí-los na final".

Aluno 26: "Seria muito "maçante" tentar decorar a matéria do ano todo".

Aluno 27: "Elaboração de um "paper", pois o aluno terá que ler os temas antes da prova.

Aluno 30: "Se eu ficar para 1ª final, gostaria que a avaliação relativa ao 4º bimestre fosse baseada na elaboração de um ""paper", pois tenho mais facilidade em escrever sobre os assuntos pesquisados do que decorar a matéria para a prova".

Nesta transcrição dos comentários dos sujeitos observa-se a preferência unânime, por uma avaliação relativa aos conteúdos do 4º bimestre, baseada na formulação de um "paper". Esta atitude leva a evidência de que na elaboração de "papers" não há surpresas para o aluno que leu várias bibliografias relativas ao tema, compreendeu o assunto, teve oportunidade de preparar-se e esclarecer dúvidas com o professor anteriormente e durante a sua elaboração. O indivíduo que interpretou lógica e criticamente a bibliografia, sabe por onde começar e onde quer chegar, dentro de um caminho progressivo concatenado. Nos dias que antecedem a data de entrega dos "papers" , o papel do orientador é a chave do processo. Desde o título do trabalho científico, a introdução, os passos metodológicos, a capacidade explicativa e argumentativa e a conclusão, devem imprimir qualidade científica e despertar o interesse do leitor pelo tema.

No final do Instrumento de Avaliação deixou-se um espaço no qual os alunos pudessem ter a liberdade de manifestar algo que não tivesse sido expresso anteriormente. Ressalta-se algumas opiniões:

Aluno 6: "Vale a pena lembrar que como o aluno tem uma liberdade razoavelmente grande para escolher o enfoque que dará ao tema

indicado para leitura, caso tenha lido algo que não entendeu, dificilmente persistirá sobre o problema. O aluno partirá para um tópico que lhe pareça mais fácil. A metodologia dará mais certo se o professor tiver mais tempo para tirar dúvidas ou debater com o aluno sobre os pontos mais importantes do tema”.

Aluno 19: “Parabéns! Você despertou meu interesse, aumentou meu conhecimento, se agora gosto e entendo a importância da microbiologia é devido ao seu empenho incontestável. Obrigado professora!”

Aluno 20: “Acho que os textos não deveriam ser escolhidos (criticados) por alunos e sim por uma comissão de professores qualificados, pois seria um julgamento mais imparcial”.

Aluno 26: “Acho importante observar que o papel do professor foi fundamental, pois ajudou bastante. No início tive certa resistência a aceitar esse novo método mas com a orientação do professor tudo ficou mais fácil”.

Aluno 34: “Sinceramente, a microbiologia pelo método tradicional é muito chata, já pelo novo método se tornou realmente interessante e atrativa! Quanto às críticas dos "papers" realizadas pelos alunos, para a escolha dos 15 melhores de cada tema, acho que o professor deveria ter tirado o nome dos alunos dos artigos, no momento da leitura para a escolha. Acho que a maioria escolheu pelo nome do aluno e não pelo conteúdo, pois em 3 anos de convivência na sala, já se tem uma idéia de quem é bom aluno”.

Essas contribuições são muito significativas para a pesquisadora. A colocação do estudante 6 possibilita analisar que este aluno tem a visão, de que o espaço de 2 horas-aula teóricas e 2 horas-aula práticas semanais, ocupado pela disciplina de microbiologia é insuficiente para ensinar 36 alunos a pensar e construir com iniciativa própria, elaborando individualmente e discutindo em grupos. Sem a qualidade construtiva do professor e um período de tempo adequado de convivência com os alunos, pouco adiantam edificações pomposas e laboratórios atualizados. Proporcionar um ambiente de pesquisa para os alunos em 4 horas-aulas semanais exigiu motivação viva do professor, muita dedicação extra-classe e assim mesmo não foi possível atender a todas as dúvidas, que não foram poucas.

Para que esta metodologia possa ser implantada, a universidade, que

contrata seus professores como horistas, deve rever radicalmente o processo de formação e valorização sócio-econômica. É importante trabalhar apenas com um número estritamente necessário de professores, melhorar sua competência e remuneração, condições essenciais de qualidade. Certamente, essas condições terão decorrências claras quanto aos deveres do professor.

As revelações dos estudantes 19, 26 e 34 evidenciam momentos significativos vivenciados em sala de aula, como: “empenho incontestável do professor”, “com a orientação do professor tudo foi mais fácil”, “a aula tornou-se interessante e atrativa”. Esses aspectos explicitam claramente a importância da convivência humana em sala de aula, marcada pelo respeito ao aluno, diálogo, abertura a críticas, amizade, ensinar a pensar, a buscar informações e a pesquisar; honestidade e coerência nas avaliações; entusiasmo e gosto pela docência.

As manifestações dos estudantes 20 e 34 demonstram a preocupação com o critério de escolha dos 45 "papers" selecionados dentre um total de 108, para serem publicados na Primeira Revista de Microbiologia de Alimentos da PUC/PR. Crê-se que as críticas dos "papers" realizadas pelos próprios alunos envolvidos no processo, valorizaram sua experiência no sentido de desenvolver sua autoconfiança, abrir caminhos para posições mais conscientes, ousadas e desafiadoras. Porém, é uma questão que merece uma reflexão mais profunda, propiciando despertar novos rumos para a realização das mesmas em uma próxima oportunidade.

Nesse processo comprova-se a necessidade de apontar caminhos que elucidem as responsabilidades dos profissionais em relação a sua competência, para produção de alimentos baratos e de qualidade. Para tanto é mister sobretudo pesquisa e condições objetivas de produção.

A formação profissional sob o referido enfoque, muito pode contribuir para a melhoria da qualidade da alimentação humana. Deste modo a fabricação de alimentos inócuos tem como base a formação e o desenvolvimento de recursos humanos adequados. Todavia, desafia-se os professores a buscarem opções metodológicas dentro da Universidade, que recuperem sua competência, oferecendo-lhe subsídios que venham de encontro com as necessidades da população.

Dessa maneira a formação de recursos humanos em engenharia de alimentos contribui diretamente em defesa dos direitos do consumidor. Dominando conhecimentos e as tecnologias disponíveis, o engenheiro de alimentos tem relação direta sobre os produtos fabricados e consumidos pela população.

Dentre esses conhecimentos, a microbiologia desempenha um papel importante e necessário para o melhor desempenho do profissional de alimentos , seja na prevenção de surtos pelo correto uso do calor e do frio, na inspeção da assepcia realizada em equipamentos, no controle de qualidade de starters usados em processos fermentativos, enfim, garantindo a qualidade dos produtos alimentícios comercializados.

Essas circunstâncias instigam a viabilização bem sucedida da abordagem da Microbiologia no curso de Engenharia de Alimentos, sob o enfoque do ensino com pesquisa, da visão sistêmica, da abordagem multidisciplinar, científica e tecnológica.

CAPÍTULO V

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A universidade possui a função de educar pelo ensino e pesquisa, construindo e atualizando conhecimentos. Este conhecimento está nos livros, porém, é a interpretação de um livro em confronto com o professor e com outros colegas que traz o conhecimento. O aluno deve aprender a ler, confrontar sua interpretação e após ter lido vários livros clássicos de sua área do conhecimento, saberá ler e interpretar seus conteúdos.

Outra meta importante da universidade é criar bases científicas e tecnológicas, interagir direta ou indiretamente com a sociedade, assumindo um importante papel não só na criação e repasse de conhecimentos, mas também na formação da ética profissional, estando a serviço do governo e das indústrias.

Deste modo, visando a competência acadêmica do profissional Engenheiro de Alimentos e o atendimento das necessidades do mercado de trabalho, teve-se a coragem de alterar consistentemente a pedagogia tradicional de ensino nas disciplinas de Microbiologia de Alimentos I e II.

Partiu-se do pressuposto de que pelo ensino também se faz produção do conhecimento, incluindo a produção da consciência das novas gerações, tornando

os indivíduos capazes de enfrentar com independência e cidadania os desafios do mundo tecnológico em constante transformação. Para tal, recorreu-se a uma metodologia adequada, afim de promover o ensino e a aprendizagem dos microrganismos de importância na produção de alimentos.

Diante de uma proposta do ensino com pesquisa sob uma visão sistêmica, se evidencia uma universidade provedora de mudanças das práticas acadêmicas, geradora de sujeitos que fazem sua própria história, proporcionando uma abertura e interação com a comunidade, que se viabiliza na parceria com empresas e organizações. Este caminho traz para dentro da universidade e especificamente para o cotidiano do aluno de Engenharia de Alimentos, a análise crítica e reflexiva da realidade, pretendendo ser relevante para a sociedade e seu futuro.

O equilíbrio entre teoria e prática e o conhecimento dos espaços e características profissionais contribui enormemente com o saber questionar e formular questionamentos. É nas aulas práticas de laboratório, em visitas a processos industriais e nos estágios em fábricas, que o aluno percebe a aplicabilidade do que pesquisou teoricamente. Este processo provoca a interação cognitiva e valoriza a pesquisa como princípio formal e político na busca da competência na educação.

Por tratar-se de uma perspectiva inovadora, a proposta do ensino com pesquisa transforma o processo, no qual aluno e professor buscam soluções para os problemas debatidos de forma conjunta, como sujeitos capazes de propor e inovar em prol da construção de seu próprio conhecimento.

A proposição de assuntos que se manifestaram úteis aos alunos possibilitam ver o todo, trazendo o dia a dia para dentro da sala de aula e

propiciando aplicações práticas das pesquisas realizadas. Esse processo torna a abordagem mais dinâmica e clara, oportunizando o "aprender a aprender" e o "saber pensar".

No sentido de inovar e preparar o profissional para atuar em processos industriais, desenvolvimento de produtos, controle de processos e garantia da qualidade dos alimentos, optou-se por construir uma proposta que aprofundasse os caminhos metodológicos no ensino da Microbiologia de Alimentos de forma a relacionar os temas pesquisados com os conhecimentos, a experiência e a realidade profissional dos alunos.

Esse processo provocou uma reflexão sobre a necessidade de abordar a Microbiologia de Alimentos de maneira mais voltada para os processos tecnológicos de laticínios, carnes, fermentações, produtos envasados, embutidos e esterilizados, numa proposta que viabilize o ensino da microbiologia como um trabalho de parceria e interação construtiva com as disciplinas tecnológicas, em nome do desafio da competência frente à cidadania e à profissão do Engenheiro de Alimentos.

Busca-se sobretudo um maior aproveitamento em termos de aprendizagem, espaço e tempo que alunos e professores passam juntos, apontando caminhos por meio do ensino com pesquisa, visando a interdisciplinaridade em prol da globalização do conhecimento.

Deste modo se instigarão processos coletivos que visam oportunizar e ultrapassar a segmentação dos conteúdos que compõem a microbiologia de alimentos, contribuindo com a evolução desta ciência aplicada à tecnologia de alimentos.

Ao mesmo tempo, torna-se viável a formação de profissionais mais capacitados no atendimento das exigências do mercado, a fim de contribuir com a evolução das pesquisas que se referem a melhoria dos alimentos consumidos pela população e conseqüentemente de sua qualidade de vida. Deste modo, pretende-se proporcionar ao país a possibilidade de caminhar rumo à auto-suficiência quanto às tecnologias sustentáveis no processamento e industrialização de alimentos inócuos, de menor custo e qualidade assegurada.

A capacitação do profissional voltado para as questões da alimentação da população se justifica a partir do momento que projeta suas metas para além da tecnologia e ciência, buscando atender as necessidades do homem e o contexto social como seu objetivo primordial, onde então se efetivará verdadeiramente a educação.

Para que o professor seja capaz de assumir o papel de orientador no processo, é mister que possua competência específica em sua área de conhecimento e atitudes de pesquisador em seu cotidiano. O aluno percebe facilmente quando não há coerência entre o discurso e a ação.

A análise das estratégias que colaboram para o sucesso desta ciência, requer do professor uma postura que propicie a integração do grupo, permitindo que a aprendizagem se realize também no relacionamento coletivo, entre os alunos. Não menos importante é o constante incentivo a participação ativa dos alunos no processo, no sentido de instigá-los a passar da condição de informado à informador.

Essas estratégias, nem sempre estanques e definidas, se viabilizam como ferramenta de estímulo e envolvimento, que contribui para modificar o

comportamento acadêmico frente ao ensino, caracterizando o ato de aprender.

Capacidade de inovação e segurança, abertura a críticas e às propostas dos alunos, são as ações docentes requeridas por essa metodologia de ensino, que possibilitam transitar sob um ir e vir na ciência microbiológica, viabilizando a interdisciplinaridade.

A competência pedagógica, a clareza e a objetividade na transmissão das informações são fatores ímpares no processo. A credibilidade na capacidade acadêmica, o compreender de seus interesses e potencialidades, direcionando-os à construção do saber e do conhecimento são mais algumas pistas apresentadas neste sentido.

Um corpo docente estimulado e estimulante é aquele que promove possibilidades, fundamenta o aluno provocando análise crítica e reflexiva. Assim, a ação docente não perde a liderança, mas é sobretudo mediadora no processo, aprendendo junto com o aluno mesmo que em propósitos diferentes.

A visão do todo permite ao aluno projetar a aplicabilidade da ciência microbiológica com vistas a atender as exigências desta transição de século.

A abordagem de ensino com pesquisa requer motivação à autonomia e atuação efetiva do aluno, para que saiba encontrar seus caminhos e suprir deficiências de sua formação com iniciativa própria, durante a faculdade e ao longo de toda sua vida, por meio da educação continuada. este passa a ocupar a função de sujeito ativo engajado, dotado da atitude reflexiva e crítica no processo ensino-aprendizagem.

O aluno é incentivado a participar de atividades coordenadas pelo professor, de forma integrada e responsável, reconstruindo seu próprio conhecimento.

Segundo DEMO, "o questionamento reconstrutivo supõe que cada grupo traga suas elaborações próprias, pesquisa prévia, argumentação cuidadosa, dados concretos e propostas fundamentadas" (1996, p.19) para participar dos trabalhos em coletivos.

Entretanto, não está em jogo produzir muito, mas produzir bem. Desta forma, é mais importante desvendar o desempenho qualitativo do que o quantitativo, por mais que este também seja relevante.

Este trabalho conjunto reaviva o raciocínio lógico e a criatividade. O fato de o aluno integrar o processo, o faz cúmplice no ato de aprender, cujo contato gradual e interativo com o conhecimento, o estimula e o convida a transformar a referida prática através da atuação reflexiva e crítica sobre determinado saber. Neste contexto se efetiva o êxtase cognitivo, pois é dada a oportunidade ao acadêmico, de sentir-se capaz de interrelacionar-se com a ciência; de modo a transformá-la ou construí-la, incorporando deste modo a pesquisa no cotidiano do futuro profissional.

Na qualidade de pesquisadora e construtora de seu próprio conhecimento, a autora pretende ultrapassar a questão formal da metodologia do ensino com pesquisa, no sentido de não inovar a realidade da sala de aula apenas durante esta pesquisa.

Objetiva-se adotar a metodologia em questão no dia a dia universitário, superando a experiência vivida pela via do conhecimento construído, revendo constantemente as aulas para torná-las sempre mais atraentes aos olhos dos alunos. As inovações descobertas pela autora no decorrer do curso de mestrado, têm a pretensão de serem adotadas em sua realidade e em seu futuro profissional

na docência, transformando-as radicalmente na direção proposta nesta pesquisa, pois a de levar-se em consideração que o conhecimento é um processo que se refaz a cada momento e devido a isso, sempre é provisório.

Dentre desse contexto, pretende-se instigar os professores do curso de Engenharia de Alimentos que ainda adotam a metodologia tradicional de ensino, por meio de sua convivência com os próprios alunos que já adotam o ensino com pesquisa e do amadurecimento conjunto de pensamentos e ações, a respeito da necessidade de alterar a pedagogia reprodutiva, passando a adotar a reconstrutiva, em nome do desafio da competência frente à profissão do Engenheiro de Alimentos.

Nesta perspectiva também pretende-se interagir com o meio, preocupando-se com a transformação e aplicabilidade desta ciência, propiciando-se um atendimento as questões emergentes da atuação do Engenheiro de Alimentos na sociedade de que faz parte.

Esta transição comportamental de objeto informado a sujeito informador na produção de conhecimento capacitará os profissionais atuantes na área da Microbiologia de Alimentos a empenhar-se com maior competência ao garantir a qualidade dos alimentos consumidos pela população, por meio de caminhos economicamente produtivos, socialmente eqüitativos e ecologicamente inócuos.

ANEXOS

ANEXO 1A

**QUADRO CONTENDO A RELAÇÃO DOS "PAPERS" Nº 1: BACTÉRIAS
ESPORULADAS, E APONTUAÇÃO RECEBIDA PELOS CRÍTICOS.**

ANEXO 1A

AUTORES	"PAPERS" CRITICADOS		CRÍTICOS (12 ALUNOS E PROFESSORA)												P R O F E S S O R A	T O T A L D E	P O N T O S
	"PAPER" Nº 1º: BACTÉRIAS ESPORULADAS		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
XX	O tempero da comida oriental		14	0	7	0	0	0	15	0	0	0	0	1	0	37	
XXXIV	Intoxicação alimentar		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
XXIX	Um grande problema das indústrias de alimentos enlatados		0	0	0	0	0	9	14	6	0	0	0	7	0	36	
IX	Botulismo: problema reaparece no palmito brasileiro		13	13	14	2	13	11	13	1	10	4	15	3	8	120	
XXIV	Vantagens e desvantagens do emprego do <i>Bacillus subtilis</i> na indústria alimentícia		0	0	5	6	1	10	0	15	6	0	0	0	0	43	
XVII	Os riscos do arroz chinês		4	10	1	4	15	1	9	0	8	7	12	8	0	79	
XVI	<i>Desulfotomaculum nigrificans</i> : bactéria causadora de deterioração em alimentos enlatados		9	0	3	12	0	0	12	0	0	0	14	0	0	50	
IV	O <i>Bacillus</i> da lata		0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6	
XIII	Flat sour: deterioração em enlatados		5	7	0	0	0	0	11	0	0	0	13	0	0	36	
XXII	Ação de microrganismos em enlatados		15	6	6	0	14	0	10	0	7	0	0	14	0	72	
XXI	<i>Bacillus subtilis</i> : porque é tão importante?		0	0	4	0	0	12	8	13	0	0	0	0	0	37	
XXX	O terror dos enlatados		0	9	2	0	12	0	0	12	0	0	11	13	6	65	
XXXIII	Alta temperatura X Risco de deterioração		0	8	0	0	0	0	7	8	0	5	10	0	0	38	
XVIII	Um novo mal às indústrias de enlatados		0	1	0	5	0	0	0	7	1	0	0	5	4	23	
VII	Leite em pó coagulado e extrato de tomate fenólico		0	0	0	3	0	0	6	5	0	12	0	0	9	35	

XIV	A lata também engorda?	1	15	0	8	0	13	0	0	5	0	9	2	7	60
III	Alimentos enlatados estão imunes de deterioração	2	12	0	14	11	14	0	4	0	9	0	0	10	76
XXVI	Bactérias produtoras de deterioração sulfídrica	0	2	0	0	10	2	0	3	4	14	0	0	12	47
XV	Você sabe o que está comendo?	12	14	15	7	9	15	0	0	14	8	8	15	13	130
XXVIII	Cuidado: tem um <i>Clostridium thermosaccharolyticum</i> no seu espaguete a bolonhesa	8	0	0	13	2	0	5	0	3	0	0	0	0	31
II	A falsa idéia	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
VIII	<i>Desulfotomaculum nigrificans</i> : Que transformações ele pode causar em um produto enlatado?	0	0	11	0	0	8	0	0	13	13	7	10	1	63
XII	Festa de casamento termina em hospital	0	3	0	11	8	0	4	0	2	0	0	0	2	30
VI	<i>Bacillus cereus</i> : Diarréia ou vômito?	11	11	12	0	4	7	0	0	0	11	6	4	3	69
XXIII	Pão fresquinho, mole e pegajoso?	0	0	10	0	3	4	3	2	11	15	5	6	14	73
XXV	A falha incorrigível	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	13
XXXV	<i>Bacillus</i> , os dois lados do esporo	0	0	8	10	7	5	2	9	0	0	0	12	15	68
X	Enlatados nem sempre oferecem uma garantia de qualidade	6	4	13	9	5	6	0	10	9	10	3	11	7	93
XXVII	<i>Bacillus cereus</i> : esporos, toxinas e medidas preventivas	0	5	0	15	6	3	1	14	15	0	2	9	11	81
V	Microorganismos no interior da lata	10	0	0	1	0	0	0	11	0	0	0	0	5	17

ANEXO 1B

**QUADRO CONTENDO A RELAÇÃO DOS "PAPERS" Nº 2: BACTÉRIAS EMERGENTES, E A
PONTUAÇÃO RECEBIDA PELOS CRÍTICOS**

ANEXO 1B

AUTORES	"PAPERS" CRITICADOS		CRÍTICOS (12 ALUNOS E PROFESSORA)													P R O F E S S O R A		P O N T U A T O R S D E	
	"PAPER" Nº 2: BACTÉRIAS PATOGENICAS EMERGENTES		XV	XXIV	XVII	XVIII	XIX	XXI	XXII	XXIII	XVI	XIV	XIII	XX					
XXXV	Um novo habitante de nosso intestino		15	7	0	7	0	0	12	0	15	9	8	15	9				97
III	Alimentos mal cozidos podem causar intoxicação alimentar		14	0	0	1	0	7	11	0	0	8	6	0	0				47
XV	Você já teve gastroenterite?		13	14	4	11	0	12	2	12	0	12	12	12	11				115
XXVIII	Quando as carnes e os leites representam riscos de intoxicação alimentar?		12	0	0	0	10	6	0	15	10	0	4	0	3				50
IX	A arma fatal		11	6	11	15	14	1	13	10	0	4	9	14	10				118
VIII	Campylobacter jejuni: seu animal de estimação pode ser um portador assintomático		10	4	3	0	0	5	0	3	9	0	0	8	0				112
XIII	Campylobacter: uma séria ameaça?		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				9
XXV	Refrigeração – Nem sempre a melhor opção!		8	10	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				30
XIV	Uma bactéria mascarada.		7	0	0	0	0	9	0	0	0	1	0	0	12				17
XXX	A conscientização sobre medidas de higienização é a solução		6	0	8	4	12	8	15	0	0	6	10	0	2				71
XXIV	Apendicite causada por Yersinia enterocolitica?		5	0	0	10	0	14	5	14	11	3	2	7	8				79
X	Surto por alimentos contaminados não ocorrem apenas em países subdesenvolvidos.		4	12	15	6	0	15	9	4	14	15	14	13	15				136
XXVI	Listeria monocytogenes – O perigo pode estar na sua geladeira.		-3	-13	14	12	6	0	4	13	13	13	13	6	14				124
XII	O perigo dos alimentos refrigerados		2	9	0	8	11	2	0	1	5	0	0	0	1				39
I	Perigo: consumo de leite cru!		1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	5	0	0				9

ANEXO 1C

QUADRO CONTENDO A RELAÇÃO DOS "PAPERS" Nº 3: BACTÉRIAS LÁTICAS E BACTÉRIAS ACÉTICAS, COMO TAMBÉM A PONTUAÇÃO RECEBIDA PELOS CRÍTICOS.

ANEXO 1C

AUTORES	"PAPERS" CRITICADOS	CRÍTICOS (11 ALUNOS E PROFESSORA)											P R O F E S S O R A	T P O O T N T A T O S D E
		XXXIII	XXX	XXXIV	XXXII	XXVI	XXVIII	XXXV	XXXI	XXVII	XXXVI	XXV		
	- BACTÉRIAS LÁTICAS "PAPER" N° 3: - BACTÉRIAS ACÉTICAS													
X	Alimentos fermentados exigem controle de qualidade	15	13	0	0	15	14	10	14	5	8	14	12	120
XIX	Alimentos nutritivos	14	11	0	9	0	5	0	6	7	7	0	13	72
I	Chucrute! Repolho fermentado	13	12	13	15	0	0	0	13	0	3	0	10	79
XXIX	As bactérias são prejudiciais aos alimentos?	12	8	9	5	0	15	0	5	12	14	15	0	95
XXXIII	O que diferencia um queijo de outro?	11	9	11	12	14	10	13	0	0	11	0	3	94
XIV	Queijo Petit Suisse é a solução para evitar a carência de ferro?	10	0	0	0	0	2	0	0	0	0	7	0	15
XXIII	A coalhada de hoje é o fermento de amanhã	9	0	12	0	0	11	9	12	4	0	0	11	66
VI	A origem do iogurte	8	14	15	14	11	0	15	9	0	5	0	0	91
XXVI	Bactérias acéticas: Gênero <i>Acetobacter</i> – Mocinho ou vilão?	7	0	0	0	13	4	7	0	2	0	3	15	51
IX	O milagre das bactérias acéticas	6	0	2	0	0	6	5	0	0	0	10	5	34
XXXV	Vinagre como emagrecedor?	5	0	7	0	0	13	0	15	0	0	0	1	40
V	Condimento das refeições: vinagre	4	0	3	0	1	0	6	7	0	13	4	0	47
XXII	Onde atuam as bactérias acéticas?	3	0	8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	21
XXVII	Produção de ácido láctico à partir de glicose e xilose por células imobilizadas de <i>Rhizopus oryzae</i>	2	6	1	13	0	0	11	0	10	0	0	9	52
XVI	A importância das bactérias acéticas na obtenção do vinagre	1	0	0	0	7	0	3	0	0	0	0	0	11
XXV	Queijo: alimento natural	0	15	0	2	0	0	0	11	0	2	11	0	47
XXI	A intolerância à lactose	0	10	10	11	0	0	12	10	13	15	0	10	91

II	O porquê do sabor dos queijos	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	6	0	23
III	A relação entre o vinagre e as bactérias acéticas.	0	5	0	0	5	0	2	0	0	0	0	0	5	7	24
XXXIV	A importância das bactérias do gênero <i>Acetobacter</i>	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
XX	A utilização das bactérias acéticas na produção de vinagre	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	16
XXIV	Bactérias acéticas	0	2	4	0	12	8	1	0	14	0	12	0	2	2	55
XIII	Os segredos na produção de vinagre	0	1	5	0	0	3	0	1	3	0	0	0	0	0	13
XXXI	Todo cuidado é pouco	0	0	14	1	0	1	0	0	0	8	4	0	0	0	28
XXX	Contaminação! Até no vinagre?	0	0	6	0	8	7	0	2	11	0	0	0	0	6	40
XV	Grandes e característicos... olhos!	0	0	0	8	9	9	14	3	0	1	8	14	66		
XVII	As delícias do iogurte	0	0	0	7	0	0	0	4	0	6	1	0	0	0	18
XII	O que é o queijo?	0	0	0	6	0	12	0	0	9	0	0	0	4	31	
IV	Contaminação lácteas	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
VIII	Porque existem diferentes tipos de queijos e iogurtes?	0	0	0	3	10	0	8	0	0	0	2	0	0	23	
XXVIII	Como se obtém o sabor ácido das saladas?	0	0	0	0	6	0	4	0	6	0	9	0	0	25	
XVIII	Bactérias: uma grande utilidade às indústrias de alimentos	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
VII	As bactérias do vinagre	0	0	0	0	2	0	0	0	15	0	0	0	8	25	
XXXVI	A importância das bactérias lácticas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9

ANEXO 1D

**QUADRO CONTENDO AS PONTUAÇÕES DOS 45 "PAPERS" MAIS VOTADOS
PELOS CRÍTICOS**

ANEXO 1D

Quadro contendo as pontuações dos 45 “papers” mais votados pelos críticos, que serão publicados na primeira Revista de Microbiologia de Alimentos da PUC/PR.

“PAPER” Nº 1		“PAPER” Nº 2		“PAPER” Nº 3	
AUTOR	PONTUAÇÃO	AUTOR	PONTUAÇÃO	AUTOR	PONTUAÇÃO
XV	130	X	136	X	120
IX	120	XXVI	124	XXIX	95
X	93	IX	118	XXXIII	94
XXVII	81	XV	115	VI	91
XVII	79	XXXV	97	XXI	91
III	76	XXIV	79	I	79
XXIII	73	XXX	71	XIX	72
XXII	72	XXII	68	XXIII	66
VI	69	XXIX	60	XV	66
XXXV	68	XXVII	58	XXIV	55
XXX	65	XXVIII	50	XXVII	52
VIII	63	XVIII	49	XXVI	51
XIV	60	III	47	V	47
XVI	50	XXIII	46	XXV	47
XXVI	47	VIII	42	XXX	40

ANEXO 1E

QUADRO COMPARATIVO DOS "PAPERS" MAIS VOTADOS PELOS CRÍTICOS

ANEXO 1E

QUADRO COMPARATIVO DOS "PAPERS" MAIS VOTADOS PELOS CRÍTICOS

AUTOR	"PAPER" 1	"PAPER" 2	"PAPER" 3
I			X
II			
III	X	X	
IV			
V			X
VI	X		X
VII			
VIII	X	X	
IX	X	X	
X	X	X	X
XI			
XII			
XIII			
XIV	X		
XV	X	X	X
XVI	X		
XVII	X		
XVIII		X	
XIX			X
XX			
XXI			X
XXII	X	X	

XXIII	X	X	X
XXIV		X	X
XXV			X
XXVI	X	X	X
XXVII	X	X	X
XXVIII		X	
XXIX		X	X
XXX	X	X	X
XXXI			
XXXII			
XXXIII			X
XXXIV			
XXXV	X	X	
XXXVI			

CONCLUSÕES:

1. Autores com um "paper" votado = 12
2. Autores com dois "papers" votados = 7
3. Autores com três "papers" votados = 6
4. Autores sem nenhum "paper" votado = 11

Neste quadro pode-se observar que dos 36 alunos participantes da Metodologia de ensino com pesquisa, 25 tiveram um, dois ou três "papers" escolhidos pelos críticos, para serem publicados no Primeira Revista de Microbiologia de Alimentos da PUC/PR.

ANEXO 2

INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA DE ENSINO COM PESQUISA NUMA VISÃO SISTÊMICA, UTILIZADA DURANTE O 4º BIMESTRE, NA DISCIPLINA DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS II, CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS.

ANEXO 2

Curitiba, 18 de novembro de 1997.

INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA DE ENSINO COM PESQUISA NUMA VISÃO SISTÊMICA, UTILIZADA DURANTE O 4º BIMESTRE, NA DISCIPLINA DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS II, CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS.

1) Você já conhecia a metodologia de ensino aplicada à Disciplina de Microbiologia de Alimentos II durante o 4º bimestre, na qual o aluno é avaliado pela elaboração própria do que pesquisou e escreveu, pela participação das discussões nos trabalhos em grupos e não através de provas teóricas, práticas e relatórios?

☐ SIM

☐ NÃO

2) Em linhas gerais, foi possível observar sua maior aprendizagem, seu maior progresso individual quanto à construção do seu próprio conhecimento, uma maior motivação pela Microbiologia, no tocante a uma maior retenção de conteúdos no 4º bimestre, quando comparado com o 3º bimestre?

3) Em relação à nova metodologia empregada, comparada à tradicional, aponte aspectos positivos e negativos.

Positivos:

Negativos:

4) Você acha válido dar continuidade a essa nova metodologia de ensino nos próximos semestres ou acharia melhor retornar à metodologia tradicional?

☐ SIM

☐ NÃO

Justifique:

Se você respondeu sim, assinale com um "x" o item indicativo do número de bimestres que sugere, se adote a nova metodologia e justifique.

a) 1º, 2º, 3º e 4º bimestres: nova metodologia de ensino

b) 1º bimestre: metodologia tradicional de ensino

2º, 3º e 4º bimestres: nova metodologia de ensino.

c) 1º e 2º bimestres: metodologia tradicional de ensino

3º e 4º bimestres: nova metodologia de ensino

d) 1º, 2º e 3º bimestres: metodologia tradicional de ensino

4º bimestre: nova metodologia de ensino

Justificativa:

Se você respondeu não, justifique:

5) Em que a metodologia colaborou de forma lógica, crítica e criativa na sua formação acadêmica com vistas ao futuro profissional?

6) Se você ficar para a 1ª final, prefere que a prova seja formulada inteira pelo ensino tradicional ou gostaria que a avaliação relativa ao 4º bimestre seja baseada na elaboração de um "papers"? Justifique:

7) Há algo mais que queira expressar, caso não tenha feito?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, Maria Célia de ; MASETTO, Marcos Tarciso. **O professor universitário em aula: prática e princípios teóricos**. 8. ed. São Paulo: Mg Ed. Associados, 1990.
- ADAMS, M. R.; MOSS, M. O. **Microbiologia de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1997.
- ALBERTO, M. J.; ANSARUZZAMAN, M; BARDHAN P.K. et al. A large epidemic of cholera-like disease in Bangladesh caused by *Vibrio cholerae* 0139. New York: **Lancet**, Vol.XXVI, Número 65, 1993. P. 71 -74.
- ANDRÉ, Marli Eliza D. A. de. **Etnografia da prática escolar**. Campinas: Papirus, 1995.
- AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; BORZANI, W. **Biotecnologia: Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. Vol.5. São Paulo: Edgar Blücher, 1983.
- AQUARONE, E.; BORZANI, W.; LIMA, U. A. **Biotecnologia: Tópicos de microbiologia industrial**. Vol 2. São Paulo: Edgar Blücher, 1990.
- BANWART, G.J. **Basic food microbiology**. 2. ed. New York: AVI, 1989.
- BAUMGART, Jürgen. **Lebensmittel Microbiologie: Ein Leitfadens für Technologen**. Lemgo: Fachhochschule Lippe Verlag, 1986.
- **Microbiologische Untersuchung von Lebensmitteln**. Hamburg: Behr, 1990.
- BEHRENS, Marilda Aparecida. **A prática pedagógica dos professores universitários; perspectivas e desafios frente ao novo século**. Curitiba, datilografado, 253p., 1995.
- **Formação continuada e prática pedagógica**. Curitiba: Champagat, 1996.
- BOARD, R. G. **Introduccion a la microbiologia de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1988.
- BORDENAVE, J. E. D. **O que é participação**. 8.ed. São Paulo: Brasiliense, 1994.
- BOURGEOIS, C. M.; MESCLE, J. F.; ZUCCA, J. **Microbiologia alimentaria**. Zaragoza: Acribia, 1994.
- BRODY, Aaron L. **Envasado de alimentos en atmósferas controladas**,

modificadas y a vacío. Zaragoza: Acribia, 1996.

BROWN, M. H.; EMBERGER, O. Oxidation-reduction potencial, in: **Microbial ecology of foods**, vol.1. New York:1: Academic, 1980.

CAPRA, Fritjof. **Sabedoria incomum.** São Paulo: Cultrix, 1988.

-----, **A teia da vida: Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos.** São Paulo: Cultrix, 1996.

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

CLIVER, D.O. **Foodborne diseases** San Diego: Academic Press, 1990.

CUNHA, Maria Isabel. Relação ensino e pesquisa. In: VEIGA, Ilma Passos Alencastro (Org.). **Didática: o ensino e suas relações.** Campinas: Papirus, 1996.

DEMO, Pedro. **Pesquisa participante-Mito e realidade.** São Paulo: Cortez, 1986.

-----, **Educação e qualidade.** Campinas: Papirus, 1994 a.

-----, **Pesquisa e construção do conhecimento. Metodologia científica no caminho de Habermas.** Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1994 b.

-----, **Educar pela pesquisa.** Campinas: Autores Associados, 1996.

DOYLE, M.P. **Foodborne bacterial pathogens.** New York: Marcel Dekker, 1989.

ELEY, R. **Intoxicações alimentares de etiologia microbiana.** Zaragoza: Acribia, 1994.

EVANGELISTA, José. **Tecnologia de alimentos.** 2.ed., São Paulo: Atheneu, 1994.

FARBER, J.M.; PETERKIN P.I. **Listeria monocitogenes: a foodborne pathogen.** *Microbiology rev.*, Vol. 55, N. 109, 1991.

FAZENDA, Ivani. **A pesquisa em educação e as transformações do conhecimento.** São Paulo: Papirus, 1995.

FORREST, J.C. **Principles of meat science.** São Francisco: W.H. Freeman, 1975.

FRANCO, Bernadete D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos.** São Paulo: Atheneu, 1996.

FRAZIER W.C.; WESTHOFF D.C. **Food microbiology** 4.ed. New York: Mc Graw Hill, 1988.

FUNDAÇÃO TROPICAL ANDRÉ TOSELLO. **Microrganismos envolvidos no processamento e deterioração de alimentos.** Campinas: s. ed., 1995.

- FURTADO, M. M. **Fabricação de queijo de leite de cabra**. São Paulo: Nobel, 1986.
- HAGUETTE, Tereza Maria Frota. **Metodologias qualitativas na sociologia**. 5.ed. Petrópolis: Vozes, 1997.
- GLOBAL ALLIANCE FOR TRANSFORMING EDUCATION. **Educacion 2000, una perspectiva holística**. Vermont: s. ed., 1991.
- HAUSCHILD, A.H.W.; DODDS, K.L. ***Clostridium botulinum*: ecology and control in foods**. New York: Marcel Dekker, 1993.
- HAYES, P. R. **Microbiologia e higiene de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1994.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF MICROBIOLOGICAL SOCIETES. **Ecologia microbiana de los alimentos**. Volume II. Zaragoza: Acribia, 1985.
- JAY, J. M. **Microbiologia moderna de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1993.
- JENSEN, L. B. **Man's foods**. Champaign: Garrard Press, 1953.
- JONES D. Current Classification Of The Genus. In: Book of Abstracts, 11th **Symposium, on problems of Listeriosis**. Copenhagen, 11-14 May, 1992.
- JULIATTO, Clemente I. **Investir na qualidade, meta do novo reitor da PUC**. Jornal Voz do Paraná, ANO XL, Nº 1583, Curitiba, 18 a 24 de janeiro de 1998. p.12.
- KERR, Clark. **Os usos da universidade**. Fortaleza: UFC, 1982.
- KLONTZ, K.C.; LIEBO, S.; SCREIBER M. et al. Syndromes of **Vibrio vulnificus** infections. **Ann. Intern. Med.** New York: Vol.109, 1988.
- LECHOWICH, R.V. Microbiology of meat. In: PRICE J.F., SCHWIGERT B.S. **The science of meat and meat product**. San Francisco: W.H. Freeman, 1971.
- LEITÃO, M.F.F. Microbiologia de alimentos. In: ROITMAN I., TRAVASSOS L. R., AZEVEDO, J. L. **Tratado de Microbiologia**. Vol. 1. São Paulo: Manole, 1988.
- LEY, F. J. New interest in the use of irradiation in the food industry. In: ROBERTA T.A., SKINNER, F.A. (ed.). **Food microbiology: advances and prospects**. Orlando: Academic, 1983.
- LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas**. São Paulo: Cortez. 1988.
- MARGILUS, Lynn. **Microrganisms**. Nova York: Summit, 1986.
- MASETTO, Marcos Tarciso. **Aulas vivas**. São Paulo: Mg. Editores Associados. 1992.
- MATURANA, Humberto; VARELA, Francisco. **De Maquinas y Seres Vivos**.

Santiago: Universitária, 1980.

MOSSEL, D. A. A.; MORENO GARCIA, B. **Microbiologia de los Alimentos: Fundamentos ecológicos para garantizar y comprobar la inocuidad y la calidad de los alimentos**. 3.ed. Zaragoza: Acribia, 1982.

MÜLLER, G. **Microbiologia de los alimentos vegetales**. Zaragoza: Acribia, 1981.

NARZISS, Ludwig. **Abriss der Bierbrauerei**. 3.ed. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag, 1991.

NEWMAN, John Henry. **Origem e progresso das universidades**. São Paulo: Nacional, 1951.

OLIVEIRA, J. S. **Queijos: Fundamentos tecnológicos**. São Paulo: Cone, 1986.

PEDERSON, C.S. **Microbiology of food fermentation**. Westport, Conn.: AVI, 1971.

ROBINSON, R.K. **Microbiologia lactológica. Microbiologia do leite**. Vol.1. Zaragoza: Acribia, 1987.

SANTOS, Neusa de Queiroz. **Infecção hospitalar: Uma reflexão histórico-crítica**. Florianópolis: UFSC, 1997.

SCHIFFNER; HAGEDORN; OPPEL. **Cultivos bacterianos para las industrias carnicas**. Zaragoza: Acribia, 1978.

SCHMIDT, Hans- Joachim. **Microbiologie Skript**. Gräfelfing: Doemens Verlag, 1993.

SEMINÁRIO DE INTOXICAÇÕES ALIMENTARES. BATISTA, Cleide R. Vieira. **Microrganismos patogênicos em alimentos: incidências de pesquisas na área**. (1996: Florianópolis). Anais. Curitiba: Champagnat, 1997.

----- CAMARGO, Natal J. **Doenças veiculadas por alimentos no Paraná**. (1996: Florianópolis). Anais. Curitiba: Champagnat, 1997.

----- NOGUEIRA, Beatriz de Toledo C. P. **Garantia da qualidade microbiológica na indústria**. (1996: Florianópolis). Anais. Curitiba: Champagnat, 1997.

----- SCHMIDT, Hans-Joachim. **Intoxicação alimentar, um problema atual na Europa?** (1996; Florianópolis). Anais. Curitiba: Champagnat, 1997.

SERRANO, G. P. **Investigación cualitativa - retos e interrogantes. I Métodos**. Madri, Ed. La Muralla, 1994.

SCHOLZ, W. **Elaboración de quesos de oveja y de cabra**. Zaragoza. Acribia, 1997.

SINELL, Hans Jürgen. **Introduction a la higiene de los alimentos**. Zaragoza:

Acribia, 1991.

SNEATH, P.H.A.; MAIR, N.S.; SHARPE, M.E.; HOLT, J.G. (ed.) **Bergey's Manual of systematic Bacteriology** vol. 2. Baltimore: Willians and Wilkins, 1986.

STUMBO, C.R. **Thermobacteriology in food processing**. 2.ed. London: Academic, 1972.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Papirus, 1992.

TRABULSI, Luiz Rachid. **Microbiologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1991.

VARNAM, A. H.; SUTERLAND, J. P. **Leche y productos lácteos: Tecnología, química y microbiología**. Zaragoza. Acribia, 1988.

VEISSEYRE, R. **Lactología técnica: Composición, recogida y transformación de la leche**. Zaragoza: Acribia, 1988.

WHITEHEAD, Alfred North. **Os fins da educação e outros ensaios**. São Paulo: Nacional, 1969.