



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**FACULDADE DE FARMÁCIA**  
**DEPARTAMENTO DE ANÁLISES BROMATOLÓGICAS**

**ABORDAGEM DE CONTEÚDOS NO ENSINO DE  
MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS: DA VISÃO  
CARTESIANA PARA UMA PERSPECTIVA EM REDE**

**ANA CRISTINA OLIVER SANTOS**

Salvador - BA  
2011

**ANA CRISTINA OLIVER SANTOS**

**ABORDAGEM DE CONTEÚDOS NO ENSINO DE  
MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS: DA VISÃO  
CARTESIANA PARA UMA PERSPECTIVA EM REDE**

Orientador (a): Prof. Dr<sup>a</sup>. Alaíse Gil Guimarães  
Co-orientador: Prof. Dr. Robinson Moreira Tenório

Dissertação apresentada à banca examinadora do Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos, pela Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia.

Salvador – BA  
2011

ANA CRISTINA OLIVER SANTOS

ABORDAGEM DE CONTEÚDOS EM MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS: DA VISÃO  
CARTESIANA PARA UMA PERSPECTIVA EM REDE

Dissertação apresentada à banca examinadora do Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos, pela Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA:

---

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Aláise Gil  
Guimarães

---

1º. Examinador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ryzia de  
Cássia Vieira Cardoso

---

2º. Examinador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosilda  
Arruda Ferreira

### ***Dedicatória***

*Aos meus filhos Rafael e Milena, e a minha netinha que está chegando,  
Vocês são a inspiração para que eu me torne uma pessoa cada vez melhor ...*

## *Agradecimentos*

*À família, em especial a minha Mãe e minha tia Hylma,  
Por terem me dado a base de tudo que sou...*

*Aos amigos e a todos com quem me relacionei até agora,  
Por terem contribuído de alguma forma em minhas transformações...*

*Às pessoas especiais: Thiago, Lú, Riva, Marcos, Ana Décia, Cris, Léa, Lillian e Lillian,  
Pelo apoio e pelas horas de descontração...*

*Às amigas mais próximas: Sônia, Aline, Anne, Ana Paula e Eliete,  
Sem vocês, não sei se teria conseguido...*

*Aos meus orientadores, Robinson e Aláise,  
Pela compreensão e apoio.*

*Ao Prof. Nilson José Machado,  
A leitura de um texto seu, inspirou este trabalho.*

## RESUMO

O estudo da Microbiologia de alimentos é fundamental para a formação de nutricionistas, farmacêuticos, engenheiros de alimentos e agrônomos, além da sua inserção em cursos de pós-graduação lato sensu e stricto sensu destas mesmas áreas. O mercado de trabalho anseia por profissionais que saibam agir, tomar decisões e usar a criatividade para solucionar problemas complexos. Isto reflete na educação e na formação dos profissionais realizada pelas Instituições de Ensino Superior. O conhecimento, antes visto como encadeamento de conteúdos passa a ser visto como uma rede de significações, que precisa fazer sentido para o estudante. Este trabalho teve como objetivo geral, identificar e analisar de forma comparada, no Brasil e países com maior índice de patentes no mundo na área de alimentos, os conteúdos de “Microbiologia de Alimentos” presentes em cursos de graduação, com o objetivo de propor uma nova organização dos conteúdos, com base numa concepção de conhecimento como rede de significações. A fonte de dados para a pesquisa foram os Planos de Ensino da disciplina Microbiologia de Alimentos em nível universitário, que estivessem disponíveis na internet. Investigou-se quais conteúdos da disciplina Microbiologia de Alimentos são priorizados nos cursos de graduação e analisou-se o modo como são apresentados nos planos de ensino da respectiva disciplina. Encontraram-se cinquenta tópicos de conteúdos. Destes, dezessete foram os mais frequentes nas universidades pesquisadas, sendo eles os seguintes: “Fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados à microbiota dos alimentos”; “Introdução e Importância dos microrganismos nos Alimentos”; “Doenças Transmitidas por Alimentos”; “Alterações em Alimentos”; “Bactérias em alimentos”; “Métodos de conservação dos alimentos”; “Alimentos obtidos através de microrganismos”; “Microrganismos patogênicos em alimentos”; “Crescimento microbiano”; “Fungos e leveduras em alimentos”; “Microrganismos de interesse em Alimentos”; “Padrões microbiológicos da legislação”; “Vírus em alimentos”; “Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)”; “Microrganismos indicadores de contaminação”; “Bebidas alcoólicas - Microrganismos envolvidos” e “Higiene e sanificação na indústria de alimentos”. Constatou-se que dentre os temas da disciplina, os que mais se apresentam são os que estudam os aspectos gerais da microbiologia de alimentos (42%), seguidos dos temas que estudam os microrganismos patogênicos e os que são utilizados como modificadores ou produtores de alimentos (24%). Os demais tópicos que tratam do estudo dos microrganismos deteriorantes ficaram com 4% da frequência nos planos. O modo de organização dos conteúdos da disciplina, dispostos nestes planos seguem a uma lógica linear de encadeamento de conteúdos, embora na maioria das vezes estes pareçam não obedecer a uma sequência entre os temas de estudo, sugerindo uma fragmentação no conhecimento da disciplina. Não foi revelada através dos planos, evidência de que seja demonstrada uma relação entre os tópicos de estudo. Para sugerir uma rede de relação entre os conteúdos da disciplina, os dezessete tópicos de conteúdos foram organizados em um mapa, sugerindo possíveis relações entre estes.

## ABSTRACT

The study of Microbiology of food is central to the formation of nutritionists, pharmacists, engineers, agronomists and food engineer in addition to their inclusion in post-graduation *lato sensu* and *stricto sensu* of these same areas. The job market yearns for professionals who to know how to act, make decisions and use creativity to solve complex problems. This reflects in education and training of professionals conducted by higher education institutions. Knowledge, once seen as a chain of content is seen as a network of meanings, which must make sense to the student. This study aimed to generally identify and analyze in comparison, Brazil and countries with the highest rate of patents in the world in the food, the contents of "Food Microbiology" present in undergraduate courses, with the aim of proposing a new organization of content, based on a conception of knowledge as a network of meanings. The data source for the research were the outlines of the Food Microbiology course at the university level, which were available on the Internet. We investigated which course content is prioritized Food Microbiology in undergraduate and analyzed the way they are presented in the syllabus of the respective discipline. They met fifty threads of content. Of these, seventeen were the most frequent in the universities surveyed, they being the following: "intrinsic and extrinsic factors related to food microbiology", "Introduction and Importance of microorganisms in food," "Foodborne Diseases," "Changes in Food" , "Bacteria in food ,' methods of food preservation," "Food obtained from microorganisms," "pathogenic microorganisms in food", "Microbial Growth", "fungi and yeasts in food," "Microorganisms in Foods of Interest" , "Microbiological Standards legislation", "Viruses in Food", "Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP)", "micro-indicators of contamination," "Drinking - microorganisms involved" and "Hygiene and sanitation in the industry food ". It was found that among the topics of discipline, the ones that show up are those who study the general aspects of food microbiology (42%), followed by those who study the issues and pathogenic microorganisms that are used as modifiers or food producers (24%). Other topics dealing with the study of microorganisms were deteriorating with 4% of frequency plans. The mode of organization of course content, arranged in these plans follow a logical chain of linear content, although most often they seem not to obey a following among the subjects of study, suggesting a fragmentation of knowledge in the discipline. It was revealed through the plans, evidence that it demonstrated a relationship between the topics of study. To suggest a network of relationship between the course content, the content seventeen topics were organized into a map, suggesting possible links between them.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Patentes registradas em alimentos por país no WIPO em 25/11/2009.....	74
Figura 2 - Pesquisa por Planos de Ensino nas universidades americanas .....	75
Figura 3 - Pesquisa por Planos de Ensino nas universidades do Japão.....	76
Figura 4 - Pesquisa por Planos de Ensino nas universidades da França.....	77
Figura 5 - Pesquisa por Planos de Ensino nas universidades do Brasil.....	77
Figura 6 - Pesquisa por Planos de Ensino no total das universidades pesquisadas.....	78
Figura 7 - Percentual de vezes em que os tópicos se apresentam nos planos de ensino da disciplina microbiologia de alimentos no total de universidades pesquisadas.....	87
Figura 8 - Distribuição dos tópicos por categoria (temas de estudo).....	87
Figura 9 - Distribuição dos tópicos por tema de estudo, do total dos planos de ensino pesquisados.....	88
Figura 10 - Frequência dos conteúdos identificados nos planos de ensino das universidades americanas.....	91
Figura 11 - Distribuição dos tópicos por tema de estudo nas universidades americanas .....	94
Figura 12 - Frequência de tópicos de conteúdo da disciplina Microbiologia de Alimentos nas universidades japonesas .....	96
Figura 13 - Distribuição dos tópicos por temas de estudo nas universidades japonesas.....	99
Figura 14 - Distribuição dos tópicos de conteúdos por temas de estudo nas universidades francesas.....	101
Figura 15 - Distribuição dos tópicos por tema de estudo na universidade brasileira.....	102
Figura 16 - Frequência de conteúdos total e por país.....	104
Figura 17 - Distribuição dos tópicos por tema de estudo: comparativo total e por país.....	105
Figura 18 - Frequência dos tópicos selecionados no total de universidades.....	107
Figura 19 - Distribuição por tema dos tópicos selecionados.....	107
Figura 20 – Rede de relações entre os tópicos da disciplina Microbiologia de Alimentos.....	110

## SUMÁRIO

<b>I. INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>II. APORTE TEÓRICO</b>	<b>12</b>
1. VISÕES DO CONHECIMENTO	12
1.1. De que conhecimento fala-se neste trabalho?	12
1.2. Imagens e Teorias do Conhecimento	16
2. O IDEAL DA EDUCAÇÃO FORMAL AO LONGO DA HISTÓRIA	27
2.1. Os primeiros modelos de educação	27
2.2. O legado cartesiano para a educação	32
2.3. As disciplinas e o currículo escolar	35
2.4. A organização dos conteúdos	39
3. POR UMA NOVA PERSPECTIVA	44
3.1. As necessidades de mudança	44
3.2. A visão global	49
3.3. A rede de significações como uma perspectiva de visão global	53
4. A MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS	58
4.1. Breve resumo da história da microbiologia de alimentos	58
4.2. Os microrganismos presentes nos alimentos	59
4.3. As fontes de contaminação	61
4.4. Fatores que influenciam o crescimento microbiano	62
4.5. Conhecendo um pouco sobre a higiene e segurança de alimentos	64
<b>III. OBJETIVOS</b>	<b>68</b>
1. Objetivo Geral	68
2. Objetivos Específicos	68
<b>IV. METODOLOGIA</b>	<b>69</b>
1. O alcance dos objetivos	69
1.1. Objetivo específico nº. 1	69
1.2. Objetivos específicos nºs. 2	71
1.3. Objetivos específicos nºs. 3	72
1.4. Objetivo específico nºs. 4 e 5	72
1.5. Objetivo específico nº. 6	72
<b>V. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>74</b>
1. A seleção dos países	74

2. A seleção das universidades .....	75
3. A seleção dos planos.....	78
4. Os resultados da pesquisa com os planos de ensino .....	79
4.1. Identificação e análise da frequência e distribuição dos conteúdos.....	79
4.2. Identificação dos conteúdos abordados no estudo do tema “Microbiologia de Alimentos” para cursos de graduação, no total das universidades.....	79
4.3. Análise da frequência e distribuição dos conteúdos no total das universidades pesquisadas .....	80
4.4. Identificação e análise da distribuição e frequência dos conteúdos nos cursos de graduação por país pesquisado .....	89
4.4. 1. Estados Unidos.....	90
4.4.2. Japão .....	95
4.4.3. França.....	100
4.4.4. Brasil.....	101
5. Estudo comparativo dos dados encontrados.....	103
5.1. Frequência dos conteúdos.....	103
5.2. Distribuição dos conteúdos.....	104
6. A escolha dos tópicos.....	105
7. A organização dos conteúdos .....	108
8. A inter-relação dos conceitos: a proposta de rede .....	109
<b>VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>114</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>117</b>

## I - INTRODUÇÃO

A microbiologia tem sido objeto de estudo desde a idade moderna com os estudos de Kirches (1658), Leeuwenhoek (1683) e Spallanzani (1765) (TORTORA; FUNKE; CASE, 2000). Os microrganismos participam de quase todos os aspectos da existência humana com efeitos benéficos ou nocivos. Dentro deste enorme ramo do conhecimento encontra-se a Microbiologia de Alimentos que estuda os microrganismos que são patogênicos ao homem, os deteriorantes de alimentos assim como os que são utilizados pela indústria de alimentos com finalidades variadas.

Por essa razão, o estudo da Microbiologia de alimentos é fundamental para a formação de nutricionistas, farmacêuticos, engenheiros de alimentos e agrônomos, além da sua inserção em cursos de pós-graduação *lato sensu* e *stricto sensu* destas mesmas áreas.

O processo de ensino-aprendizagem nas instituições de ensino superior vem sofrendo alterações em virtude das mudanças ocorridas na sociedade ao longo dos últimos quarenta anos. A globalização, a velocidade das transformações, a imprevisibilidade, a nova organização do espaço-tempo com as redes de comunicação, a difusão da informação, a lógica da competência no trabalho, a revolução dos costumes, a escassez de recursos e o desenvolvimento tecnológico nos fazem viver a era da complexidade e da incerteza. Aliado a este processo, o jovem que hoje frequenta um curso superior, vem de uma geração, que tem acesso a uma ampla gama de informações.

O mercado de trabalho anseia por profissionais com qualidades diferentes, que saibam agir, tomar decisões e usar a criatividade para solucionar problemas cada vez mais complexos. Isto reflete na educação e na formação dos profissionais realizada pelas Instituições de Ensino Superior. O conhecimento, antes visto como encadeamento de conteúdos passa a ser visto como uma rede contextualizada de significações, que precisa fazer sentido para o estudante. Os cenários onde ocorrem os processos de aprendizagem passam a ser diversificados, não se reduzindo ao limite da sala de aula e a conquista da autonomia pelo aluno deve ser estimulada ao máximo.

Desta forma, as ações docentes necessitam acompanhar a esta nova abordagem do conhecimento, trazendo a imagem de rede na representação dos conteúdos, com suas significações e relações necessárias entre eles, além das relações destes com as demais disciplinas, para que o aluno apreenda o conteúdo com uma visão complexa, elaborando as sínteses necessárias para agir com criatividade na solução dos problemas da sociedade.

Nesta perspectiva, este trabalho teve como objetivo geral, identificar e analisar de forma comparada, no Brasil e países com maior índice de patentes no mundo na área de alimentos, os conteúdos de “Microbiologia de Alimentos” presentes em cursos de graduação com o objetivo de propor uma nova organização dos conteúdos, com base numa concepção de conhecimento como rede de significações.

Para atender a estes objetivos propostos, foram analisados os planos de ensinamentos da disciplina Microbiologia de Alimentos, nas universidades dos países com maior número de patentes registradas na área de alimentos. As análises realizadas remeteram à seleção de dezessete tópicos de conteúdos para o estudo da disciplina Microbiologia de alimentos, que foram apresentados em forma de mapa, demonstrando a possibilidade de estabelecer uma rede de relações entre os conteúdos a serem abordados.

Acredita-se poder contribuir para uma abordagem de ensino articulada a uma visão global que possa favorecer o aprendizado dos conteúdos propiciando a compreensão da realidade e estimulando uma atuação profissional que atenda às demandas da sociedade.

## **II. APORTE TEÓRICO**

O aporte teórico foi buscado em extensa revisão bibliográfica com o objetivo de embasar as discussões necessárias aos resultados da pesquisa.

### **1. VISÕES DO CONHECIMENTO**

Buscando inspiração em Machado (2008), que acredita que todos nós temos, tacitamente, uma imagem de como se constrói o conhecimento, e de que nossas ações docentes derivam desta imagem pré-concebida, recorreu-se a algumas das metáforas utilizadas por este e por outros autores como Bacon, Kant, Lucke, Popper, Comte, Morin, Rescher, Polanyi, para a visualização dessas imagens, ao tempo em que se procurou associar estas imagens a algumas das teorias do conhecimento formuladas ao longo da história.

Cientes da impossibilidade de discorrer sobre todas as teorias de construção do conhecimento postuladas pelos diversos filósofos e pensadores, este trabalho limita-se a interpretar apenas algumas delas concebendo-as como as principais, que serviram de base fundamentadora para a organização do trabalho escolar.

Machado (2008) nos traz quatro “imagens” do conhecimento, sendo elas, o balde, a cadeia, a rede e o iceberg. Procurou-se agregar outras imagens trazendo o holofote, a árvore, a construção e a espiral, no intuito de mostrar as diversas perspectivas na abordagem do conhecimento.

#### **1.1. De que conhecimento fala-se neste trabalho?**

Em primeiro lugar, julgou-se importante esclarecer o sentido dado ao termo “conhecimento” ou a que tipo de conhecimento se refere este trabalho.

Nos dicionários Aurélio e Auais, encontrou-se alguns significados para a palavra conhecimento: é o ato ou efeito de abstrair ideia ou noção de alguma coisa; aquilo que se sabe, informação acerca de algo; conjunto de informações que inclui crenças e valores que se modificam de acordo com o meio em que as pessoas vivem, dentre outros.

Sabe-se que desde os tempos mais remotos os homens se questionavam quanto ao conhecimento.

Os primeiros filósofos – os pré-socráticos - dedicavam-se a um conjunto de indagações principais: Por que e como as coisas existem? O que é o mundo? Qual a origem da Natureza e quais as causas de sua transformação? Essas indagações colocavam no centro a pergunta: O que é o ser? [...] Eles ocupavam-se com a origem e a ordem do mundo, qual era e o que era o ser subjacente a todos os seres. Considera-se que eles não tinham uma preocupação principal com o conhecimento enquanto conhecimento; não indagavam se podemos ou não conhecer o Ser, mas partiam da pressuposição de que o podemos, pois a verdade, sendo presença e manifestação das coisas para os nossos sentidos e para o nosso pensamento, significa que o Ser está manifesto e presente para nós e, portanto, nós o podemos conhecer (CHAUÍ, 2000, p. 137).

Segundo Chauí (2000), os sofistas, diante das diversas filosofias anteriores, concluíram que não podemos conhecer o Ser, mas só podemos ter opiniões subjetivas sobre a realidade. Sócrates, opondo-se aos sofistas, afirmava que a verdade pode ser conhecida, mas primeiro devemos afastar as ilusões dos sentidos e das palavras ou das opiniões e alcançar a verdade apenas pelo pensamento.

Ainda segundo esta autora,

Sócrates procurava a definição daquilo que uma coisa, uma idéia, um valor é verdadeiramente. Procurava a essência verdadeira da coisa, da idéia, do valor. Procurava o conceito e não a mera opinião que temos de nós mesmos, das coisas, das idéias e dos valores. Qual a diferença entre uma opinião e um conceito? A opinião varia de pessoa para pessoa, de lugar para lugar, de época para época. É instável, mutável, depende de cada um, de seus gostos e preferências. O conceito, ao contrário, é uma verdade intemporal, universal e necessária que o pensamento descobre, mostrando que é a essência universal, intemporal e necessária de alguma coisa (CHAUÍ, 2000, p. 44).

Para Sócrates então, “conhecer é passar da aparência à essência, da opinião ao conceito, do ponto de vista individual à ideia universal de cada um dos seres e de cada um dos valores da vida moral e política” (CHAUÍ, 2000).

Já para Platão, “o conhecimento é lembrança (*anamnesis*), porque a alma humana, antes do nascimento, teria contemplado as ideias. Encarnada, perde a possibilidade de contato direto com as formas incorpóreas, mas diante de suas cópias pode recuperar, aos poucos, o conhecimento das ideias” (ZILLES, 2006).

Para Aristóteles, as proposições, regidas pelo princípio da não-contradição, formam o conhecimento. Para ser possível o conhecimento, é necessário que as proposições afirmem a verdade (ZILLES, 2006).

Nos tempos mais recentes, Piaget (2007, p. 1), diz que,

O conhecimento não pode ser concebido como algo predeterminado nem nas estruturas internas do sujeito, porquanto estas resultam de uma construção efetiva e contínua, nem nas características preexistentes do objeto, uma vez que elas só são conhecidas graças à mediação necessária dessas estruturas, e que estas, ao enquadrá-

las, enriquecem-nas. Em outras palavras, todo conhecimento contém um aspecto de elaboração nova.

E explica mais adiante, que

De um lado, o conhecimento não procede, em suas origens, nem de um sujeito consciente de si mesmo nem de objetos já constituídos (do ponto de vista do sujeito) que se lhe imporiam: resultaria de interações que se produzem a meio caminho entre sujeito e objeto, e que dependem, portanto, dos dois ao mesmo tempo, mas em virtude de uma indiferenciação completa e não de trocas entre formas distintas (PIAGET, 2007, p. 8).

Muitos são os conceitos de conhecimento, e desde os tempos mais antigos que se estabeleceram ou se classificaram diversos “tipos” de conhecimento.

Chauí (2000) lembra que, visando definir as formas de conhecer e as diferenças entre o conhecimento verdadeiro e a ilusão, Platão e Aristóteles introduziram na Filosofia a ideia de que existem diferentes maneiras de conhecer ou graus de conhecimento e que esses graus se distinguem pela ausência ou presença do verdadeiro, pela ausência ou presença do falso.

Platão distingue quatro formas ou graus de conhecimento, que vão do grau inferior ao superior: crença, opinião, raciocínio e intuição intelectual. Para ele, os dois primeiros graus devem ser afastados da Filosofia – são conhecimentos ilusórios ou das aparências – e somente os dois últimos devem ser considerados válidos. Aristóteles distingue seis formas ou graus de conhecimento: sensação, percepção, imaginação, memória, raciocínio e intuição. Para ele, ao contrário de Platão, nosso conhecimento vai sendo formado e enriquecido por acumulação das informações trazidas por todos os graus, de modo que, em lugar de uma ruptura entre o conhecimento sensível e o intelectual, Aristóteles estabelece uma continuidade entre eles (CHAUÍ, 2000, p. 140).

Kant (2009) afirma que o conhecimento humano tem duas origens e que talvez ambas procedam de uma comum raiz desconhecida para nós; estas são: a sensibilidade e o entendimento; pela primeira os objetos nos são dados, e pelo segundo, concebidos.

E continua afirmando que assim,

é necessário tornar sensíveis os conceitos (quer dizer, fornecer-lhes o objeto dado na intuição), bem como tornar inteligíveis as intuições (submetendo-as a conceitos). Estas duas faculdades ou capacidades não podem trocar de funções. O entendimento não pode perceber e os sentidos não podem pensar coisa alguma. Somente quando se unem, resulta o conhecimento (KANT, 2009, p. 31).

No início da Europa moderna uma diferenciação recorrente era feita entre o conhecimento teórico e o prático, ou o conhecimento dos filósofos e o dos empíricos ou ainda entre “ciência” e “arte”. Outra distinção comum se dava entre o conhecimento público e o privado – que seria a informação restrita a um grupo particular de elite. A questão sobre que tipo de conhecimento deveria ser tornado público era controversa e concebida de diferentes

maneiras por diferentes gerações em diferentes partes da Europa. A ascensão do ideal do conhecimento público é visível no início do período moderno e está ligada ao surgimento da imprensa. (BURKE, 2003)

Marconi e Lakatos (2009) classificam o conhecimento em quatro tipos: conhecimento popular, científico, filosófico e religioso. Para elas, o conhecimento popular é valorativo por excelência, pois se fundamenta numa seleção operada com base em estados de ânimo e emoções e os valores do sujeito impregnam o objeto conhecido; é reflexivo, mas está limitado pela familiaridade com o objeto; é assistemático, pois se baseia na organização particular das experiências próprias do sujeito e não em uma sistematização das ideias; é verificável, pois está limitado ao âmbito da vida diária e diz respeito ao que se pode perceber no dia-a-dia e; é falível e inexato, pois se conforma com a aparência e com o que se ouviu dizer a respeito do objeto.

Já o conhecimento filosófico, é também valorativo, pois seu ponto de partida são hipóteses que não poderão ser submetidas à observação, e por isso ele é também não verificável, já que os enunciados das hipóteses não podem ser confirmados e nem rejeitados; é racional, pois consiste num conjunto de enunciados logicamente correlacionados; é sistemático, pois suas hipóteses e enunciados visam a uma representação coerente da realidade estudada, na tentativa de apreendê-la em sua totalidade; é infalível e exata, pois na busca da realidade capaz de abranger todas as outras, não são submetidas ao teste da experimentação. “Este tipo de conhecimento é caracterizado pelo esforço da razão pura para questionar os problemas humanos e poder discernir entre o certo e o errado, unicamente recorrendo às luzes da própria razão humana” (MARCONI; LAKATOS, 2009).

O conhecimento religioso apoia-se em doutrinas que contem proposições sagradas reveladas pelo sobrenatural; por isso são consideradas falíveis e indiscutíveis. Este conhecimento do mundo é sistemático, pois contem origem, significado, finalidade e destino e por ser obra de um criador divino, suas evidências não são verificadas e está implícita uma atitude de fé perante este conhecimento (MARCONI; LAKATOS, 2009).

O conhecimento científico é real, pois lida com fatos; é contingente, pois suas proposições têm sua veracidade conhecida por meio da experimentação e não apenas pela razão; é sistemático, pois segue uma ordem lógica, que forma um sistema de ideias; é verificável, tanto que, as afirmações que não podem ser verificáveis, não são consideradas como ciência; e é falível, pelo fato de não ser definitivo, sendo assim, aproximadamente exato (MARCONI; LAKATOS, 2009).

Ter-se-ia então, o conhecimento popular, que parte das sensações do sujeito em relação ao objeto com o qual tem contato, e que, embora reflita sobre ele, esta reflexão se limita à sua familiaridade com este objeto, sem uma exploração mais aprofundada e com base numa organização individual do pensamento. O conhecimento filosófico, construído através de abstrações do sujeito baseadas na própria experiência, formulando uma lógica de raciocínio que visa à representação da realidade do objeto em estudo e a busca da verdade universal, advinda da razão pura. O conhecimento religioso, que é indiscutível, e diante dele as pessoas devem ter uma atitude de fé diante de crenças que não devem ser postas em dúvida. Por último, o conhecimento científico, que é intencional e utiliza um método sistemático de estudo baseado em experimentações que são testadas com o intuito de gerar uma teoria acerca do objeto ou fenômeno.

Para Gomez (1978) “existe um consenso generalizado na aceitação do conhecimento científico como um processo de aproximação progressiva do pensamento à realidade produzida e de produção de nova realidade” e este mesmo autor ainda afirma que este tipo de conhecimento não é um processo atemporal, pois tem lugar dentro de coordenadas sócio-históricas e não é indiferente às influências e determinações que recebe de suas características.

O conhecimento de que trata este trabalho, é o conhecimento que deve ser apreendido no ambiente escolar, não se tratando, pois, do conhecimento popular, embora deva partir dele para contextualizá-lo, ou para fazer emergir a visão sincrética que o sujeito tem do objeto a ser estudado. Trata-se do conhecimento científico, porém este já constituído, portanto, o sujeito cognoscente é privado das etapas do método que fizeram surgir a sua teoria. Como traz Rocha (2009, p. 1): “A escola ao longo da sua existência sempre se voltou a selecionar e a passar saberes já constituídos. Saberes estes que passaram a ser simplificados e destacados de suas origens e ao mesmo tempo de seus objetos”.

## 1.2. Imagens e Teorias do Conhecimento

As “imagens” aqui seriam metáforas, utilizadas para a melhor compreensão das teorias. Machado (2005a) e Tenório (2003) sustentam que as analogias ou metáforas são artifícios de grande utilidade na compreensão de novos objetos ou fenômenos, pois levam a conhecer o novo pela sua similaridade a outro que nos é familiar.

Tenório (2003, p. 144) afirma que,

Para servir de instrumento didático, a analogia deve partir de modelos familiares e de um esquema dinâmico de relações. Busca-se assim encontrar relações similares entre o modelo e seu análogo, de forma exaustiva, se possível, mas nunca completa, pois analogia não é identificação, mas jogo recíproco entre modelo e análogo, jogo entre relações dinamizadas pelo próprio processo analógico e aberto ao excedente conceitual.

Machado (2005a) reitera essa concepção quando diz que “diante do novo, do não denominado, da desarticulação que paralisa, o recurso à metáfora constitui um instrumento de ação, uma proto-organização que deixa vestígios indeléveis mesmo quando ultrapassada”.

As teorias do conhecimento foram trazidas no intuito de aprofundar o estudo e a compreensão do tema aqui tratado. Marconi e Lakatos (2009) defendem que uma teoria é um conjunto de princípios fundamentais que se constituem em instrumento científico apropriado na procura e principalmente, na explicação dos fatos. Estas mesmas autoras definem o papel da teoria em relação aos fatos, que seria: orientar os objetos da ciência, restringindo a amplitude dos fatos a serem estudados; oferecer um sistema de conceitos, pois serve para a conceitualização e classificação dos fatos; resumir o conhecimento, pois resume sinteticamente o que já se sabe sobre o objeto de estudo; prever fatos, baseando-se em fatos e relações já conhecidas e, indicar lacunas no conhecimento, ou seja, fatos e relações que ainda não estão suficientemente explicados e áreas que ainda demandam pesquisas.

Assim, o estudo de algumas teorias do conhecimento deve ajudar a compreender, conceituar e classificar este tema através de diversos pontos de vista, conduzindo a um apropriado aprofundamento do assunto.

Buscou-se então, com inspiração em Machado (2008), utilizar as metáforas que o autor chama de “imagens do conhecimento”, e relacioná-las com as teorias do conhecimento concebidas ao longo da história. Sabendo da incapacidade de estudar todas as teorias do conhecimento existentes, algumas apenas foram selecionadas, pela influência mais forte na organização do trabalho escolar ou por trazerem novas tendências da educação contemporânea.

### 1.2.1. O Balde

A teoria do balde mental, citada por Popper (1999) e Machado (2008), tem a concepção de que a nossa mente se assemelha a um balde em que percepções e conhecimentos se acumulam.

O ponto de partida desta teoria é a doutrina persuasiva de que, antes de podermos conhecer ou dizer qualquer coisa acerca do mundo, devemos primeiro ter tido percepções – experiências de sentido. Supõe-se decorrer desta doutrina que o nosso conhecimento, a nossa experiência, consiste de percepções acumuladas (empirismo ingênuo) ou então de percepções assimiladas, separadas e classificadas (concepção mantida por Bacon e, de maneira mais radical, por Kant) (POPPER, 1999, p. 313).

Segundo Popper (1999), Bacon fala de percepções como “uvas maduras e da estação”, que tem de ser juntadas, paciente e diligentemente e das quais, se comprimidas, fluirá o vinho puro do conhecimento. Encontra-se então em Bacon:

Com efeito, os demais homens, tanto os antigos como os modernos, beberam nas ciências um licor cru, como a água que emana espontaneamente de sua inteligência, ou haurido pela dialética, como de um poço, por meio de roldanas. Mas, de nossa parte, bebemos e brindamos um licor preparado com abundantes uvas, amadurecidas na estação, de racemos escolhidos, logo espremidas no lagar, e depois purificado e clarificado em vasilhame próprio (BACON, sd, p. 76).

Por conta dessas percepções acumuladas “esperamos do homem idoso um conhecimento mais vasto das coisas humanas e um juízo mais maduro que o do jovem, em razão de sua maior experiência, variedade e maior número de coisas que pôde ver, ouvir e pensar” BACON (sd).

Também Lucke (1838, p. 51) afirma que todas as ideias vêm da sensação ou reflexão.

“Suponhamos, pois, que a mente seja, como dizemos, um papel em branco, totalmente desprovido de caracteres, sem ideias quaisquer que sejam. Como ela vem a ser preenchida? De onde provém a vasta provisão que a diligente e ilimitada imaginação do homem nela pintou com uma variedade quase infinita? De onde lhe vêm todos os materiais da razão e do conhecimento? A isso respondo, em uma só palavra: da experiência.

Por essa afirmação o autor conclui que todos nascem vazios de conhecimento e que tudo para o indivíduo depende de suas experiências e de como ele é educado (MAGEE, 1999).

Kant, segundo Popper (1999) “assevera que nossa experiência é o resultado de um processo de assimilação e de transformação – o produto combinado de percepções dos sentidos e certos ingredientes acrescentados pelas nossas mentes”. Podemos observar

claramente a imagem do conhecimento como balde em Kant (sd, p. 45) quando este afirma que,

resulta claramente do pouco que temos dito que é possível e fácil formar um vocabulário completo dos conceitos puros contendo todas as explicações necessárias. *Disposta a fôrma, só resta enchê-la:* e uma Tópica sistemática como a atual indica facilmente o lugar que propriamente pertence a cada conceito e *faz ao mesmo tempo notar os que ainda estão vazios* (grifo nosso).

A mente humana ao nascer seria então como um balde vazio, que ao longo da vida “enche-se” de experiências que serão transformadas em conhecimentos.

### 1.2.2. O Holofote

Popper faz uma crítica à imagem do balde sustentada por Kant e Bacon:

Não penso que qualquer dessas concepções sugira algo como um quadro adequado do que creio ser o processo efetivo de adquirir experiência, ou o método efetivo usado em pesquisa ou em descobrimento. [...] sustento, não obstante, que as percepções não constituem nada parecido com a matéria-prima, segundo a “teoria do balde”, com a qual construímos “experiência” ou “ciência” (POPPER, 1999, p. 314).

A imagem do holofote então é trazida pelo autor acima citado, como opção de superação da “teoria do balde”. Para ele a observação, e não a percepção, é que desempenha um papel decisivo. Para ele, cada organismo possui um conjunto inato de reações possíveis, ou certa disposição para agir de determinado modo, este conjunto constitui o que se pode chamar seu estado interior, que é momentâneo. Um organismo, então, só aprende com a experiência, se suas disposições para reagir mudarem no decorrer do tempo. O processo pelo qual o organismo aprende seria uma modificação em suas disposições para reagir “e não uma acumulação de traços de memória deixados por percepções que passaram” (POPPER, 1999).

Esta é a concepção que tenho denominado “teoria do holofote” (em contradistinação à “teoria do balde”). De acordo com a teoria do holofote, as observações são secundárias às hipóteses. As observações, porém, desempenham um papel importante como testes que uma hipótese deve experimentar no curso do exame crítico que fazemos dela. Se a hipótese não passar no exame, então temos que procurar uma nova hipótese. Neste caso, a nova hipótese virá depois daquelas observações que levaram a declarar falsa ou a rejeitar a hipótese antiga (POPPER, 1999, p. 318).

Para Popper, a ciência não pode ser descrita como livre de suposições, pois pressupõe o horizonte das expectativas de ontem. “A ciência de hoje se edifica sobre a ciência de ontem (e assim é o resultado do holofote de ontem); e a ciência de ontem, por sua vez, se baseia na ciência do dia anterior” (POPPER, 1999).

Portanto, a aquisição de novos conhecimentos se daria sempre com base em suposições advindas de conhecimentos anteriores, propiciando mudanças na nossa visão de mundo.

### 1.2.3. A Árvore

A visão do conhecimento como árvore remete à ideia de que existe uma hierarquia entre os campos do conhecimento que seriam “ramos do saber”.

Para Burke (2003), uma metáfora-chave do século XVI e da Idade Média para visualizar o sistema de conhecimento era de uma árvore com seus galhos, e pensar em termos de árvore sugere uma distinção entre o dominante e o subordinado, tronco e galhos.

Chauí (2000), afirma que a imagem da Filosofia como uma grande árvore frondosa, cujas raízes eram a metafísica e a teologia, cujo tronco era a lógica, os ramos principais eram a filosofia da Natureza, a ética e a política e os galhos extremos eram as técnicas, as artes e as invenções, durou muitos séculos. A Filosofia era vista como uma totalidade orgânica ou viva e era chamada “a rainha das ciências”.

Machado (2005a, p. 184) demarca este período quando cita que

Descartes concebia alegoricamente o conhecimento como uma grande árvore, com as raízes na Metafísica (englobando o pensamento religioso), tendo como tronco a Física (ou seja, a Filosofia Natural), e sendo formada por múltiplos ramos, como a Astronomia, a Medicina etc.

Também Comte (1978) estabelece uma hierarquia das ciências com sua lei enciclopédica que resulta na “divisão necessária da filosofia natural, destinada a preparar a filosofia social, em dois grandes ramos, um orgânico, outro inorgânico”. O ramo inorgânico (Filosofia Natural) teria como base dos estudos a Matemática (segundo ele seria o “único berço necessário da positividade racional” (p. 219), que se dividiria em outros ramos menores com o Cálculo, a Geometria e a Mecânica, logo em seguida viriam a Astronomia, a Física, a Química e a Biologia. Essa seria a base para o segundo grande ramo que seria o orgânico (Filosofia Social) com o estudo da Sociologia.

Comte (1978, p. 219) ainda reforça que

Chega-se assim, gradualmente a descobrir a invariável hierarquia, ao mesmo tempo histórica e dogmática, igualmente científica e lógica, das seis ciências fundamentais, matemática, astronomia, física, química, biologia e sociologia. A primeira constitui necessariamente o ponto de partida exclusivo, e a última a única meta essencial de toda filosofia positiva.

Popper (1999) por sua vez, contrasta a árvore evolucionária com o que ele chama de “árvore crescente do conhecimento”

Quando falamos de árvore da evolução admitimos, sem dúvida, que a direção do tempo aponta para cima – para o rumo no qual a árvore cresce. Admitindo a mesma direção do tempo para cima, teremos de representar a árvore do conhecimento como brotando de incontáveis raízes que crescem no ar em vez de embaixo e que, no fim de contas, tendem a unir-se num tronco comum (POPPER, 1999, p. 240).

A principal característica da visão do conhecimento como uma árvore seria então a necessidade de se conhecer primeiramente as ciências de “base” para depois adentrar no conhecimento das demais ciências, prevalecendo assim a ideia de que existe uma hierarquia entre os saberes.

#### 1.2.4. A Cadeia

A visão do encadeamento de Descartes surgiu com a busca deste autor por um método que o permitisse verificar se os velhos fundamentos nos quais acreditava eram de fato verdadeiros, e assim buscar a sua própria verdade (DESCARTES, 2006). O autor julgou que em lugar dos numerosos preceitos de que se compõe a lógica, lhe seriam bastante apenas quatro, desde que não deixasse de observá-los nenhuma vez. Esses preceitos são citados pelo autor como os seguintes:

O primeiro consistia em nunca aceitar como verdadeira nenhuma coisa que eu não conhecesse evidentemente como tal [...]; o segundo, em dividir cada uma das dificuldades que devesse examinar, em tantas partes quanto possível e necessário para resolvê-las; o terceiro, em por ordem nos meus pensamentos, a começar pelos objetos mais simples e mais fáceis de conhecer, para chegar, aos poucos, gradativamente, ao conhecimento dos mais complexos e, supondo também, uma ordem entre aqueles que não se precedem naturalmente uns aos outros; e o último, em fazer, para cada caso, enumerações tão completas e revisões tão gerais que tivesse a certeza de não ter omitido nada (DESCARTES, 2006, p. 28-29).

O autor ainda reforça esta concepção quando afirma que,

Esse longo encadeamento de razões simples e fáceis, das quais os geômetras costumam servir-se para conseguir as suas mais difíceis demonstrações deu-me ensejo de imaginar que todas as coisas que podem cair sob a consciência dos homens sucedem-se da mesma maneira, e que, desde que se evite tomar como verdadeira alguma que não o seja e se conserve sempre a ordem necessária para deduzir umas das outras, não podem existir tão longínquas que não se alcancem, nem tão ocultas que não se descubram (DESCARTES, 2006, p. 29).

Percebe-se então, a clara ideia de ordem e encadeamento que deveria ser obedecida e onde nenhuma das partes deveria ser esquecida ou suprimida, sob o risco de não se chegar ao conhecimento verdadeiro.

Comte (1978 p. 109) também compartilha desta ideia de ordem e sequência quando questiona:

Que pode produzir de racional, a menos que possua extrema superioridade natural, um espírito que se ocupe desde o início com o estudo dos fenômenos mais complicados, sem ter previamente aprendido a conhecer, graças ao exame de fenômenos mais simples, o que seja uma lei, o que seja observar, o que seja uma concepção positiva, o que seja, até mesmo, um raciocínio encadeado?

Assim, com Descartes e Comte, nasce a ideia da necessidade de fragmentação dos saberes em unidades menores para melhor compreendê-las, reforça-se a concepção de uma hierarquia, devendo-se partir dos conceitos mais simples para os mais complexos, e estabelece-se como sendo fundamental para o conhecimento, a ordenação das partes estudadas.

#### 1.2.5. A Construção

A ideia de que o conhecimento deve ser construído é creditada à epistemologia genética de Piaget que embora não negue a concepção kantiana da existência de conhecimentos a priori, sustenta que “as estruturas de conhecimento tornam-se necessárias, mas, isso só no final de seu desenvolvimento, sem o ser desde o início, e não comportam qualquer programação prévia” (PIAGET, 2007).

O autor também afirma que,

De um lado, o conhecimento não procede, em suas origens, nem de um sujeito consciente de si mesmo, nem de objetos já constituídos (do ponto de vista do sujeito) que se lhe impoariam: resultaria de interações que se produzem a meio caminho entre sujeito e objeto, e que dependem, portando, dos dois ao mesmo tempo, mas em virtude de uma indiferenciação completa e não de trocas entre formas distintas (PIAGET, 2007, p. 8).

O autor sustenta ainda que “não se observam começos absolutos no decorrer do desenvolvimento, e o que é novo decorre ou de diferenciações progressivas, ou de coordenações graduais, ou das duas coisas ao mesmo tempo” (p. 74); e que “essa diferenciação lenta e laboriosa é ligada às transformações da assimilação” (p. 21). O autor também enfoca que “a construção progressiva das estruturas do pensamento consiste em

dissociar as formas dos conteúdos e em elaborar novas formas por abstração reflexiva a partir das de nível inferior” (p. 74).

Mais adiante o autor conclui que

[...] a epistemologia genética pôde mostrar que as formas iniciais do conhecimento eram muito mais diferentes das formas superiores do que se julgava, e que, por conseqüência, a construção destas últimas teve de percorrer um caminho muito mais longo, bem mais difícil e, sobretudo mais imprevisível do que se poderia imaginar. Portanto, o emprego do método genético enriquece substancialmente as concepções construtivistas (PIAGET, 2007, p. 118-119).

A imagem da construção preconiza então, que o conhecimento se constrói progressivamente a partir de interações e reflexões simultâneas entre sujeito e objeto.

#### 1.2.6. A Espiral

A ideia da espiral aparece em Piaget (2007, p. 79-80) quando o autor admite que

[...] existem estruturas psicogênicas naturais e que há uma hierarquia na “força” das estruturas e a necessidade de um construtivismo, pois que o sistema das estruturas não é mais comparável a uma pirâmide estática repousando sobre sua base, mas sim, uma espiral que se desenvolve infinitamente em altura.

Morin (2005) considera que conservar a circularidade do conhecimento humano é respeitar as suas condições objetivas

Conceber a circularidade é abrir o quanto antes a possibilidade de um método que, pela interação dos termos que se remetem entre si, se tornaria produtivo, através destes processos e trocas, de uma consciência complexa, comportando a sua própria reflexividade. Assim, assistimos à nossa esperança renascer do que fazia o desespero do pensamento simplificador: o paradoxo, a antinomia, o círculo vicioso. Nós pressentimos a possibilidade de transformar os círculos viciosos em ciclos virtuosos, refletidos e geradores de um pensamento complexo. Daí a ideia que guiará nossa parida: não é preciso quebrar as nossas circularidades, é preciso, ao contrário, vigiar-se para não nos desligarmos delas. O círculo será a nossa roda, nossa rota será espiral (MORIN, 2005, p.32).

Mais adiante Morin (2005, p. 36) reafirma: “Então, o círculo poderia se transformar em uma espiral em que o retorno ao começo é precisamente o que afasta do começo”.

A espiral levaria então, a um conhecimento sempre crescente, porém baseado em estruturas e conceitos anteriormente construídos, num processo sem limites.

### 1.2.7. O Iceberg

A visão do conhecimento como um iceberg baseia-se no pressuposto de que não conseguimos expressar todo o conhecimento que possuímos.

Alguns autores afirmam que

O conhecimento, que necessariamente deve ser visto como pessoal, é como um iceberg, no qual a parte visível, o conhecimento explícito, é uma pequena parcela do todo. A maior parte, a que fica submersa, é o conhecimento tácito, para o qual contribuem desde o nosso aparato de percepção até nossa história de vida. (NONAKA e TAKEUCHI, 1977, apud SAIANI, 2004. p.16)

Saiani (2004, p. 101) diz que também

Polanyi afirma que sabemos mais do que podemos relatar. Esse fato pode ser ilustrado pela metáfora do iceberg: a parte visível assemelha-se ao conhecimento que pode ser descrito, o conhecimento explícito. A parte submersa é o conhecimento tácito, com “volume” bem maior do que o da parte visível. Existe, no entanto, uma constante troca de conteúdos entre as duas partes do iceberg, uma vez que, o que foi explícito um dia passou a funcionar tacitamente, e que a qualquer momento podemos explicitar alguns (mas não todos) fatores e atuam tacitamente em nosso conhecimento.

Para Machado (2008) sabe-se sempre muito mais, sobre qualquer assunto, do que aquilo que consegue explicitar, expressar em palavras. Os mecanismos da percepção são muito mais ricos e complexos do que imagina as simplificadas teorias baseadas em associações do tipo estímulo/resposta. “Na perspectiva de Polanyi, a organização do conhecimento na escola concentra-se excessivamente no explícito, no que é verbalizável ainda que nunca venha a ser plenamente sentido ou vivenciado pelos sujeitos”. (MACHADO, 2008, p. 35)

A visão do conhecimento como um iceberg dá a dimensão da complexidade de se mensurar ou avaliar os conceitos construídos pelos indivíduos ao longo da sua existência.

### 1.2.8. A Rede

A visão do conhecimento como uma rede de significações quebra o paradigma do encadeamento e da hierarquia, de que só existe um caminho a seguir na construção do saber.

Morin (2008, p. 32) afirma que

a noção de epistemologia sem fundamento já foi sugerida por Rescher. Em vez de partir dos “enunciados de base” ou “protocolares” que, na visão do positivismo lógico, forneciam ao conhecimento um fundamento indubitável, Rescher imagina um sistema em rede cuja estrutura não é hierárquica, sem que nenhum nível seja mais fundamental que os outros (Rescher, 1979, apud MORIN, 2008).

Morin (2008) afirma ainda que aceita totalmente esta concepção, acrescentando a ideia dinâmica de recursividade rotativa e com isso traz de volta a noção de espiral lançada na sua obra “O Método 1; a natureza da natureza”.

Para Machado (2008), deste ponto de vista, o conhecimento é como uma grande teia, uma grande rede de significações. Os nós são os conceitos, as noções, as ideias, os significados; os fios que compõem os nós são as relações que estabelecemos entre algo, ou um significado que se constrói e o resto do mundo.

Este autor ainda reitera que

a ideia de rede é uma imagem emergente para a representação do conhecimento, inspirada, em grande parte, nas tecnologias informacionais. Nessa perspectiva, conhecer é como enredar, tecer significações, partilhar significados. Os significados, por sua vez, são construídos por meio de relações estabelecidas entre os objetos, as noções, os conceitos. Um significado é como um feixe de relações. O significado de algo é construído falando-se sobre o tema, estabelecendo conexões pertinentes, às vezes insuspeitadas, entre diversos temas. Os feixes de relações, por sua vez, articulam-se em uma grande teia de significações e o conhecimento é uma teia desse tipo. (MACHADO, 2008, p. 27)

Assim, a ideia de rede possibilitaria a construção do conhecimento a partir de qualquer ponto ou nó, estabelecendo as relações que levam a outros nós, igualmente relevantes, cabendo ao professor indicar o melhor caminho a seguir de acordo com as possibilidades e conhecimentos prévios dos estudantes.

Aqui procurou-se discorrer sobre algumas imagens do conhecimento apresentadas ao longo da história e que orientaram a construção do conhecimento escolar no decorrer dos tempos.

Segundo Machado,

nenhuma de tais imagens é desprezível - ou estaríamos aqui perdendo tempo em apresentá-la: da composição equilibrada de todas elas emergem diversos perfis de

atuação: certamente, existem muitas formas distintas de sermos bons professores. Fundamental, como se poderá depreender, não é a escolha ou eleição de uma das imagens, com a execração das outras, mas sim a construção de uma adequação entre o modo como se pensa e o modo como se age, ou seja, de uma sintonia fina entre o discurso e a ação docente (MACHADO, 2008, p. 10).

Não é a intenção deste texto fazer um julgamento de qual a teoria (imagem) é a melhor ou a mais correta, mas apenas mostrar uma opção, embora saiba-se não ser a única, que pode se mostrar mais adequada para embasar as ações de ensino-aprendizagem nos tempos hodiernos.

## 2. O IDEAL DA EDUCAÇÃO FORMAL AO LONGO DA HISTÓRIA

Com o intuito de melhor compreender a forma de ensino e como os conteúdos da educação escolar formal são organizados na maioria das instituições universitárias nos dias de hoje, tentou-se discorrer resumidamente sobre os caminhos percorridos por este tipo de educação, desde os períodos remotos até os nossos dias.

### 2.1. Os primeiros modelos de educação

Na antiguidade, segundo Aranha (2006), depois das tribos, as sociedades se tornaram mais complexas e a divisão se instalou em seu seio: as mulheres passaram a ser dependentes dos homens e confinadas ao lar e os segmentos sociais se especializaram entre governantes, sacerdotes, mercadores, produtores e escravos e estabeleceu-se uma hierarquia de riqueza e poder. Com isso a educação deixou de ser igualitária e difusa como nas tribos, passando a ser benefício de alguns poucos privilegiados. Em decorrência houve uma diferenciação entre os destinados aos estudos do sagrado e da administração, e aqueles voltados ao adestramento para os ofícios especializados, estabelecendo assim o dualismo escolar, que destina um tipo de ensino para o povo (submetido à educação familiar informal) e outro para os filhos dos nobres e altos funcionários (educação escolar).

De acordo com Aranha (2006), nas escolas voltadas mais para a formação esportiva que para a intelectual, o ensino das letras e cálculos demorou um pouco para se difundir. Por volta século VI a.C. porém, já se tornara bem mais freqüente. A inversão total do pólo predominante na educação – da formação física para a espiritual – ocorreu bem depois no ensino superior; devido à influência dos filósofos.

No período socrático (final do sec. V e todo o século IV a.C.), segundo Chauí (2000, p.42),

dominavam as famílias aristocráticas, senhoras das terras, o poder lhes pertencia. Essas famílias valendo-se dos dois grandes poetas gregos, Homero e Hesíodo, criaram um padrão de educação, próprio dos aristocratas. Esse padrão afirmava que o homem ideal ou perfeito era o guerreiro belo e bom. Belo: o seu corpo era formado pela ginástica, pela dança e pelos jogos de guerra, imitando os heróis da guerra de Tróia (Aquiles, Heitor, Ajax e Ulisses). Bom: seu espírito era formado escutando Homero e Hesíodo, aprendendo as virtudes admiradas pelos deuses e praticadas pelos heróis, a principal delas sendo a coragem diante da morte, na guerra.

Porem, ainda segundo esta autora, quando a democracia se instala e o poder vai sendo retirado dos aristocratas, esse ideal educativo e pedagógico também vai sendo substituído por outro. O ideal do século de Péricles é a formação do cidadão, que exerce sua cidadania através do discurso, e assim a nova educação estabelece como padrão ideal a formação do bom orador, aquele que sabia falar em publico e persuadir os outros na política. Essa educação seria dada pelos sofistas (primeiros filósofos do período socrático). (CAHUÍ, 2000).

Aranha (2006) reforça que, os sofistas foram os criadores da educação intelectual, que se tornou independente da educação física e da musica, até então predominante nos ginásios. Além disso, ampliaram a noção de *paidéia*: de simples educação da criança, estendeu-se à contínua formação do adulto, capaz então de repensar por si mesmo a cultura do seu tempo.

Já Platão, segundo Aranha (2006, p. 72), desenvolve ideias avançadas para o seu tempo:

O Estado assume a educação; a educação da mulher é semelhante à do homem; os estágios superiores dependem do mérito de cada um e não da riqueza; valorização da educação intelectual coroada pelo estudo das ciências e pela dialética, processo que eleva a alma das aparências sensíveis das ideias.

No período sistemático (final do sec. IV ate final do sec. III a.C.), “Aristóteles também apresenta uma verdadeira enciclopédia de todo o saber que foi produzido e acumulado pelos gregos em todos os ramos do pensamento e da prática, considerando esta totalidade de saberes como sendo a filosofia” (Chauí, 2000).

Para Aranha, diferente de Sócrates, que identificava saber e virtude, “Aristóteles enfatiza ação da vontade”. No período helenístico (séculos III e II a.C.), ainda segundo Aranha (2006, p.61-62), “a educação grega estava centrada na formação integral – corpo e espírito – embora a ênfase se deslocasse mais ora para o preparo militar ou esportivo, ora para o debate intelectual, conforme a época e o lugar”. Quando ainda não existia a escrita, a educação era ministrada pela própria família e quando se constituiu a aristocracia dos senhores de terras, os jovens da elite eram confiados a preceptores. Com o surgimento das cidades, apareceram as primeiras escolas visando atender à demanda por educação.

No Império Bizantino, a meta da educação continuava sendo a formação humanista e a preparação de funcionários para a administração do Estado, a mesma que havia sido estabelecida na antiguidade (ARANHA, 2006). As universidades que surgiram na Idade Média representaram um modelo novo e original de educação superior, ampliando os estudos de filosofia, teologia, leis e medicina, a fim de atender às demandas da sociedade. À medida que aumentava a importância das universidades, os reis e a Igreja disputavam o seu controle.

A atividade docente na universidade era desenvolvida conforme o método da escolástica, baseado na leitura e na discussão, onde os estudantes exercitavam a arte da dialética, discutindo proposições controvertidas. Na primeira metade da Idade Média foi grande a influência das obras dos Padres da Igreja tornando-se o período da educação mediada pela fé. A escolástica foi a mais alta expressão da filosofia cristã medieval, desenvolvendo-se desde o século IX e alcançando o seu apogeu no século XIII e começo do século XIV, quando começa o seu declínio até o Renascimento. Neste período a educação surgiu como um instrumento para um fim maior, a salvação da alma e a vida eterna. (ARANHA, 2006).

Piletti e Piletti (2010) explicam que o termo “escolástica” significou inicialmente o conjunto do saber, tal qual era transmitido nas escolas monásticas. Num sentido amplo, porém, foi um movimento intelectual oriundo da Idade Média, que tinha a preocupação em demonstrar e ensinar as concordâncias da razão com a fé, pelo método da lógica.

Piletti e Piletti (2010, p. 51) ainda reiteram que “A educação dos povos europeus na Idade Média, portanto, teve como ponto de partida a doutrina da Igreja. Assim, a instrução nessa doutrina e a prática do culto substituíram o elemento intelectual”.

Ao final da idade média (século XV), segundo Burke (20003, p. 38),

Admitia-se como indiscutível que as universidades deviam concentrar-se na transmissão do conhecimento, e não em sua descoberta. De modo semelhante, pressupunha-se que as opiniões e interpretações dos grandes pensadores e filósofos do passado não podiam ser igualadas ou refutadas pela posteridade, de tal forma que a tarefa dos professores se limitava a expor as posições das autoridades [...].

Ainda segundo Burke,

No século XV, início do período moderno, “saber tudo, ou pelo menos saber alguma coisa sobre tudo, continuou como um ideal ao longo de todo este período, e era descrito como “cultura geral” *polymathia ou pansophia*, palavra-chave nos escritos do reformador educacional Jan Amos Comenius e seus seguidores. [...] Apesar disso, o ideal foi gradativamente abandonado [...] com a crescente fragmentação do conhecimento. (BURKE, 2003, p.81)

Nos séculos XV e XVI, o interesse pela educação é impressionante, houve proliferação de colégios e manuais para alunos e professores. Nos colégios, submetiam-se as crianças à severa disciplina, a fim de protegê-las das ‘más influencias’. Os programas eram baseados nos clássicos *trivium* e *quadrivium*, persistindo a educação formal de gramática e retórica, tal qual na Idade Média (ARANHA, 2006).

No século XVII, “os esforços para institucionalizar a escola, iniciados no século anterior, aperfeiçoaram-se com a legislação que contemplou tópicos referentes à obrigatoriedade, aos programas, níveis e métodos” (ARANHA, 2006, p. 152).

O resultado das experiências regularmente avaliadas, codificadas e reformuladas, dos mestres jesuítas, que começou na Idade Média, adquiriu sua forma definitiva no documento *Ratio Studiorum* (que significa “Organização e plano de estudos”). A obra continha regras práticas sobre a ação pedagógica, a organização administrativa e outros assuntos e destinava-se a toda hierarquia escolar, desde o provincial, o reitor e o prefeito dos estudos, até o mais simples professor, sem esquecer os alunos (ARANHA, 2006).

No período do Renascimento, segundo Piletti e Piletti (2010), uma das principais consequências educacionais foi a busca de uma nova educação, que se opunha ao velho esquema da escolástica. O conteúdo desta nova educação consistia no estudo das línguas e das literaturas clássicas dos gregos e romanos, que passa a ser designado de “humanidades”.

Aranha (2006) afirma que, “Opositores constantes do sistema jesuítico, seriam seus substitutos quando a companhia de Jesus foi dissolvida, no século XVIII. Acolheram as novas ciências e a filosofia cartesiana (do filósofo Descartes)”.

Houve uma revolução científica durante a Idade Moderna. Na concepção da filosofia moderna (do século XVII ao século XVIII), segundo Chauí (2000, p. 56),

A realidade era concebida como um sistema racional de mecanismos físico-matemáticos, que deu origem à ciência clássica, isto é, a mecânica, por meio da qual são descritos, explicados e interpretados todos os fatos da realidade: astronomia, física, química, psicologia, política, artes são disciplinas cujo conhecimento é de tipo mecânico, ou seja, de relações necessárias de causa e efeito entre um agente e um paciente.

Para Aranha (2006, p. 154), existiram duas tendências opostas na filosofia moderna: a do racionalismo de Descartes e a dos empiristas, de filósofos como Bacon e Locke, entre outros e “essas orientações irão marcar as maneiras de pensar na pedagogia, inclusive até os dias de hoje”.

Essas tendências enfatizavam as ideias de fragmentação e ordenamento hierárquico dos conhecimentos e fatos observados, sempre partindo do mais simples para o mais complexo.

Neste período (século XVII), Comênio, conhecido como o pai da didática moderna, pretendia tornar a aprendizagem eficaz e atraente mediante cuidadosa organização de tarefas, detalhando minuciosamente em manuais o procedimento adequado do mestre, segundo

gradações de dificuldades e com ritmo adequado à assimilação dos alunos. O ponto de partida da aprendizagem seria sempre o conhecido, indo do simples para o complexo e do concreto para o abstrato (ARANHA, 2006).

No período do Iluminismo (meados do século XVIII ao começo do século XIX),

há um grande interesse pelas ciências que se relacionavam com a idéia de evolução e, por isso, a biologia terá um lugar central no pensamento ilustrado, pertencendo ao campo da filosofia da vida. Há igualmente grande interesse e preocupação com as artes, na medida em que elas são expressões por excelência do grau de progressão de uma civilização (CHAUÍ, 2000, p. 58).

A filosofia contemporânea, segundo Chauí (2000) traz a visão otimista de progresso desenvolvida na França pelo filósofo Augusto Comte, que atribuía este progresso ao desenvolvimento das ciências positivas, e acreditava que o desenvolvimento social só se faria pelo aumento do conhecimento científico e do controle científico da sociedade.

O positivismo de Comte reforça a ideia fundamental de ordenamento e para ele,

Tal ordem deve, por sua natureza, preencher duas condições essenciais, uma dogmática, outra histórica, de que é preciso de início reconhecer a convergência necessária. A primeira consiste em ordenar as ciências segundo sua dependência sucessiva, de sorte que cada uma repouse sobre a precedente e prepare a seguinte. A segunda prescreve [pág. 88] sua disposição conforme a marcha de sua formação efetiva, passando sempre das mais antigas para as mais recentes (COMTE, 1978, p. 215-216).

Neste período, segundo Chauí (2000, p. 60) acreditava-se que seria possível “uma pedagogia baseada nos conhecimentos científicos e que permitiria não só adaptar perfeitamente as crianças às exigências da sociedade, como também educá-las segundo suas vocações e potencialidades psicológicas”.

No século XIX, os governos conseguiram intervir nas escolas, inclusive nas particulares mediante leis que buscavam uniformizar o calendário escolar, o controle do tempo, o currículo e os procedimentos, criando os “sistemas educativos nacionais” (ARANHA, 2006).

Para Capra (2006, p. 28) os valores da cultura ocidental no período do Iluminismo e da Revolução Industrial,

incluem a crença de que o método científico é a única abordagem válida para o conhecimento; a concepção do universo como um sistema mecânico composto de unidades materiais elementares; a concepção da vida em sociedade como uma luta competitiva pela existência e a crença do progresso material ilimitado, a ser alcançado através do crescimento econômico e tecnológico.

A fragmentação das ciências surgida nesta época criou corpos especializados de conhecimentos com objetos específicos: geográficos, históricos, biológicos, matemáticos, etc., determinados por campos, objetos, instrumentais, metodologias, aplicações e análises. Esses campos diferenciados foram transplantados como disciplinas nas organizações curriculares (ANASTASIOU, 2007b), e se mantêm até os dias atuais

A crescente especialização em escolas e universidades em particular durante o século XX produziu estudiosos com um conhecimento bem mais limitado que o dos antigos (ainda que a menor amplitude tenha sido compensada pela maior profundidade. (BURKE, 2003).

Essa pequena visão da trajetória da educação formal ao longo da história inspirou a pesquisar o grau de influência do método de Descartes e de outros filósofos na estruturação do conhecimento escolar, principalmente o de nível universitário, objeto deste estudo.

## 2.2. O legado cartesiano para a educação

O método de Descartes foi criado pelo filósofo com o intuito de resolver as suas indagações sobre a natureza, já que ele colocava em dúvida todas as opiniões alheias sobre as coisas. O filósofo explica que:

No que diz respeito a todas as opiniões de que até então me científicara não podia eu fazer melhor do que empreender tirá-las de novo da minha crença para depois adotar outras melhores, ou as mesmas, quando estivessem ao nível da razão. E acreditei firmemente que, por esse meio, conseguiria orientar a minha vida muito melhor do que se me limitasse a construir, exclusivamente, sobre velhos fundamentos e a apoiar-me nos princípios que deixara me inculcassem em minha mocidade, sem nunca ter examinado se eram verdadeiros (DESCARTES, 2006, p. 25)

O propósito de Descartes, segundo ele mesmo, foi o de “apenas procurar reformar os meus próprios pensamentos e edificar sobre uma base, toda a minha vida” (p. 26). O seu método, estava fundamentado em quatro preceitos básicos:

O primeiro consistia em nunca aceitar como verdadeira nenhuma coisa que eu não conhecesse evidentemente como tal, isto é, em evitar, com todo o cuidado, a precipitação e a precaução, só incluindo nos meus juízos o que se apresentasse de modo tão claro e distinto à minha mente que não houvesse nenhuma razão para duvidar; o segundo, em dividir cada uma das dificuldades que devesse examinar, em tantas partes quanto possível e necessário para resolvê-las; o terceiro, em por ordem nos meus pensamentos, a começar pelos objetos mais simples e mais fáceis de conhecer, para chegar aos poucos, gradativamente, ao conhecimento dos mais complexos e, supondo também, uma ordem entre aqueles que não se precedem naturalmente uns aos outros; e o último, em fazer, para cada caso, enumerações tão

completas e revisões tão gerais que tivesse a certeza de não ter omitido nada (DESCARTES, 2006, p. 28-29).

Como parte deste método, Descartes defende a divisão em partes, das coisas a serem conhecidas, o ordenamento ou hierarquia das mais simples para as mais complexas e a enumeração das partes para ter a certeza de que não houvesse nenhuma omissão.

Morin (2006) pontua que no segundo princípio de Descartes “encontra-se, potencialmente, o princípio da separação, e no terceiro, o princípio da redução; esses princípios vão reger a consciência científica”.

Capra (2006) faz um relato de que desde o século XVII, a física tem sido o exemplo brilhante de uma ciência exata, e tem servido como modelo para todas as outras ciências. Ele afirma que durante dois séculos e meio, os físicos se utilizaram de uma visão mecanicista do mundo para desenvolver e refinar a estrutura conceitual do que é conhecido como física clássica. Para ele, os físicos basearam suas ideias nas teorias de Isac Newton, René Descartes e na metodologia de Francis Bacon e desenvolveram-nas de acordo com a concepção de realidade predominante nos séculos XVII, XVIII e XIX. Nesta época acreditava-se que a matéria era a base de toda a existência e o mundo era visto como uma profusão de objetos separados, montados numa máquina gigantesca. Achava-se que o mundo-máquina também consistia de peças elementares e que os fenômenos complexos poderiam sempre ser entendidos se estes fossem reduzidos aos seus elementos básicos, e se investigassem a maneira como esses elementos interagem. Essa atitude ficou conhecida como reducionismo e foi tão arraigada na nossa cultura, que é identificada muitas vezes como o método científico.

Capra ainda reafirma que (2006, p. 59),

Antes de Newton, duas tendências opostas orientavam a ciência seiscentista: o método empírico, indutivo, representado por Bacon, e o método racional, dedutivo, representado por Descartes. Newton, em seu *Principia*, introduziu uma combinação apropriada de ambos os métodos, sublinhando que tanto os experimentos sem interpretação sistemática quanto a dedução a partir de princípios básicos sem evidência experimental não conduziram a uma teoria confiável. Ultrapassando Bacon em sua experimentação sistemática e Descartes em sua análise matemática, Newton unificou as duas tendências e desenvolveu a metodologia em que a ciência natural passou a basear-se desde então.

Dabas e Najmanovich (2002) também enfatizam que a imagem do cosmos forjada na época moderna nos mostra um grande mecanismo composto de peças elementares independentes cujo funcionamento é regido por leis invariáveis e eternas. Um universo estável onde só estão permitidos os deslocamentos reversíveis e as relações lineares. Um mundo onde

cada partícula é independente e só pode haver interações mecânicas onde não se produzem transformações.

Ainda para as autoras Dabas e Najmanovich (2002) a metáfora do universo-máquina e sua ligação conceitual com o método analítico têm vários pressupostos subjacentes e elas destacam quatro: a) as relações entre os elementos não podem ser transformadoras (a partícula elementar não muda, é estável, eterna e igual em si mesma); b) nas relações mecânicas o todo é sempre igual a soma das partes (não há interações facilitadoras, nem inibidoras, só transmissão e equivalência); c) o sistema mecânico só se vê afetado pela mudança de umas poucas variáveis enquanto o resto do universo se considera que permanece constante e não o afeta; d) todo efeito é produzido por uma causa específica e identificável, cuja ação provoca necessariamente o efeito considerado, atuando de modo independente do resto das condições que se relacionam com o fenômeno.

Boaventura de Sousa Santos reafirma esta concepção destacando que

Um conhecimento baseado na formulação de leis tem como pressuposto metateórico a ideia de ordem e estabilidade do mundo, a ideia de que o passado se repete no futuro. Segundo a mecânica newtoniana, o mundo da matéria é uma máquina cujas operações se podem determinar exatamente por meio de leis físicas e matemáticas, um mundo estático e eterno a flutuar num espaço vazio, um mundo que o racionalismo cartesiano torna cognoscível por via de sua decomposição nos elementos que o constituem. Esta ideia de mundo-máquina é de tal modo poderosa que vai se transformar na grande hipótese universal da época moderna, o mecanicismo (SANTOS, 2010, p. 30-31).

Santos (2010), alerta ainda que essa racionalidade científica seja também um modelo totalitário, na medida em que nega o caráter racional a todas as formas de conhecimento que não se pautam pelos seus próprios princípios epistemológicos e pelas suas regras metodológicas.

Capra (2006, p. 55), destaca que “a excessiva ênfase dada ao método cartesiano levou à fragmentação característica do nosso pensamento em geral e das nossas disciplinas acadêmicas, e levou à atitude generalizada de reducionismo na ciência”. E continua (p. 107) afirmando que “quando os cientistas reduzem um todo aos seus constituintes fundamentais e tentam explicar todos os fenômenos em função destes elementos, eles perdem a capacidade de entender as atividades coordenadoras do sistema como um todo”.

### 2.3. As disciplinas e o currículo escolar

A fragmentação do conhecimento e a concepção de mundo como uma máquina deixou suas raízes no sistema de ensino (currículo, disciplinas e organização dos conteúdos) o que perdura até os dias atuais.

O pensamento racional de Descartes levou, segundo Capra (2006), a uma “fragmentação em nossas disciplinas acadêmicas e entidades governamentais e serviu como fundamento lógico para o tratamento do meio ambiente natural como se fosse formado de peças separadas a serem exploradas por diferentes grupos de interesse”.

Cabe aqui tentar esclarecer o que se compreende como “disciplina”: para Morin (2006, p. 105),

a disciplina é uma categoria organizadora dentro do conhecimento científico; ela institui a divisão e a especialização do trabalho e responde à diversidade das áreas que as ciências abrangem. Embora inserida em um conjunto mais amplo, uma disciplina tende naturalmente à autonomia pela delimitação de fronteiras, da linguagem em que ela se constitui, das técnicas que é levada a elaborar e a utilizar e, eventualmente, pelas teorias que lhe são próprias.

Na concepção de Santomé (1998, p. 55), “uma disciplina é uma maneira de organizar e delimitar um território de trabalho, de concentrar a pesquisa e as experiências dentro de um determinado ângulo de visão”.

“As disciplinas científicas em particular foram consideradas como uma ‘invenção’ de fins do século XVIII e princípio do século XIX” (BURKE, 2003). Segundo este autor (2003) a análise dos princípios subjacentes ao sistema de disciplinas propõe o exame de um tripé intelectual composto de currículos, bibliotecas e enciclopédia. O currículo das universidades européias era composto de primeiro grau (bacharelado), onde o estudante se tornava bacharel em sete “artes liberais”, divididas em duas partes: o *trivium* (gramática, lógica e retórica) e o *quadrivium*, mais avançado (aritmética, geometria, astronomia e música). Deste primeiro grau o aluno poderia seguir para um curso numa das três faculdades superiores: teologia, direito ou medicina (p. 87). O sistema de disciplinas era reforçado também pela disposição dos livros nas bibliotecas, pois a ordem dos livros reproduzia a ordem do currículo da universidade, assim como os catálogos das bibliotecas públicas e particulares seguiam frequentemente a mesma ordem (p. 88). O termo grego “*encyclopaedia*” se referia ao currículo educacional, porém o termo passou a ser aplicado a certos livros porque estavam organizados da mesma maneira que o sistema educacional, tanto para assistir aos estudantes nas instituições de ensino superior, assim como um substituto destes cursos para os autodidatas (p. 89).

Ainda segundo Burke (2003), as pernas do tripé se apoiavam mutuamente, ajudando a reprodução cultural, porém começaram a ocorrer mudanças importantes dentro do sistema de conhecimento acadêmico entre o Renascimento e o Iluminismo: tendências à redefinição do conhecimento, bem como à reformulação das instituições. No nível da teoria, esta mudança é revelada por inúmeros esquemas para reformular a classificação do conhecimento, propostos por filósofos como Bacon, Descartes, Locke e Leibniz.

As mudanças ocorridas na esfera social da se refletem na educação com o intuito de preparar cidadãos aptos a atenderem às demandas da sociedade

Do ponto de vista histórico, a tendência à diferenciação do conhecimento em uma multiplicidade de disciplinas autônomas é algo que vem se concretizando desde o início do século XIX, vinculado ao processo de transformação social que ocorria nos países europeus mais desenvolvidos e que necessitava de uma especialização de acordo com a divisão material do processo de produção favorecido pela industrialização. As técnicas e saberes foram se diferenciando progressivamente; por sua vez, a linguagem que os caracterizavam foram se especializando e circunscrevendo a âmbitos específicos. Deste modo surge o conceito de disciplina com um objeto de estudo, marcos conceituais, métodos e procedimentos específicos (SANTOMÉ, 1998, p. 55-56).

Ao vincular-se diretamente a um processo produtivo fragmentado, também a ciência se desenvolve de maneira fragmentada. Mais ainda, nem todos os campos da ciência passam a ter igual importância para esse processo produtivo (FREITAS, 1995).

Santomé (1998, p. 47) ainda destaca que

as necessidades da industrialização promovida a partir de modelos econômicos capitalistas, as revoluções industriais e os processos de transformação das sociedades agrárias abriram o caminho para maiores parcelas de disciplinaridade do conhecimento. As indústrias necessitavam urgentemente de especialistas para enfrentar os problemas e objetivos específicos de seus processos de produção e de comercialização. À medida que a revolução industrial e a tecnologia se desenvolviam, surgiam novas especialidades que, por se basearem em algum ramo muito específico de um campo tradicional do conhecimento ou em uma nova metodologia e/ou tecnologia de pesquisa, exigiam maiores parcelas de independência até atingir a autonomia plena como campo profissional e de conhecimento.

Georges Gusdorf (1983 apud SANTOMÉ, 1998) também evidencia que “o positivismo, o cientificismo, corresponde a esse novo estatuto do saber, no qual cada disciplina encerra-se no esplêndido isolamento de suas próprias metodologias, tornando a linguagem das ciências exatas uma espécie de absoluto”.

Para Morin (2006) a organização disciplinar foi instituída no século XIX, notadamente com a formação das universidades modernas; desenvolveu-se depois, no século XX, com o

impulso dado à pesquisa científica; isto significa que as disciplinas têm uma história: nascimento, institucionalização, evolução, esgotamento, etc.; essa história está inscrita na da Universidade, que, por sua vez, está inscrita na história da sociedade; daí resulta que as disciplinas nascem da sociologia das ciências e da sociologia do conhecimento (MORIN, 2006).

Zabala (2002), aponta que, se for feita uma revisão histórica da evolução do conhecimento, verifica-se que a diferenciação entre o ponto de vista do saber científico e o ponto de vista do ensino desse saber nunca foi muito evidente e que a diferenciação em áreas do conhecimento obedeceu originalmente a critérios fundamentalmente educativos, diferenciação que, no começo, não implicava um corte ou um isolamento de matérias, mas exatamente o contrário.

Desse modo, uma divisão e uma organização de conteúdos que haviam nascido sob um pressuposto estritamente didático diluíram-se sob a pressão de algumas necessidades ou, melhor dito, interesses, em um corpo cada vez mais fechado de “especialidades” disciplinares, o que gerou, de maneira explosiva, uma infinidade de saberes, cada um deles fortemente zeloso de sua identidade e independência (ZABALA, 2002, p. 18).

O conjunto de disciplinas veio a formar o currículo, nas instituições encarregadas de oferecer uma educação formal. Traz-se aqui algumas definições do termo para melhor compreensão do seu significado no sistema escolar.

Segundo Lucarelli (2002), no sentido etimológico, currículo provém da palavra latina *currere*, que quer dizer corrida, percurso que deve ser realizado.

Na atualidade, segundo Forquin (1996, apud SOUZA JUNIOR; GALVÃO, 2005, p. 395), “o currículo passa a ser compreendido como conjunto daquilo que se ensina e daquilo que se aprende, tendo como referência alguma ordem de progressão”.

Assim, no meio escolar, o currículo pode ser entendido como o percurso de estudos a ser percorrido pelo aluno, para alcançar os objetivos da sua formação.

Torres (1994) lembra que, o modelo curricular conhecido baseia-se em disciplinas com uma acentuada segmentação entre elas; isso impõe uma lógica particular ao currículo, à formação docente, à organização escolar, etc..

O resultado desse processo, para Zabala (2002), é uma seleção, uma estruturação e uma organização dos objetos de aprendizagem a partir de critérios disciplinares.

Os currículos escolares estão formados por uma soma de disciplinas selecionadas sobre relativos critérios de importância e organizadas sob parâmetros estritamente disciplinares. Seleção que, na maioria dos planos de estudos oficiais do mundo,

concretiza-se em um conjunto de disciplinas isoladas em que se dá uma maior ou menor ênfase a umas sobre as outras nas quais a estrutura interna de cada uma delas sempre segue a lógica disciplinar (ZABALA, 2002, p. 18).

Machado focaliza que, em todos os níveis do ensino, a escola organiza-se em torno de disciplinas. Na escola básica, as disciplinas são Matemática, Português, História, Geografia, Ciências, etc. Nos cursos superiores, o rol de disciplinas depende do curso escolhido, mas a forma de apresentação dos conteúdos é igualmente disciplinar. “Para trazer o conhecimento em sentido amplo para a sala de aula, parece imprescindível ordená-lo, discipliná-lo e estruturá-lo em um conjunto de matérias” (MACHADO, 2009, p. 13).

Anastasiou (2007b), reforça esta concepção quando relata que, na época da universidade napoleônica, a organização acadêmica era feita por faculdades, por objetos de estudo, dos quais decorrem os conjuntos de disciplinas rigidamente determinados. Os cursos se organizam com um período básico e um profissionalizante, separando a teoria – que necessariamente vem antes – da prática.

A organização tradicional do currículo em grade reflete o modelo da racionalidade científica, que fragmentou a ciência na busca de respostas a questões cada vez mais específicas, constituindo a especialização. Esta por si mesma nem sempre dá conta da compreensão de vários fatores ou problemas (ANASTASIOU, 2007b).

Por estes elementos, pode-se verificar que vários currículos universitários atuais seguem ainda a configuração em grade, proposta há dois séculos; conforme o modelo da racionalidade que separa a teoria da prática e distingue as disciplinas do básico e do profissionalizante com um conjunto de requisitos, pré-requisitos e outros, com a configuração de coleção (ANASTASIOU, 2007b, p. 50).

Santomé (1998, p. 103) chama a atenção, apontando que,

Sem dúvida a forma mais clássica de organização do conteúdo, ainda predominante atualmente, é o modelo linear disciplinar, ou conjunto de disciplinas justapostas, na maioria das vezes de uma forma bastante arbitrária [...]. O conhecimento disciplinar usualmente refere-se a um conjunto de estruturas abstratas e a leis intrínsecas que permitem classificações particulares de conceitos, problemas, dados e procedimentos de verificação de acordo com modelos de coerência assumidos.

Assim como a organização do currículo em disciplinas, a organização dos conteúdos dentro de uma mesma disciplina também obedeceu à mesma lógica de divisão e ordenamento. Essa lógica obedece ainda, a uma forma linear e hierarquizada de apresentação do conhecimento.

## 2.4. A organização dos conteúdos

O significado que o termo “conteúdo” tem no contexto da educação formal, nas instituições de ensino é para Chakur, (1981 apud SAVIANI, 2003, p. 83) um “conjunto de fatos, idéias, noções, princípios e assuntos contidos num dado campo de conhecimento sistematizado”. Já para Libâneo (1995, apud ANASTASIOU, 2007b), este termo significa “um conjunto de conhecimentos, habilidades, hábitos, modos valorativos e atitudinais de atuação social, organizados pedagógica e didaticamente, tendo em vista a assimilação ativa e a aplicação pelos alunos na sua prática de vida”. Englobam, portanto, os conceitos, as idéias, os fatos, os processos, os princípios, as leis científicas e as regras, além de habilidades cognitivas, modos de atividade, métodos de compreensão e de aplicação, hábitos de estudo, de trabalho e de convivência social, valores, convicções e atitudes.

Para Zabala (1998, p. 30),

o termo “conteúdos” normalmente foi utilizado para expressar aquilo que deve se aprender, mas em relação quase exclusiva aos conhecimentos das matérias ou disciplinas clássicas e, habitualmente, para aludir àqueles que se expressam no conhecimento de nomes, conceitos, princípios, enunciados e teoremas [...]. Este sentido, estritamente disciplinar e de caráter cognitivo, geralmente também tem sido utilizado na avaliação do papel que os conteúdos devem ter no ensino, de forma que nas concepções que entendem a educação como formação integral se tem criticado o uso dos conteúdos como única forma de definir as intenções educacionais

Saviani (2003, p.129), nos alerta que, “a organização do currículo segundo a estrutura das disciplinas exige critérios, que incluem tanto questões relativas aos conceitos-chave e elementos substanciais de cada disciplina, quanto a inter-relação dos conceitos e elementos das várias disciplinas que formam os campos do conhecimento”.

Posto que a função do ensino consistia em promover a obtenção destes conhecimentos, as disciplinas ou cadeiras escolares - e nelas a forma de selecionar, distribuir e organizar os conteúdos de aprendizagem - tiveram uma dependência clara da lógica formal de cada uma delas (ZABALA, 1998).

Assim sendo, tentou-se discorrer sucintamente sobre quais as formas de organização destes conteúdos, dentro de uma mesma disciplina, vêm sendo utilizadas ao longo do tempo.

De acordo com Saviani (2003) a história nos revela que, “como parte do currículo, as disciplinas escolares estão sujeitas às contingências da sua elaboração e implementos como a

ideia de organização, sequenciação e dosagem dos conteúdos, segundo prioridades estabelecidas”.

Tradicionalmente os conteúdos foram classificados conforme um critério de pertencimento a uma disciplina, cadeira ou matéria. Geralmente foram apresentados agrupados conforme fossem de matemática, química, língua, música, etc. Portanto, as unidades didáticas organizadas conforme determinados critérios pelas matérias ou disciplinas (ZABALA, 1998).

Sendo assim, a seleção dos conteúdos veio determinada pela lógica disciplinar, que foi o referencial básico no momento de se pensar a escola. O critério não foi selecionar conteúdo por conteúdo, conforme sua importância para a consecução de determinadas finalidades educativas, provavelmente o método utilizado começou pela seleção de algumas disciplinas ou matérias para, posteriormente, passar a definir os conteúdos de cada uma delas (ZABALA, 2002).

Cada disciplina apresenta-se então, como um corpus de conhecimento, providos de uma lógica interna, articulados em torno de temas específicos que são organizados em planos sucessivos claramente distintos (CHERVEL, 1990, apud SAVIANI, 2003).

Zabala (1998) chama atenção para a forma de apresentação dos conteúdos e a relação que existe entre eles, que nunca são arbitrárias; “ao contrário, obedecem a certos critérios que fazem com que a seleção dos conteúdos de cada unidade e o tipo de relações que entre eles se estabelecem, sejam de uma maneira e não de outra”.

Normalmente, a construção do conhecimento disciplinar realiza-se mediante uma seleção de dados significativos e rejeição dos não pertinentes, porém esta atividade seletiva está controlada e dirigida por modelos e paradigmas que organizam o pensamento e a visão da ciência e da realidade (SANTOMÉ, 1998).

Zabala nos alerta que,

Se a discussão sobre a importância de alguns conteúdos ou outros é um problema estreitamente condicionado pela tradição e pela pressão dos diferentes interesses sociais, sejam de caráter econômico, profissional, religioso ou da própria “inteligência”, em especial que provém do mundo universitário, o problema de como organizar os conteúdos aparentemente se transforma em algo menor. Dificilmente podemos encarar com rigor um debate sobre a forma de apresentar os conteúdos na escola se ainda não temos claro o que se deve ensinar. Mas, principalmente é preciso saber como fazer uma análise ponderada da forma de organizar os conteúdos quando, neste momento, o debate sobre os conteúdos de aprendizagem está totalmente mediado pela estrutura disciplinar (ZABALA, 2002, p. 48-49).

Mais adiante este mesmo autor argumenta que nesses processos pensa-se, discute-se e defende-se em termos de matérias. E os que pensam, discutem e defendem o fazem condicionados por sua ótica profissional, relacionada, consciente ou inconscientemente por sua própria história e formação, determinada por uma visão da vida e da sociedade que está condicionada pelos próprios conhecimentos e escalas de valores, ambos herdeiros das diferentes disciplinas acadêmicas (ZABALA, 2002).

Zabala reforça também que

Quando se reflete sobre a melhor forma de organizar os conteúdos de aprendizagem, os únicos critérios que aparecem de maneira lógica são os mesmos utilizados para a sua seleção. A realidade de nossa história como alunos e como educadores, nossa maneira de ver profissionalmente as demais pessoas, a própria forma de nos acercarmos da realidade, estão determinadas pela parcialização do saber (ZABALA, 2002, p. 49).

O referencial para determinar os critérios para a seleção dos conteúdos de aprendizagem são as finalidades educativas. A depender de quais sejam, pode-se estabelecer quais são os conteúdos que possibilitarão a sua realização. Essa determinação dos objetivos tem que fornecer as pautas para escolher, selecionar e priorizar os conteúdos que configurarão o que se denomina de conhecimento escolar (ZABALA, 2002).

A este respeito, Morin considera:

Qualquer conhecimento opera por seleção de dados significativos e rejeição de dados não significativos: separa (distingue ou disjunta) e une (associa, identifica); hierarquiza (o principal, o secundário) e centraliza (em função de um núcleo de noções-chaves); estas operações, que se utilizam da lógica, são de fato comandadas por princípios “supra-lógicos” de organização do pensamento ou paradigmas, princípios ocultos que governam nossa visão das coisas e do mundo sem que tenhamos consciência disso (MORIN, 2007, p. 10)

Essa visão disciplinar faz com que, inclusive quando as matérias escolares são selecionadas e definidas a partir de critérios de diferentes saberes em áreas mais ou menos afins, a pressão da concepção disciplinar dificulte a realização de uma seleção superadora da parcialização disciplinar. A consequência disso é a eliminação ou o esquecimento de conteúdos importantes para as finalidades educativas que se pretendem, ao se voltar prioritariamente para uma das disciplinas que configuram a área (ZABALA, 2002).

Um problema estabelecido por essa utilização de referenciais unicamente disciplinares está nos critérios para a seleção posterior dos conteúdos de cada uma das disciplinas. Uma vez situadas nas matérias, o critério utilizado é o científico, ou seja, segue a lógica da disciplina, de maneira que são considerados conteúdos básicos das matérias escolares os mesmos que cada uma das ciências valoriza como fundamentais em sua própria epistemologia. Assim, uma vez decidida a matéria, os

conteúdos escolares já não são importantes em função das necessidades educativas que se pretende cobrir, mas em relação ao valor que os conteúdos têm para a ciência correspondente. Como consequência, muitos conteúdos disciplinares que tem sentido para a realização dos objetivos educativos são desprezados por causa de outros que são irrelevantes para a vertente formativa (ZABALA, 2002, p. 70).

Quando as finalidades educativas estabelecidas estão relacionadas com a formação integral da pessoa para intervir na sociedade, as disciplinas nas quais convencionalmente o saber científico está estruturado, em especial as matérias com mais tradição escolar, são claramente insuficientes (ZABALA, 2002).

Relacionar conteúdos nas próprias disciplinas já traz uma certa dificuldade quando estes não provêm do mesmo núcleo de estudo (por exemplo, entre a estática e a mecânica, entre a química orgânica e a inorgânica, entre a fisiologia e a anatomia, entre a gramática e a sociolinguística, entre a geometria e a álgebra, etc.) dificuldade esta que se incrementa enormemente quando as relações que se deseja estabelecer situam-se em disciplinas diferentes (ZABALA, 2002, p. 75).

Um inconveniente que as disciplinas manifestam, além de sua insuficiência, é a parcialização. No caso de existirem conteúdos apropriados para dar resposta a determinados problemas ou questões, o fato de cada uma das disciplinas optar por um só ponto de vista da realidade implica que muitos dos problemas ou questões somente possam ser resolvidos utilizando-se o suporte conceitual ou metodológico de diferentes disciplinas. Assim, é imprescindível que na escola não se ensine apenas o conhecimento isolado dos conteúdos de cada uma das disciplinas, mas que, além disso, ensine-se a relacionar os conteúdos das diferentes disciplinas, ou seja, atuar com modelos interdisciplinares (ZABALA, 2002).

Uma vez produzidos historicamente e socialmente, os conteúdos têm de ser organizados, sistematizados cientificamente, para que a escola possa cumprir o seu papel de veiculação desse saber sistematizado, que é não só determinado socialmente, mas, também, um produto social (MARTINS, 2002).

Os cursos escolares fragmentam-se em matérias e mesmo em blocos de conteúdos claramente separados em cada uma delas. A preocupação dos que planejam e programam estes conteúdos é a de oferecer todas as informações necessárias para compreender e intervir em determinadas situações sociais. Para isso realizam algum tipo de varredura em cada disciplina cujo objeto de estudo são essas realidades, selecionando conteúdos indispensáveis para facilitar sua compreensão e possibilidades de ação. Pensa-se que os alunos, sozinhos poderão reorganizar depois essas informações fragmentadas e captar seu verdadeiro significado e sentido. De alguma maneira, a instituição escolar oferece as peças de um quebra-cabeças (cada uma das disciplinas e seus blocos de conteúdos), porém não se compromete claramente a constatar se os alunos conseguem reconstituí-las de maneira compreensível (SANTOMÉ, 1998, p. 38).

Para Santomé, uma das características que distinguem o século XX é a frequente reorganização do conhecimento. Tendências a parcelas de especialização e propensões a uma unificação do saber são os pólos opostos entre os quais oscila a construção e difusão do conhecimento.

Como fruto disso podemos constatar três tipos de dinâmicas: uma é a consequência lógica do trabalho científico e investigador realizado pelas pessoas no âmbito de uma especialidade concreta, caindo inclusive em uma superespecialização, com base em divisões e subdivisões de alguma das áreas tradicionais do conhecimento; outra dinâmica tem como motor aquelas disciplinas que compartilham objetos de estudo, parcelas de um mesmo tema ou metodologias de pesquisa, chegando a comunicar-se e coordenar-se de tal maneira que podem chegar à formação de âmbitos de conhecimento novos e interdisciplinares; uma última dinâmica, que está surgindo com bastante força nas décadas mais recentes, é resultado do aparecimento de equipes de pesquisa claramente interdisciplinares (SANTOMÉ, 1998, p. 44).

A fragmentação do saber e a superespecialização não estão atendendo a contento às demandas da sociedade na resolução dos problemas cada vez mais complexos. Essa constatação está levando a uma forte necessidade de mudanças na área da educação.

### 3. POR UMA NOVA PERSPECTIVA

Todo o caminho percorrido por esta revisão de literatura, trazendo desde os primeiros modelos de educação à influência que a visão cartesiana de fragmentação e ordenamento do saber exercem até hoje nas instituições de ensino mostram a partir dos autores estudados, que este modelo já não atende às demandas sociais atuais. A partir daqui, traz-se autores que alertam para uma forte tendência à mudança no modo de conceber o conhecimento para que este possa ser útil à sociedade com seus problemas cada vez mais complexos.

#### 3.1. As necessidades de mudança

As mudanças ocorridas nos últimos tempos na sociedade refletem na educação, influenciando a formação dos profissionais para o mercado de trabalho e para atender às necessidades humanas atuais.

A globalização, trazendo grande mobilidade; a velocidade das transformações e a fluidez trazendo a imprevisibilidade; a nova organização do espaço-tempo com as redes de comunicação; a difusão da informação, levando à explosão do conhecimento; a lógica da competência no trabalho; a revolução dos costumes; a escassez de recursos e o desenvolvimento tecnológico nos fazem viver a era da complexidade e da incerteza sustentada por Edgar Morin (2006), que levam a uma nova lógica na educação.

Segundo Capra (2006), os problemas atuais são sistêmicos, pois estão intimamente interligados e são interdependentes. Por isso, não podem ser entendidos no âmbito da metodologia fragmentada que é característica de nossas disciplinas acadêmicas. “Tal abordagem não resolverá nenhuma de nossas dificuldades, limitar-se-á a transferi-las de um lugar para o outro na complexa rede de relações sociais e ecológicas”.

Capra reitera que há uma crise de percepção, que deriva de estarmos tentando aplicar os conceitos de uma visão de mundo obsoleta – a visão do mundo mecanicista da ciência cartesiana-newtoniana – a uma realidade que já não pode ser entendida em função destes conceitos. “Vivemos hoje num mundo globalmente interligado, no qual os fenômenos biológicos, psicológicos, sociais e ambientais são todos interdependentes. Para descrever este mundo apropriadamente, necessitamos de uma perspectiva ecológica que a visão de mundo cartesiana não nos oferece” (CAPRA, 2006).

Em seu “Discurso sobre as ciências”, Boaventura de Sousa Santos aponta que hoje são muitos e fortes os sinais de que o modelo de racionalidade científica atravessa uma profunda crise. Essa crise para Santos, não é só profunda, mas também irreversível e que “os sinais nos permitem tão só especular acerca do paradigma que emergirá deste período revolucionário, mas que, desde já, se pode afirmar com segurança que colapsarão as distinções básicas em que se assenta o paradigma dominante” (SANTOS, 2010).

Santos continua, lembrando que a identificação dos limites e das insuficiências estruturais do paradigma científico moderno é o resultado do grande avanço no conhecimento que ele mesmo propiciou. “O aprofundamento do conhecimento permitiu ver a fragilidade dos pilares em que se funda” (SANTOS, 2010).

Alguns dos sinais dos quais aponta Santos são: a inviabilidade da hipótese do determinismo mecanicista, uma vez que a totalidade do real não se reduz à soma das partes em que a dividimos para observar e medir; a distinção sujeito/objeto é muito mais complexa do que a primeira vista possa parecer e essa distinção perde seus contornos dicotômicos e assume a forma de um “*contínuun*”; os avanços do conhecimento nos domínios da microfísica, da química e da biologia nos últimos vinte anos, como a teoria advinda das investigações de Prigogine, traz uma nova concepção de matéria e da natureza que propõe, em vez da eternidade, a história; em vez do determinismo, a imprevisibilidade; em vez do mecanicismo, a interpenetração, a espontaneidade e a auto-organização; em vez da reversibilidade, a irreversibilidade e a evolução; em vez da ordem, a desordem; em vez da necessidade, a criatividade e o acidente (SANTOS, 2010).

Santos também afirma que esse movimento científico tem propiciado uma profunda reflexão epistemológica sobre o conhecimento científico. Uma reflexão rica e diversificada que caracteriza exemplarmente a situação intelectual do tempo presente. São questionados atualmente o conceito de lei e o conceito de causalidade que está associado a ele. A noção de lei tem sido parcial e sucessivamente substituída pelas noções de sistema, de estrutura, de modelo e de processo. Uma outra reflexão apontada por Santos, é sobre o rigor científico, que por ser fundado no rigor matemático, é um rigor que quantifica e que ao quantificar, na sua opinião, desqualifica. Também os fatos observados escapam ao regime de isolamento prisional a que a ciência os sujeita, os objetos têm fronteiras cada vez menos definidas e são constituídos por anéis que se entrecruzam em teias complexas com os outros objetos, a tal ponto, que os objetos em si são menos reais que as relações entre eles (SANTOS, 2010).

Dabas e Najmanovich (2002) asseguram que “estes novos paradigmas da ciência têm aberto o caminho ao que hoje conhecemos como ciências da complexidade, que implicam uma nova maneira de pensarmos a nós mesmos, à ciência que produzimos e o mundo que construímos graças a nossas teorias e nossa capacidade criativa”.

Todos os referenciais culturais ou epistemológicos estão mediados por uma estruturação do saber fragmentada em múltiplas disciplinas. Essa maneira de ver e interpretar o mundo é o resultado e a consequência de uma formação que aceitou a compartimentação do saber em cadeiras ou matérias como a única forma de organizar o currículo escolar (ZABALA, 2002).

Esta fragmentação crescente dos objetos do conhecimento nas diversas áreas, sem a contrapartida do incremento de uma visão de conjunto do saber instituído tem-se revelado crescentemente desorientadora. Assim, parece cada vez mais difícil o enquadramento de fenômenos que ocorrem fora da escola no âmbito de uma única disciplina (MACHADO, 2005a).

Efetivamente, a inteligência que só sabe separar fragmenta o complexo do mundo em pedaços separados, fraciona os problemas, unidimensionaliza o multidimensional. Atrofia as possibilidades de compreensão e reflexão, eliminando assim as oportunidades de um julgamento corretivo ou de uma visão a longo prazo. Sua insuficiência para tratar nossos problemas mais graves constitui um dos mais graves problemas que enfrentamos (MORIN, 2006, p. 14).

Para Morin (2006), os desenvolvimentos disciplinares das ciências não só trouxeram as vantagens da divisão do trabalho, mas também os inconvenientes da superespecialização, do confinamento e do despedaçamento do saber.

O autor supracitado atem-se na crença de que devemos pensar o problema do ensino, considerando, por um lado, os efeitos cada vez mais graves da compartimentação dos saberes e da incapacidade de articulá-los e por outro, considerando que a aptidão para contextualizar e integrar é uma qualidade fundamental da mente humana, que precisa ser desenvolvida, e não atrofiada (MORIN, 2006).

Zabala acrescenta que

É compreensível que no começo se considere boa a divisão convencional do conhecimento: desde uma primeira divisão em ciências e letras até as sucessivas divisões e subdivisões em matérias e submatérias. Sua coerência científica, associada à própria formação dos professores, justifica que a organização dos conteúdos conforme a estrutura formal dos diferentes ramos estereotipados do saber ofereça a segurança do conhecido e, aparentemente na lógica do conhecimento estabelecido, transforme-se em uma proposta incontestável. (ZABALA, 2002, p. 16).

Ainda segundo Zabala, o reflexo da fragmentação do saber na escola, é a seleção ou a distribuição dos conteúdos escolares a partir de parâmetros basicamente disciplinares. “Tal fragmentação ocasiona que, de posturas ligadas a algumas finalidades educativas centradas na formação para responder às necessidades da vida em sociedade, questione-se a maneira de selecionar os conteúdos e o modo de apresentá-los” (ZABALA, 2002).

A instituição disciplinar acarreta, ao mesmo tempo, um perigo de hiperespecialização do pesquisador e um risco de “coisificação” do objeto estudado, do qual se corre o risco de esquecer que é destacado ou construído. O objeto da disciplina será percebido, então, como uma coisa auto-suficiente; as ligações e solidariedades desse objeto com outros objetos estudados por outras disciplinas serão negligenciadas, assim como as ligações e solidariedades com o universo do qual ele faz parte. A fronteira disciplinar, sua linguagem e seus conceitos próprios vão isolar a disciplina em relação às outras e em relação aos problemas que se sobrepõem às disciplinas (MORIN, 2006, p. 106).

Capra chama atenção para o fato de que o método de pensamento de Descartes e sua concepção da natureza influenciaram todos os ramos da ciência moderna e podem ser ainda hoje muito úteis. Mas só o serão, se suas limitações forem reconhecidas. “A aceitação do ponto de vista cartesiano como verdade absoluta e do método de Descartes como o único meio válido para se chegar ao conhecimento desempenhou um importante papel na instauração de nosso atual desequilíbrio cultural” (CAPRA, 2006)

Como nosso modo de conhecimento desune os objetos entre si, precisamos conceber o que os une. Como ele isola os objetos do seu contexto natural e do conjunto do qual fazem parte, é uma necessidade cognitiva inserir um conhecimento particular em seu contexto e situá-lo em seu conjunto (MORIN, 2006, p. 24).

“As disciplinas científicas seguem em muitos casos pensando em termos de compartimentos estanques e territórios exclusivos, acreditando-se independentes da cultura e da sociedade que as nutre” (DABAS; NAJMANOVICH, 2002)

Nesta visão cartesiana, o modelo racionalista está de tal forma entranhado que não facilita as ações integrativas dos saberes por parte dos docentes. Essas experiências integrativas vêm ocorrendo como fruto de verdadeiros malabarismos criativos dos professores, que, já tendo percebido os resultados que a visão fragmentada acarreta nos alunos, acabam por assumir pessoalmente, ou em grupos, ações de integração disciplinar (ANASTASIOU, 2007b).

A confirmação da qualidade das diferentes disciplinas e de seu conhecimento rigoroso não nos deve levar a esquecer que as disciplinas no ensino são apenas instrumentos que adquirem seu verdadeiro significado, sua potencialidade explicativa, quando nos permitem de forma individual ou inter-relacionada com

outras, oferecer respostas aos problemas sempre complexos que a intervenção na sociedade coloca (ZABALA, 2002, p. 36).

Para Dabas e Najmanovich (2002, p. 61) “as ciências começaram a se dar conta da multidimensionalidade que se abre quando passamos das metáforas mecânicas ao pensamento complexo, que têm em conta as interações dinâmicas e as transformações”.

Ao longo deste século, e cada vez mais, pode-se encontrar propostas e experiências que rompem com esta organização por unidades centradas exclusivamente numa cadeira ou disciplina, de maneira que aparecem unidades ou temas que tentam estabelecer relações entre conteúdos de diversas matérias (Zabala, 1998).

Como consequência, a ideia de interdisciplinaridade tende a transformar-se em bandeira aglutinadora na busca de uma visão sintética, de uma reconstrução da unidade perdida, da interação e da complementaridade nas ações, envolvendo diferentes disciplinas (MACHADO, 2005a). Uma concepção de conhecimento em que as cadeias lineares sejam substituídas, tanto nas relações interdisciplinares quanto no interior das diversas disciplinas, pela imagem alegórica de uma rede, de uma teia de significações, poderia, a nosso ver, contribuir decisivamente para a viabilização do necessário trabalho interdisciplinar (MACHADO, 2005a).

Nesse sentido, com o intuito de avançar na formação de profissionais aptos a atuarem na perspectiva destas mudanças ocorridas na sociedade, as orientações gerais das Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação, aprovada pelo parecer do CNE nº. 776/97 e aprovado em 03/12/97 defendem que,

Os cursos de graduação precisam ser conduzidos a abandonar as características de que muitas vezes se revestem, quais sejam as de atuarem como meros instrumentos de transmissão de conhecimento e informações, passando a orientar-se para oferecer uma sólida formação básica, preparando o futuro graduado para enfrentar os desafios das rápidas transformações da sociedade, do mercado de trabalho e das condições de exercício profissional.

A realidade então, já não pode ser entendida em função de conceitos fragmentados, pois os fenômenos são todos interligados e interdependentes. Para uma compreensão apropriada dos problemas da sociedade necessita-se de uma perspectiva menos cartesiana e mais global. Sendo assim, os autores citados alertam para a necessidade de uma nova visão do conhecimento, e uma nova estruturação do saber, que contemple essas novas realidades, para promover a formação integral de profissionais preparados para atender às novas demandas da sociedade.

### 3.2. A visão global

Autores como Zabala, Morin, Anastasiou, Santomé, dentre outros, vêm chamando a atenção para a importância da visão global para a compreensão de uma realidade cada vez mais complexa, e da importância desta visão na construção do conhecimento.

Para Tescarolo, “a complexidade da realidade se manifesta na evolução natural e social, pois à medida que o universo evolui, os sistemas naturais e sociais vão ficando mais e mais complexos, enfatizando sua natureza sistêmica”. E continua acrescentando que “a complexidade representa, portanto, uma crítica a um modelo reduzido de análise da realidade cuja intenção é imitá-la e simulá-la, além de recriar o mundo observável, transformando o cientista em um tipo de deus que recria o que já foi criado” (TESCAROLO, 2003, p. 29).

Morin acrescenta que, o desafio da globalidade é também um desafio da complexidade.

Existe complexidade, de fato, quando os componentes que constituem um todo (como o econômico, o político, o sociológico, o psicológico, o afetivo, o mitológico) são inseparáveis e existe um tecido independente, interativo e inter-retroativo entre as partes e o todo, o todo e as partes. Ora, os desenvolvimentos próprios de nosso século e de nossa era planetária nos confrontam, inevitavelmente e com mais e mais frequência, com os desafios da complexidade (MORIN, 2006, p. 14),

Pode-se entender a complexidade, como a qualidade do que é complexo, do latim *complexus*, cercado, compreendido, abrangido; trançado, tecido; enlaçado, entrelaçado, cingido” (TESCAROLO, 2003).

Zabala destaca a importância da compreensão desta complexidade na educação:

Da determinação das finalidades educativas, do conhecimento dos processos de aprendizagem e da própria evolução da ciência, podemos chegar à conclusão de que a organização dos conteúdos deve permitir o estudo de uma realidade que sempre é complexa e em cuja aprendizagem é preciso estabelecer o máximo de relações possíveis entre os diferentes conteúdos que são aprendidos para potencializar sua capacidade explicativa (ZABALA, 2002, p. 35).

A complexidade do objeto de estudo - a realidade e a intervenção nela – implica que a ciência que é capaz de lhe dar respostas, deva ser aquela que aborda o conhecimento da realidade em toda sua complexidade – uma ciência que dispõe de instrumentos conceituais e metodológicos para a compreensão de todos os fenômenos produzidos (ZABALA, 2002).

Garrutti e Santos também destacam a importância de uma visão global na educação quando afirmam que no campo científico, a interdisciplinaridade equivale à necessidade de superar a visão fragmentada da produção do conhecimento e de articular as inúmeras partes

que compõem os conhecimentos da humanidade. “Busca-se estabelecer o sentido de unidade, de um todo na diversidade, mediante uma visão de conjunto, permitindo ao homem tornar significativas as informações desarticuladas que vem recebendo” (GARRUTTI; SANTOS, 2004, p. 188).

Assim, a interdisciplinaridade é vista como uma possibilidade de trazer uma visão global ao ensino e “nesse processo, os conteúdos das disciplinas devem ser trabalhados de tal forma que sirvam de aporte às outras, formando uma teia de conhecimentos” (GARRUTTI; SANTOS, 2004, p. 189).

O significado curricular de cada disciplina não pode resultar de uma apreciação isolada do seu conteúdo, mas sim, do modo como se articulam as disciplinas em seu conjunto; tal articulação é sempre tributária de uma sistematização filosófica mais abrangente, cujos princípios norteadores é necessário reconhecer. A possibilidade de um trabalho interdisciplinar fecundo depende de tal reconhecimento, especialmente no que se refere à própria concepção de conhecimento, bem como de uma visão geral do modo pelo qual as disciplinas articulam-se, internamente e entre si (MACHADO, 2005b, p. 45).

Não se restringindo à relação entre as disciplinas, a interdisciplinaridade é “passível de ocorrer até mesmo em uma disciplina isolada”, considerando-se a “especificidade de seus conteúdos em função de uma gama de outros tantos conteúdos contemplados no universo escolar” (BOCHNLAK, 1992, p. 20 apud SAVIANI, 2003, p. 54).

Considerando os pressupostos da caminhada interdisciplinar, enfatiza-se: a realidade é construída com consequências seguidas e trocas mútuas, constituindo uma teia de eventos e fatores; o processo de construção do conhecimento ocorre conjuntamente com a sociedade. Segundo tais pressupostos, a prática da interdisciplinaridade tem por base a construção do conhecimento de forma a constituir a consciência pessoal e totalizada. A realidade, de modo geral, é uma e supera os limites da fragmentação do conhecimento (GARRUTTI; SANTOS, 2004, p. 190).

Na interdisciplinaridade, as progressivas particularizações do objeto de uma disciplina dão origem a uma ou mais sub-disciplinas, que não chegam verdadeiramente a deter uma autonomia nem no que se refere ao método nem quanto ao objeto (MACHADO, 2004).

Assim como o processo de progressiva parcialização dos conteúdos escolares em áreas de conhecimento ou disciplinas conduziu o ensino a uma situação que obriga a sua revisão radical, a evolução de um saber unitário para uma diversificação em múltiplos campos científicos notavelmente desconectados uns dos outros levou também à necessidade de busca de modelos que compensem essa dispersão do saber. Desse modo o processo de desintegração do ensino em múltiplas disciplinas e sua revisão em direção a modelos integradores segue o mesmo processo percorrido no campo geral do saber, em que, nestas últimas décadas, surge de forma cada vez mais manifesta a necessidade de revisar e buscar soluções para tal dispersão de conhecimentos. Atualmente desenvolvem-se seguindo dois caminhos aparentemente antagônicos: a superespecialização, por um lado, e a busca de modelos sistêmicos integradores com diferentes graus de interdisciplinaridade, por outro (ZABALA, 2002, p. 24).

Zabala propõe um ensino com uma visão global, baseado na interdisciplinaridade, que ele chama de “enfoque globalizador”, que também pode ser chamado de perspectiva globalizadora ou visão globalizadora. Esse enfoque preconiza o modo de organizar os conteúdos a partir de uma concepção de ensino na qual o objeto fundamental de estudo para os alunos seja o conhecimento e a intervenção na realidade (ZABALA, 2002).

Desse modo, o enfoque globalizador parte do que agora já é evidente: os conteúdos de aprendizagem oferecidos pelas diferentes disciplinas são os únicos instrumentos de que dispomos para a compreensão dessa realidade complexa. Não existe outro conhecimento que não seja aquele proporcionado pelos diferentes campos do saber. A fragilidade explicativa desses conhecimentos como resultado de sua parcialização serve somente para que, ao reconhecer seus déficits, possamos superá-los ao afastar as limitações profissionais, potencializando fórmulas e processos que facilitem a articulação dos diferentes conhecimentos, de maneira que em sua intervenção conjunta e, se possível, o mais relacionada possível, sejam produzidos avanços para modelos que superem as carências provenientes das sucessivas divisões e subdivisões do saber (ZABALA, 2002, p. 36).

Como métodos globalizados designam-se “todos aqueles métodos completos de ensino que, de uma maneira explícita, organizam os conteúdos de aprendizagem a partir de situações, temas ou ações, independentemente da existência de algumas matérias ou disciplinas que precisam ser lecionadas” (ZABALA, 2002).

Essas explicações da percepção humana, as quais vinculam o conhecimento à capacidade de análise sobre situações que têm um caráter global, promovem na escola modelos de organização dos conteúdos ligados a situações ou experiências dos alunos, em que os diferentes conteúdos de aprendizagem, sejam disciplinares ou não, aparecem exclusivamente em função da necessidade de responder aos problemas de conhecimento que aquela situação ou experiência estabelece, e não tanto pelas necessidades organizativas da lógica interna das diferentes matérias que intervêm (ZABALA, 2002, p. 22-23).

Assim, o currículo pode ser organizado não só em torno de disciplinas, como costuma ser feito, mas de núcleos que ultrapassam os limites das disciplinas, centrados em temas, problemas, tópicos, instituições, períodos históricos, espaços geográficos, grupos humanos, ideias, etc. (SANTOMÉ, 1998).

Anastasiou menciona que no ensino superior,

Os currículos globalizantes têm como centro os universitários e suas necessidades educacionais. Os nexos estabelecidos superam a fragmentação disciplinar e propõem a articulação dos conteúdos curriculares a partir de projetos, pesquisa, resolução de problemas e outras atividades. Nesse caso, os currículos centram-se no princípio de que o estudante constrói o conhecimento utilizando uma abordagem relacional do conteúdo (ANASTASIOU, 2007b, p. 59).

A característica fundamental que distingue esses métodos consiste no fato de que os conteúdos estão aí colocados para responder a algumas necessidades que são de caráter global

e complexo e não são selecionados somente pela importância que cada um deles tem para uma determinada disciplina acadêmica. “Os conteúdos disciplinares são imprescindíveis, mas não são a base para decidir a sequência didática em sala de aula” (ZABALA, 2002).

Quando se planeja o trabalho anual nas diversas disciplinas, é muito difícil escapar-se de determinações resultantes da pressuposição da existência de uma ordem linear necessária para a apresentação dos conteúdos, tanto no interior de cada disciplina, quanto no estabelecimento de relações entre diferentes disciplinas [...] Uma concepção de conhecimento em que tais cadeias lineares sejam substituídas tanto nas relações interdisciplinares quanto no interior das diversas disciplinas, pela imagem metafórica de uma rede, uma teia de significações, poderia, a nosso ver, contribuir decisivamente para a viabilização do necessário trabalho interdisciplinar (MACHADO, 2005b, p. 47).

O enfoque globalizador pretende recuperar na escola o verdadeiro objeto de estudo do saber, ao colocar a realidade como objeto prioritário do conhecimento, para isso, tanto se aplicam os instrumentos específicos e limitados de uma disciplina quanto se utilizam de maneira inter-relacionada os meios conceituais e as técnicas de diferentes saberes (ZABALA, 2002, p. 36-37). “Ele é uma maneira de conceber o ensino, uma visão que faz com que, no momento de planejar o currículo na sala de aula, a organização dos conteúdos de cada uma das diferentes unidades de intervenção articule-se a partir de situações, problemas ou questões de caráter global” (p. 38).

Se afirmamos que a realidade é o objeto de estudo e que esta é global ou holística, parece que os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais necessários para poder fazer-lhe frente deveriam provir daquele saber que poderia dar respostas globais e complexas a problemas que são globais e complexos – uma ciência que dispusesse de instrumentos interpretativos e metodológicos, com um corpo teórico que permitisse abordar os problemas da realidade de uma forma global. Ou seja, uma ciência de caráter transdisciplinar que se propusesse ao estudo da realidade em sua totalidade; uma ciência que explicasse a realidade sem divisões, que representasse a integração em um só paradigma dos diferentes conhecimentos proporcionados pelas diferentes disciplinas ou saberes (ZABALA, 2002, p. 68).

Segundo Anastasiou (2007a) vários estudiosos têm colaborado apresentando a proposta de uma relação em que a visão de ciência se situa para além da modernidade (que fragmenta e separa as áreas), buscando uma visão relacional, com maior flexibilidade, mobilidade e complexidade, para que as apropriações não sejam estáticas e sim dinâmicas, possibilitando revisões teóricas e alterações dos quadros ou paradigmas existentes.

Os métodos globalizados tentam romper a estrutura parcializada do ensino em cadeiras, propondo uma organização dos conteúdos de caráter “global” (ZABALA, 2002). Assim, a ideia de rede cresce continuamente em importância, como imagem para representar o conhecimento. “Certamente, hoje, tácita ou explicitamente, as redes configuram uma

moldura sem a qual não se pode compreender como se conhece, não se pode conhecer o conhecimento” (MACHADO, 2005b).

Diversos autores preconizam que para conhecer a realidade complexa necessita-se de uma visão global. No processo de construção do conhecimento, uma alternativa cada vez mais utilizada para isso é o enfoque globalizador baseado numa visão do conhecimento como rede de significações.

### 3.3. A rede de significações como uma perspectiva de visão global

A imagem de rede vem sendo utilizada como forma de representação útil a várias finalidades: para representar as conexões neuronais, as redes de dados, as redes sociais, os sistemas, o universo e também o conhecimento.

Para Dabas e Najmanovich (2002, p. 59) “Todo o universo físico é visto hoje como uma imensa “rede de interações” onde nada pode definir-se de maneira absolutamente independente”. [...] “A transformação conceitual que vem de uma nova metáfora como a do universo como rede ou trama de relações, e os indivíduos como nós dessa rede, excede largamente a transformação da imagem do mundo proposta pela física”.

A nova visão da realidade baseia-se na consciência de estado de inter-relação e interdependência essencial de todos os fenômenos – físicos, biológicos, psicológicos, sociais e culturais. Essa visão transcende as atuais fronteiras disciplinares e conceituais e será explorada no âmbito de novas instituições [...]. Isso significará a formulação gradual de uma rede de conceitos e modelos interligados e, ao mesmo tempo, o desenvolvimento de organizações sociais correspondentes. Nenhuma teoria ou modelo será mais fundamental do que o outro, e todos eles terão que ser compatíveis. Eles ultrapassarão as distinções disciplinares convencionais, qualquer que seja a linguagem comprovadamente adequada para descrever diferentes aspectos da estrutura inter-relacionada e de múltiplos níveis da realidade (CAPRA, 2006, p. 259).

Machado alerta que ainda hoje, a organização linear perpassa o conjunto das disciplinas escolares, “talvez em consequência de uma associação direta entre a linearidade e o formalismo, entendido como a organização dos conteúdos curriculares sob a forma explícita ou disfarçada de teorias formais”. Deste modo, parece certo e indiscutível que exista uma ordem necessária para a apresentação dos diversos assuntos, e que a ruptura da cadeia seria fatal para a aprendizagem (MACHADO, 2005b).

Para passar à ideia de rede de significações, é necessário superar o paradigma cartesiano da fragmentação, do ordenamento e da linearidade.

Machado avança nesta questão ao afirmar que:

Transcendendo a perspectiva cartesiana que associa o conhecimento a uma espécie de encadeamento lógico das informações disponíveis, decompondo-se as mais complexas e apresentando-as como resultado de inferências realizadas a partir das mais simples, a imagem do conhecimento como uma rede de significados torna a situação mais complexa, na medida em que parece relacionar-se com tudo (MACHADO, 2009, p. 199).

Este mesmo autor considera que “a metáfora da rede contrapõe-se diretamente à idéia de cadeia, de encadeamento lógico, de ordenação necessária, de linearidade na construção do conhecimento, com as correspondentes determinações pedagógicas relacionadas com os pré-requisitos, as seriações, os planejamentos e as avaliações” (MACHADO, 2005, p. 140).

Zabala (1998), aponta que os conteúdos, apesar de seguidamente se apresentarem em classe de modo separado, têm mais potencialidade de uso e de compreensão quanto mais relacionados estejam entre si. E Machado acrescenta que,

De fato, pensar o conhecimento como uma rede de significações, em contraposição ao bem arraigado paradigma cartesiano das cadeias causais, exige que se atente para certas características fundamentais de tal teia, onde os nós/significados são construídos a partir de relações/propriedades de múltipla natureza, resultando naturalmente heterogêneos onde a trama de interconexões apresenta-se em permanente metamorfose, não se desenvolvendo como irradiações a partir de um único centro, mas apresentando a cada instante, múltiplos centros de interesse, e onde, sobretudo, a noção de distância ou de proximidade entre os temas deve ser considerada em sentido topológico, transcendendo os limites da métrica usual (MACHADO, 2005, p. 110-111).

Machado avança nesta questão, afirmando que a rede descrita subsiste em um “espaço de representações”, constituindo uma teia de significações. Os pontos (nós) são significados – de objetos, pessoas, lugares, proposições, teses...; as ligações são relações entre nós, não subsistindo isoladamente, mas apenas enquanto pontes entre pontos (MACHADO, 2005).

Algumas características são peculiares à visão de rede: o acentrismo – as redes não têm um centro ou têm múltiplos centros. “Dependendo dos olhares e dos contextos, o centro pode estar em qualquer parte”; a metamorfose – ou o permanente estado de atualização, é outra característica, um significado nunca está definitivamente construído. “O feixe de relações que o constitui transforma-se continuamente, incorporando novas relações ou depurando-se de outras, que se tornam menos expressivas”; e a heterogeneidade, característica diretamente ligada à ideia de interdisciplinaridade. “De fato, os nós/significações que compõem a rede são constituídos por relações heterogêneas, quando se pensa na natureza disciplinar das mesmas. Cada feixe envolve naturalmente relações que se situam no âmbito de diferentes disciplinas” (MACHADO, 2004, p. 132-133).

De modo algum a concepção do conhecimento como rede de significações implica a eliminação ou mesmo a diminuição da importância das disciplinas. Na construção

do conhecimento, sempre serão necessários disciplina, ordenação, procedimentos algorítmicos, ainda que tais elementos não bastem, isoladamente ou em conjunto, para compor uma imagem adequada dos processos cognitivos (MACHADO, 2004, p. 133-134).

Apesar de autores como Morin, Machado, Capra, Zabala, etc. vislumbrarem a rede de significações como uma visão do conhecimento mais adequada para preparar as pessoas para intervirem numa realidade cada vez mais complexa, todos reconhecem que as demais visões (encadeamento, iceberg, espiral, árvore, etc.) dão perspectivas diferentes e auxiliam a compreensão do processo de construção do conhecimento.

Ao reconhecer a legitimidade de cada uma das descrições (linear e não linear, contínua e descontínua, analítica e sintética, mecanicista e complexa, atomista ou em rede) aumentam nossas alternativas de interação com o mundo, já que ninguém pode esgotar todas as possibilidades (nem é completada pelas outras). Ao tomar os pares opostos e colocá-los em movimento aparecem novos planos da realidade para explorar e enriquecer-nos. Os cientistas da complexidade e os investigadores e facilitadores sociais que pensam em termos da metáfora das redes, nos convidam a entrar nos labirintos multidimensionais do conhecimento, a ação e a emoção de um sujeito complexo, compartilhando um imaginário com nossos semelhantes e um mundo diverso com todas as criaturas, onde nosso próprio crescimento e evolução estão ligados aos dos demais em uma rede multiforme de interações dinâmicas. (DABAS; NAJMANOVICH, 2002).

Como chama atenção Machado: “nenhuma de tais imagens é desprezível, da composição equilibrada de todas elas emergem diversos perfis de atuação” (MACHADO, 2008).

Pressupõe-se a não existência de um percurso necessário do ponto de vista lógico para se percorrer a rede, de nó em nó; nenhum nó é privilegiado nem univocamente subordinado a outro, sendo sempre factíveis diversos percursos alternativos para os trajetos entre os dois nós (MACHADO, 2005).

No que tange às disciplinas, por mais que se pretenda valorizar a imagem alegórica de teia de significações, a ser desenvolvida de modo contínuo e permanente a partir da proto-teia com que todos aportamos à escola, sempre será necessário um mapeamento para ordenar e orientar os caminhos a seguir, sobre a teia. Literal e metaforicamente, para navegar na rede é preciso ter-se um projeto, ter-se um rumo e um mapa na mão. O quadro de disciplinas desempenha sempre o papel de um mapeamento da rede (MACHADO, 2004, p. 134).

Para Machado, “a imagem do conhecimento como rede de significações, interligando temas importantes com outros absolutamente inexpressivos, praticamente exige que se faça

um mapeamento dos conteúdos efetivamente relevantes sobre tal rede, tendo em vista os projetos que visamos” (MACHADO, 2009, p. 11).

Especialmente no que se refere ao planejamento das atividades didáticas, a concepção de conhecimento como uma teia acentrada de nós e relações significativas, em permanente transformação e atualização, conduz a uma radical mudança de perspectivas e expectativas (MACHADO, 2005).

Neste caso, planejar as atividades a serem desenvolvidas, por exemplo, em um bimestre letivo, aproxima-se muito mais da escolha, em cada disciplina, de alguns poucos temas para funcionar como germes da rede de significados a ser tecida. Os temas escolhidos são pretextos, não são conteúdos a serem esmiuçados e desenvolvidos analiticamente; o valor de cada um deve ser estimado a partir de suas possibilidades de agregação, de articulação, de catálise (MACHADO, 2005, p. 154-155).

“De fato, a construção dos significados não se dá a partir da percepção ou da compreensão de fatos ou objetos isolados: as interconexões, as imagens sintéticas são condição de possibilidade de tais processos” (MACHADO, 2005).

A sensibilidade e a competência do professor em estabelecer tais pontes, levando em consideração a rede de significações preexistente no universo dos alunos, aproxima seu trabalho efetivamente de uma dimensão poética, que sobrepuja os aspectos meramente técnicos de seu fazer; se uma imagem vale mais que mil palavras justamente porque pode promover articulações que somente muitas palavras podem lograr, uma proporção analógica, como um poema em ponto pequeno, pode articular inúmeras imagens, inspirando conexões muitas vezes inesperadas (MACHADO, 2005, p. 164).

Para Anastasiou (2007a, p. 34) “um dos grandes desafios do professor universitário é o de selecionar, a partir do campo científico em que atua, os conteúdos, os conceitos e as relações; em outras palavras, a rede pretendida, composta por elementos a serem apreendidos”.

A despeito da importância e da fecundidade de tais interconexões múltiplas, o fato é que as redes frequentemente misturam o relevante e o irrelevante, podendo conduzir a uma degradação da idéia de valor. Em decorrência, em nenhum lugar a importância dos mapas parece mais evidente do que nas redes de significações. Porque apesar das múltiplas relações, nem tudo é igualmente valioso. É fundamental, é imprescindível mapear, distinguindo o que é relevante e o que é irrelevante tendo em vista o projeto que se persegue (MACHADO, 2009, p. 199).

Assim, a ideia de tomar como base para o ensino uma visão do conhecimento como uma rede de significações, traz a perspectiva de formar cidadãos com uma visão global, aptos a atuarem na sociedade ajudando a solucionar os problemas complexos que nela se apresentam. Isso implica em um compromisso docente com o planejamento das atividades e a

organização dos conteúdos, mapeando e conduzindo nesta “rede” os saberes que são significativos e importantes no contexto social.

## 4. A MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS

Com o intuito de aproximar o leitor do tema Microbiologia de Alimentos, alguns conteúdos que serão discutidos ao longo deste trabalho são aqui apresentados visando uma melhor compreensão desta pesquisa.

A microbiologia tem sido objeto de estudo há centenas de anos. Os microrganismos participam de quase todos os aspectos da existência humana com efeitos benéficos ou nocivos. Eles estão contribuindo com soluções para muitos problemas humanos, tais como melhoramento na produção de alimentos, exploração de minérios e com solução para o derramamento de óleos, só para citar alguns exemplos (PELCZAR, CHAN e KRIEG, 1996).

Dentro deste enorme ramo do conhecimento encontra-se a Microbiologia de Alimentos que estuda os microrganismos que são patogênicos ao homem, os deteriorantes de alimentos assim como os que são utilizados pela indústria de alimentos com finalidades variadas.

### 4.1. Breve resumo da história da microbiologia de alimentos

Segundo Jay (2005), apesar de ser muito difícil precisar o início da conscientização humana sobre a presença e o papel dos microrganismos nos alimentos, há evidências que indicam que esse conhecimento precedeu o estabelecimento da microbiologia como ciência propriamente dita.

É impossível determinar exatamente quando, na história da humanidade, o homem tomou conhecimento da existência de microrganismos e da sua importância para os alimentos. Após um período no qual o ser humano tinha a sua alimentação baseada apenas nos abundantes recursos da natureza, o homem passou a plantar, criar animais e produzir o seu próprio alimento. Com o surgimento de alimentos preparados, começaram a ocorrer os problemas relacionados com doenças transmitidas por alimentos e com a rápida deterioração devido, principalmente, à conservação inadequada dos alimentos (FRANCO; LANDGRAF, 2008, p. 1).

Ainda para Jay, a era anterior ao estabelecimento da bacteriologia como ciência (era pré-científica) pode ser dividida em dois períodos: período de coleta de alimentos (que abrange a origem humana há um milhão de anos até oito mil anos atrás) e o período de produção de alimentos que data de oito a 10 mil anos atrás, até os dias atuais. “Com o advento dos alimentos preparados, surgiram os problemas de transmissão de doenças e da rápida

deterioração dos alimentos, os quais foram causados, sobretudo, pelo armazenamento inadequado” (JAY, 2005).

Segundo Franco e Landgraf, a importância da limpeza e da higiene na produção de alimentos demorou muito para ser reconhecida, e só por volta do século XIII, na Europa, surgiram as primeiras normas de inspeção de carnes e abatedouros. Alguns estudiosos como Kircher (1658), Spallanzani (1765), Appert (1810), fizeram contribuições muito importantes para a microbiologia de alimentos, porém, Pasteur (1837), foi o primeiro cientista a compreender o papel dos microrganismos nos alimentos (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

#### 4.2. Os microrganismos presentes nos alimentos

São várias as espécies de microrganismos que podem estar presentes nos alimentos. Os mais comumente encontrados são as bactérias, seres unicelulares, que são um imenso grupo de microrganismos com características muito variadas e que tanto podem causar alterações maléficas e benéficas nos alimentos, como também são as grandes responsáveis pelas doenças transmitidas através dos alimentos.

Outro grupo de microrganismos são os bolores, estes são organismos filamentosos, que crescem com certa facilidade nos alimentos devido ao seu baixo nível de exigência em relação a fatores como umidade, temperatura, acidez, etc., porém, este grupo não representa perigo à saúde dos indivíduos (apenas algumas espécies produtoras de toxinas), mas são responsáveis por grandes perdas por deterioração dos alimentos.

As leveduras, que são fungos cuja forma predominante é a unicelular. Estes microrganismos requerem menos umidade que a maioria das bactérias e mais umidade que a maioria dos bolores (FRANCO; LANDGRAF, 2008). Assim como os bolores, não representam perigo à saúde humana e são microrganismos muito utilizados na indústria de alimentos, sendo que algumas espécies são responsáveis por alterações nos alimentos.

Os vírus são parasitas intracelulares obrigatórios, pois para sobreviverem e se multiplicarem é necessário que estejam parasitando uma célula hospedeira. Como têm a característica de serem inativos nos alimentos, os mais importantes são aqueles que causam doenças nos homens e nos animais que são infectados através dos alimentos ingeridos (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Hoje se sabe que os microrganismos desempenham um papel muito importante nos alimentos e estes são classificados em três grupos distintos: os microrganismos deteriorantes, que causam alterações maléficas nos alimentos deteriorando-os; os microrganismos patogênicos, que causam doenças que afetam os homens e os animais; e os microrganismos que são utilizados pela indústria por causarem alterações benéficas nos alimentos modificando as suas características ou mesmo transformando-os em outro alimento (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Os microrganismos deteriorantes são aqueles que alteram as características dos alimentos. Segundo Forsythe (2002), um alimento degradado é aquele que tem sabor e odor desagradáveis e essa degradação é resultado do crescimento indesejável de microrganismos produtores de compostos voláteis durante o seu metabolismo, que o olfato e o paladar humanos podem detectar. Esse grupo de microrganismo não causa perigo à saúde do consumidor, porém como causam alterações que não são desejadas, são de interesse à qualidade e não à segurança dos alimentos, pois sua ação causa a não aceitação do produto pelo consumidor e grande prejuízo à indústria de alimentos.

Durante a colheita, o processamento e a manipulação, os alimentos podem ser contaminados por uma grande variedade de microrganismos. Consequentemente, durante a distribuição e estocagem as condições serão favoráveis para a multiplicação de microrganismos específicos, ocasionando a deterioração (FORSYTHE, 2002, p. 110).

Os microrganismos patogênicos são aqueles que causam doenças nos seres humanos e animais. Segundo Franco e Landgraf (2008, p. 36)

As doenças microbianas de origem alimentar podem ser subdivididas em duas grandes categorias: as intoxicações alimentares, causadas pela ingestão de alimentos contendo toxinas microbianas pré-formadas. Estas toxinas são produzidas durante a intensa proliferação do microrganismo patogênico no alimento [...] e as infecções alimentares, 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 ainda, a produção de toxinas que alteram o funcionamento das células do trato gastrointestinal.

Diversas são as espécies de bactérias que são patogênicas ao homem e diversas são as doenças que provocam, com sintomatologia, duração e gravidade que variam de acordo com as características do microrganismo e a susceptibilidade do indivíduo acometido. A maioria das bactérias que causam doenças tem como habitat o intestino de animais de sangue quente e sua transmissão se dá através de hábitos de higiene insatisfatórios por parte dos manipuladores de alimentos.

Outro grupo de microrganismos são aqueles utilizados pela indústria alimentícia. Estes microrganismos causam alterações nos alimentos que são provocadas intencionalmente para fins de melhoria, conservação e até mesmo criação de um novo alimento. Normalmente os microrganismos utilizados para este fim são os do grupo das leveduras e algumas espécies de bactérias. A maioria dos alimentos produzidos através da ação de microrganismos é obtida através do processo de fermentação. A fermentação é utilizada para a obtenção de produtos como vinho, cerveja, pão, iogurte, vinagre e alimentos orientais como tofu, shoyo, etc. Vários tipos de fungos (bolores e leveduras) também são utilizados na elaboração de queijos.

#### 4.3. As fontes de contaminação

Várias são as fontes de contaminação dos alimentos por microrganismos, dentre elas estão o solo, a água, as plantas, os utensílios, o trato intestinal dos homens e dos animais, os manipuladores de alimentos, a ração animal, a pele dos animais, o ar e a poeira.

Para Franco e Landgraf, o solo e a água são considerados em conjunto, pois os microrganismos presentes neles têm muitas características em comum. Microrganismos do solo podem através do vento contaminar o ar e chegar aos corpos hídricos através da chuva, porém poucos microrganismos presentes no solo e na água têm capacidade de sobreviver e multiplicar na superfície das plantas. Os utensílios como recipientes, bandejas, facas e outros que têm contato com os alimentos são importante fonte de contaminação quando é feita uma higienização inadequada. O trato intestinal do homem e de animais é rico em microrganismos tanto em quantidade quanto em variedade; essa é a principal fonte de contaminação com microrganismos patogênicos.

Os manipuladores de alimentos são outra fonte de contaminação importante, tanto através da microbiota presente nas mãos e nas roupas (oriundas do solo, ar, água e trato intestinal) quanto através da microbiota existente nas fossas nasais, boca e pele que pode ser transferida para o alimento. A ração animal é outra fonte de contaminação para os animais e os alimentos produzidos a partir deles. A pele dos animais representa importante fonte de contaminação, principalmente do leite, através da ordenha realizada sem a devida higiene. Por fim, o ar e o pó, pois teoricamente todos os microrganismos poderiam aí ser encontrados. (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

#### 4.4. Fatores que influenciam o crescimento microbiano

Após contaminarem os alimentos através algumas das fontes citadas no parágrafo anterior, os microrganismos precisam sobreviver e se multiplicar.

A capacidade de sobrevivência ou de multiplicação dos microrganismos que estão presentes em um alimento depende de uma série de fatores. Entre esses fatores, estão aqueles relacionados com as características próprias do alimento (fatores intrínsecos) e os relacionados com o ambiente em que o alimento se encontra (fatores extrínsecos) (FRANCO; LANDGRAF, 2008, p. 13)

##### 4.4.1. Fatores Intrínsecos

Entre os fatores intrínsecos estão: a atividade de água (Aa), que é a presença de água na forma disponível (que não esteja ligada a macro-moléculas por forças físicas) no alimento pois todos os microrganismos necessitam de água para sua sobrevivência, para o seu metabolismo e multiplicação (FRANCO; LANDGRAF, 2008). O pH (potencial de hidrogênio iônico) determina a acidez de um meio. A maioria dos microrganismos cresce em um meio cujo pH é próximo da neutralidade (entre 6,5 e 7,5). “As bactérias tendem a ser mais exigentes em termos de pH do que os bolores e as leveduras, sendo as bactérias patogênicas ainda mais exigentes” (JAY, 2005).

Outro fator intrínseco ao alimento é o Potencial de Oxidação-redução (Eh) – definido pela facilidade com que um substrato ganha ou perde elétrons. Os microrganismos apresentam diferentes graus de sensibilidade ao potencial de oxidação-redução do meio de crescimento (JAY, 2005). A depender do valor de Eh, será favorecido o crescimento de bactérias aeróbias ou anaeróbias. “Microrganismos aeróbios necessitam de valores de Eh positivos (oxidantes) para crescer, enquanto os anaeróbios requerem valores de Eh negativos (redutores) para o seu crescimento” (JAY, 2005).

A composição química é outro fator intrínseco ao alimento que interfere no crescimento dos microrganismos. Alguns nutrientes “devem estar presentes para que os microrganismos se multipliquem, entre eles: água, fonte de energia, fonte de nitrogênio, vitaminas e sais minerais” (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Como fonte de energia, os microrganismos podem utilizar açúcares, álcoois e aminoácidos. Alguns microrganismos são capazes de utilizar açúcares complexos, como amido e celulose, como fonte de energia, transformando-os em açúcares mais simples. Lipídios também podem servir como fonte de energia, mas esses compostos são metabolizados por um número reduzido de microrganismos encontrados em alimentos (FRANCO; LANDGRAF, 2008, p. 20).

“Os bolores são os que possuem as menores necessidades de nutrientes, seguidos pelas leveduras, pelas bactérias Gram-negativas e pelas Gram-positivas” (JAY, 2005).

Os constituintes antimicrobianos (ou fatores antimicrobianos naturais) também são fatores intrínsecos ao alimento que podem favorecer ou não o crescimento microbiano, a depender da sua presença no substrato. “A estabilidade de alguns alimentos diante do ataque de microrganismos deve-se à presença de certas substâncias naturais que mostram ter atividade antimicrobiana” (JAY, 2005).

Também as estruturas biológicas dos alimentos são fatores que impedem o crescimento de microrganismos. “A cobertura natural de alguns alimentos fornece uma excelente proteção contra a entrada e conseqüente degradação causada por microrganismos. Nesta categoria estão estruturas como as diferentes cascas das sementes, das frutas, das nozes e dos ovos e a pele dos animais” (JAY, 2005).

#### 4.4.2. Fatores Extrínsecos

Os fatores extrínsecos são aqueles relacionados ao meio em que o alimento está inserido. São eles: temperatura, umidade, presença e concentração de gases e presença e atividade de outros microrganismos.

A temperatura é um dos fatores mais importantes na conservação dos alimentos e deve ser cuidadosamente observada no armazenamento dos produtos. Os microrganismos crescem em uma ampla faixa de temperatura, porém todas as espécies têm a sua faixa ideal de crescimento. Baseado na faixa de temperatura de crescimento, os microrganismos são classificados em: psicrófilos, têm a temperatura de multiplicação entre zero e vinte graus centígrados; psicrotóxicos, se desenvolvem entre zero e sete graus centígrados de temperatura; mesófilos, se multiplicam em temperaturas entre vinte e cinco e quarenta graus centígrados e os microrganismos termófilos, que crescem em temperaturas entre quarenta e cinco e sessenta graus centígrados (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

A umidade relativa do ambiente é outro fator importante para a multiplicação dos microrganismos nos alimentos.

Há uma correlação estreita 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  $Aa \times 100$ . Assim, alimentos conservados em ambiente com UR superior à sua  $Aa$  tenderão a absorver umidade do ambiente, causando um aumento na sua  $Aa$ . Por outro lado, os alimentos perderão água se a umidade ambiental for inferior à sua  $Aa$ , causando uma diminuição nesse valor. Essas alterações provocarão modificações na capacidade de multiplicação dos

microrganismos presentes, que será determinada pela *Aa* final (FRANCO; LANDGRAF, 2008, p. 23).

Outro fator extrínseco é a composição gasosa do ambiente. Segundo Franco e Landgraf (2008a) a composição gasosa do ambiente em que um alimento está inserido pode determinar os tipos de microrganismos que poderão nele predominar.

A presença de oxigênio favorecerá a multiplicação de microrganismos aeróbios, enquanto sua ausência causará predominância dos anaeróbios, embora haja bastante variação na sensibilidade dos anaeróbios ao oxigênio. Modificações na composição gasosa são capazes de causar alterações na microbiota que sobrevive ou que se multiplica em determinado alimento.

Assim, a multiplicação dos microrganismos nos alimentos depende de vários fatores como as características do alimento e do microrganismo que o contaminou e as condições do ambiente no qual ele está inserido. A alteração de um ou mais destes fatores é utilizada para a conservação dos alimentos.

#### 4.5. Conhecendo um pouco sobre a higiene e segurança de alimentos

Segundo Forsythe (2002, p. 12) “Os dados dos Estados Unidos indicam que a cada ano, 0,1% da população será hospitalizada devido a doenças transmitidas por alimentos”.

No Brasil, segundo Van Amson, Haracemiv e Masson (2006, p. 1144),

Levantamento de dados do Sistema Único de Saúde (SUS) revelam que no Paraná, no ano de 2000, o custo médio por internação foi de R\$ 471,59. Neste mesmo ano, aconteceram 219 surtos de DTAs, 1000 pessoas foram hospitalizadas e, estima-se que 8.663 ficaram doentes. Dados do Hospital de Clínicas de Curitiba (BRASIL, 2003) mostram que pacientes que são internados devido à enfermidades de origem alimentar ficam internados em média 4 dias, oferecendo um custo total médio de R\$ 1.870,00, incluindo o número de diárias, honorários, materiais, medicamentos e exames. Considerando as informações citadas, pode-se estimar que no ano de 2000 foram gastos pelo governo R\$ 1.870.000,00 somente em internações devido às doenças transmitidas por alimentos.

A contaminação de alimentos causa prejuízos em larga escala. Segundo Silva Jr. (1995, p.52), “Os riscos podem ir desde uma simples diarreia, dor de cabeça, vômitos, mal estar geral, até estados mais graves, como a infecção intestinal, paralisia muscular, problemas respiratórios, convulsões e até mesmo a morte”.

O controle da qualidade no Serviço de Alimentação é muito importante e abrangente, havendo a necessidade de se definir as situações básicas que envolvem a preparação dos alimentos, como as técnicas de preparo que definem as necessidades culinárias dos vários tipos de alimentos, as regras e técnicas adequadas para preparar alimentos em condições de segurança higiênico-sanitárias e as instruções de ensino teórico e prático para desenvolver as técnicas operacionais com manipulação e

processamento seguro para não ocorrer em toxinfecções alimentares (SILVA JR., 1995, p. 53)

Também a deterioração de alimentos em locais de armazenamento pode levar a grandes perdas ao comércio e à indústria. Assim sendo, a conservação e a segurança dos alimentos têm implicações sociais e econômicas, além de grande impacto na saúde pública.

Visando garantir a saúde da população, as agências governamentais criaram uma série de normas e procedimentos para os estabelecimentos que produzem e comercializam alimentos. O próprio consumidor vem a cada dia se tornando mais exigente em relação à qualidade do alimento adquirido, desta forma, além das agências do governo, outras entidades de certificação produzem ferramentas de gerenciamento que são métodos de controle da qualidade dos alimentos, os quais são cada vez mais adotados pela indústria e o comércio de alimentos.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) há muito tempo que adverte para a importância da formação dos manipuladores de alimentos, no que respeita à sua responsabilidade na segurança alimentar. No princípio dos anos 90, a OMS publicou “The Ten Golden Rules for Safer Food Preparation” (“As Dez Regras de Ouro para a Preparação de Alimentos Seguros”), o qual foi traduzido e divulgado em diversas línguas. Contudo, tornou-se óbvio que era necessário algo mais simples e de aplicação geral. Após um ano de consultas, a peritos em segurança alimentar e em comunicação do risco, a OMS criou o pôster das “Cinco Chaves para uma Alimentação mais Segura” em 2001. Este pôster engloba todas as indicações constantes de “As Dez Regras de Ouro para a Preparação de Alimentos Seguros”, mas em mensagens mais simples e mais fáceis de memorizar, além de disponibilizar mais detalhes sobre as razões e princípios que estão subjacentes às medidas sugeridas. As principais mensagens deste pôster são: (1) Mantenha a limpeza; (2) Separe alimentos crus de alimentos cozinhados; (3) Cozinhe bem os alimentos; (4) Mantenha os alimentos a temperaturas seguras; (5) Use água e matérias-primas seguras. O pôster foi traduzido em mais de 40 línguas e é usado para divulgar, por todo o Mundo, a mensagem da OMS acerca da higiene alimentar (OMS, 2006, p. 4).

Várias são as leis que regulam o comércio e a fabricação de alimentos no Brasil e no mundo.

Visando melhorar as condições higiênico-sanitárias, envolvendo a preparação de alimentos e adequar a ação da vigilância sanitária, o Ministério da Saúde publicou a Portaria N.º. 1428 de 26/11/93, recomendando que seja elaborado um manual de boas práticas de manipulação de alimentos, baseado nas publicações técnicas da SBCTA (Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos), OMS (Organização Mundial da Saúde) e Codex Alimentarius. Em agosto de 97 foi publicada a Portaria Ministerial N.º. 326 de 30/07/97, definindo melhor as condições técnicas para a elaboração do manual de boas práticas. De acordo com estas recomendações, no dia 12/03/99, o CVS (Centro de Vigilância Sanitária) do Estado de São Paulo publicou a Portaria CVS-6 de 10/03/99, o regulamento de parâmetros e critérios para orientar melhor as ações da Vigilância Sanitária e as operações de controle para os estabelecimentos produtores e prestadores de serviços de alimentação (SILVA JR., 1995, p. 56).

Ainda visando garantir a segurança dos alimentos, a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) publicou a RDC (Resolução da Diretoria Colegiada) N°. 12, que estabelece o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Nesse regulamento são estabelecidos os limites aceitáveis de microrganismos presentes nos diversos tipos de alimentos.

Além das legislações que regulam o setor, várias ferramentas de gerenciamento de qualidade foram elaboradas por agências certificadas visando garantir a qualidade dos alimentos produzidos ou comercializados. Podemos citar algumas como: BPF – Boas Práticas de Fabricação, BPH – Boas Práticas de Higiene, APPCC - Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle, ISO-22000, entre outras.

O sistema APPCC, nos anos 60, foi desenvolvido de forma colaborativa pela Pillsbury Company, pelo exército dos Estados Unidos e pela NASA com o intuito de produzir alimentos seguros para o programa espacial norte-americano. A NASA requeria defeitos zero na produção de alimentos para os astronautas (BAUMAN, 1974, apud FORSYTHE, 2002, p. 270).

O sistema APPCC é tido como um dos mais eficazes para garantir a inocuidade dos alimentos e baseia-se em sete passos: 1) conduzir análise de perigos; 2) determinar os pontos críticos de controle; 3) estabelecer limites críticos; 4) estabelecer procedimentos de monitoramento; 5) estabelecer ações corretivas; 6) estabelecer procedimentos de verificação e 7) estabelecer procedimentos de documentação e registro (FORSYTHE, 2002).

De acordo com Forsythe (2002, p.6), “em todo o mundo, a produção de alimentos tem se tornado cada vez mais complexa: com frequência a matéria prima é fornecida por diferentes países, e o alimento é processado por uma ampla variedade de técnicas”. O estudo da microbiologia de alimentos é de grande relevância para a garantia da produção e conservação de um alimento seguro ao consumo.

Diante destes fatos, o estudo da microbiologia mostra-se de fundamental importância para os profissionais de saúde e a microbiologia de alimentos torna-se imprescindível para os cursos de graduação em nutrição, farmácia, engenharia de pesca, química industrial de alimentos, gastronomia e engenharia de alimentos, entre outros, além dos cursos superiores em tecnologia de alimentos. Na pós-graduação, a microbiologia de alimentos também é objeto de estudo em cursos *Lato sensu* como: MBA (Master of Business Administration) em Gestão da Qualidade de Alimentos, Produtividade e Tecnologia de Alimentos; Especialização em

Microbiologia; Especialização em Ciência de Alimentos, etc., e também em vários cursos de pós-graduação *stricto sensu*.

### III – OBJETIVOS

#### 1. Objetivo geral

Identificar e analisar de forma comparada, no Brasil e países com maior índice de patentes no mundo na área de alimentos, os conteúdos de “Microbiologia de Alimentos” presentes em cursos de graduação com o objetivo de propor uma nova organização curricular, com base numa concepção de conhecimento como rede de significações.

#### 2. Objetivos específicos

1. Identificar os conteúdos abordados no estudo do tema “Microbiologia de Alimentos” para cursos de graduação, nas universidades pesquisadas;
2. Identificar os conteúdos mais frequentes nos cursos de graduação no total e em cada país pesquisado.
3. Analisar a distribuição de frequência dos conteúdos encontrada no total e em cada país pesquisado.
4. Analisar comparativamente os conteúdos encontrados com mais frequência buscando encontrar uma relação entre eles.
5. Analisar a organização dos conteúdos encontrados nos planos de ensino
6. Propor uma organização dos conteúdos de “Microbiologia de Alimentos” sob a concepção de construção do conhecimento como rede de significações;

## IV METODOLOGIA

### 1. O alcance dos objetivos

Para alcançar os objetivos, o trabalho foi realizado em etapas que serão descritas de acordo com os objetivos específicos que se pretendia atingir.

Como primeira etapa de trabalho, o aporte teórico foi conseguido com extensa pesquisa bibliográfica através de leitura interpretativa com o objetivo de fornecer o embasamento necessário para a discussão dos resultados encontrados. Como afirmam Laville e Dionne (1999, p. 112):

Fazer a revisão da literatura em torno de uma questão é, para o pesquisador, revisar todos os trabalhos disponíveis, objetivando selecionar tudo o que possa servir em sua pesquisa. Nela tenta encontrar essencialmente os saberes e as pesquisas relacionadas com sua questão; deles se serve para alimentar seus conhecimentos, afinar suas perspectivas teóricas, precisar e objetivar seu aparelho conceitual.

A segunda etapa do trabalho foi a busca de informações através de análise de documentos e informações disponíveis na internet. Segundo Laville e Dionne (1999, p. 165), “a informação constitui sempre a provisão de base dos trabalhos de pesquisa”.

#### 1.1. Objetivo específico nº. 1

Para identificar os conteúdos necessários ao estudo do tema “Microbiologia de Alimentos” para cursos de graduação (objetivo específico nº. 1), foi escolhido como fonte de dados para a pesquisa, os Planos de Ensino da disciplina Microbiologia de Alimentos em nível universitário, no Brasil e em outros países, no ano de 2009, que estivessem disponíveis na internet.

O plano de ensino foi escolhido por ser o documento oficial, nos cursos superiores, que traz os conteúdos das disciplinas, que buscou-se nesse trabalho.

Como afirma Libâneo (1994, p. 232),

O plano de ensino é um roteiro organizado das unidades didáticas para um ano ou semestre. É denominado também plano de curso ou plano de unidades didáticas e contém os seguintes componentes: justificativa da disciplina em relação aos objetivos da escola; objetivos gerais; objetivos específicos; conteúdo (com a divisão temática de cada unidade); tempo provável e desenvolvimento metodológico (atividades do professor e dos alunos).

Para Gil (2007, p. 99), “o planejamento do ensino é o que se desenvolve em nível mais concreto e está a cargo principalmente dos professores”. Anastasiou reitera que,

No currículo tradicional, os Planos de Ensino se apresentaram como forma habitual de organização do trabalho docente. Continham dados de identificação (turma, turno, disciplina, número de alunos, carga horária, etc.), ementa, objetivos (gerais e específicos), tópicos de conteúdos, metodologia, avaliação e bibliografia (ANASTASIOU, 2007(a), p. 65).

Assim sendo, estes documentos foram utilizados como base para a pesquisa dos conteúdos da disciplina Microbiologia de Alimentos nos cursos de graduação das diversas universidades pesquisadas.

#### 1.1.1. A seleção dos países

O critério de seleção dos países foi baseado no depósito mundial de patentes. A busca foi feita no site do WIPO (World Intellectual Property Organization), utilizando a palavra “Food”.

#### 1.1.2. A seleção das universidades

Para a seleção das universidades, o critério foi a classificação mundial do *The QS (Quacquarelli Symonds Ltd) World University Rankings*.

Neste *ranking*, a instituição, para ser avaliada, deve oferecer cursos em pelo menos duas das cinco grandes áreas acadêmicas: ciências naturais; ciências da vida e biomedicina; engenharia e tecnologia da informação; ciências sociais; e artes e humanidades. Deve também oferecer cursos de bacharelado, o que exclui da avaliação as escolas dirigidas a áreas específicas, como as escolas de MBA (Master of Business Administration).

Na pontuação que classifica as instituições em avaliação, 40% vêm da avaliação por pares. Professores e administradores do primeiro escalão de instituições acadêmicas do mundo inteiro, encontrados em duas bases de dados, respondem a um questionário. Em 2009, segundo os organizadores, a lista foi elaborada a partir das respostas de 9.386 professores.

Os questionários versam sobre as cinco grandes áreas do conhecimento já mencionadas, o que dá origem aos *rankings* específicos. Há uma seleção entre as respostas enviadas de forma a normalizar diferenças entre regiões. Os participantes não podem votar na instituição à qual pertencem.

Outro ponto a ser analisado refere-se à empregabilidade, que responde por 10% da pontuação. Da mesma forma, os dados são coletados pela resposta voluntária a um

questionário online, distribuído a empresas que utilizam os serviços da QS. Este ano, responderam 3 281 empregadores.

Os outros 20% vêm do que os organizadores do *ranking* denominam "excelência em pesquisa". A medida é a quantidade de citações de trabalhos acadêmicos publicados por pessoas que trabalham na instituição — divide-se o número total de citações de todos os *papers* publicados da instituição pelo número de professores e funcionários de tempo integral que ela tem. As informações sobre citações são fornecidas pela Scopus, base de dados que, segundo o *site* da QS World University *Rankings*, "oferece a cobertura mais ampla e mais integrada de literatura científica, técnica, médica e de ciências sociais revisada por pares e de fontes de qualidade da rede".

Mais 20% vêm do que os organizadores do *ranking* chamam de "excelência no ensino", medida pela proporção professor/aluno da instituição. Quem informa estes números é a própria instituição; e os organizadores declaram que confrontam a informação, quando possível, com outras bases de dados públicas, para checagem.

Os restantes 10% da pontuação têm relação com o grau de internacionalização da instituição. A proporção de professores estrangeiros no corpo docente vale 5%; a de estudantes estrangeiros, outros 5%.

Dentre as seiscentas universidades classificadas no *ranking*, foram selecionadas aquelas cujos países detêm o maior número de patentes registradas, resultantes de pesquisas em alimentos. Assim, foram selecionadas as universidades dos Estados Unidos da América, do Japão, da França, e do Brasil, por se tratar do país de origem desta pesquisa.

O mecanismo de busca dos planos de ensino foi feito acessando-se as páginas da internet de cada instituição selecionada, e através do mecanismo de busca da própria página da instituição, procurar pela disciplina Microbiologia de Alimentos e pela disponibilização do seu plano de ensino através da Web.

## 1. 2. Objetivos específicos n<sup>os</sup>. 2

Para atender aos objetivos específicos números 2 (Identificar os conteúdos mais frequentes nos cursos de graduação em cada país pesquisado) e 4 (Identificar os conteúdos mais frequentes no total de cursos de graduação pesquisados), foi utilizado o programa Microsoft Excel: os conteúdos dos planos de ensino foram listados de acordo com a presença, e colocados em uma tabela onde foi marcada a presença em cada uma das instituições onde

foram encontrados; depois foi feita a soma das vezes que cada tópico esteve presente e por fim, foi feita a filtragem em ordem decrescente de presença nos planos.

### 1. 3. Objetivos específicos n<sup>os</sup>. 3

Para alcançar os objetivos 3 (analisar a distribuição e frequência dos conteúdos encontrada em cada país pesquisado) e 5 (analisar a distribuição e frequência dos conteúdos do total de países pesquisados), também foi utilizado o programa Microsoft Excel e realizada uma análise dos conteúdos.

Segundo Franco (2007, p. 10),

São perfeitamente possíveis e necessários o conhecimento e a utilização da análise de conteúdo, enquanto procedimento de pesquisa, no âmbito de uma abordagem metodológica crítica e epistemologicamente apoiada numa concepção de ciência que reconhece o papel ativo do sujeito na produção do conhecimento.

Franco (2007, p. 12) afirma que “o ponto de partida da Análise de Conteúdo é a mensagem, seja ela verbal (oral ou escrita), gestual, silenciosa, figurativa, documental ou diretamente provocada”. Ainda segundo Franco, “as mensagens expressam as representações sociais na qualidade de elaborações mentais construídas socialmente, a partir de dinâmica que se estabelece entre a atividade psíquica do sujeito e o objeto do conhecimento” (p. 12).

### 1. 4. Objetivos específicos n<sup>o</sup>. 4 e 5

Para atingir aos objetivos específicos 6 (analisar comparativamente os conteúdos encontrados com mais frequência buscando encontrar uma relação entre eles) e 7 (analisar a organização dos conteúdos encontrados nos planos de ensino), foram realizadas análises do conteúdo dos planos de ensino, tendo como base epistemológica as ideias e teorias apresentadas no referencial teórico, com o objetivo de verificar o modelo de organização dos tópicos selecionados para o estudo da disciplina Microbiologia de Alimentos, nas diversas instituições pesquisadas.

### 1. 5. Objetivo específico n<sup>o</sup>. 6

Para atingir o objetivo específico 8 (propor uma organização dos conteúdos de “Microbiologia de Alimentos” sob a concepção de construção do conhecimento como rede de

significações), os conteúdos (escolhidos de acordo com a sua maior frequência de presença nos planos das universidades pesquisadas, e com a sua pertinência para os cursos de graduação no Brasil) foram articulados uns com os outros, na intenção de quebrar com o paradigma cartesiano e propor uma concepção de conhecimento como rede de significações para os alunos, para a disciplina e para o currículo dos cursos de graduação brasileiros.

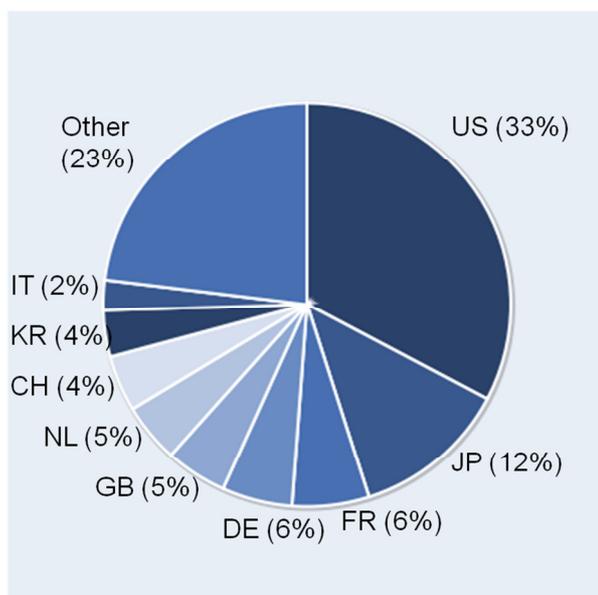
## V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho serão aqui apresentados e discutidos à luz das teorias estudadas. Para uma melhor compreensão, o texto será dividido em partes equivalentes aos objetivos da pesquisa, seguidas de uma discussão geral dos resultados obtidos.

### 1. A seleção dos países

Encontrou-se 16.819 depósitos de patentes, sendo: 5.505 (33%) dos EUA; 2.076 (12%) do Japão e 1.027 (6%) da França. Estes três países detêm 51% das patentes depositadas em alimentos. Os demais países que possuem patentes registram os seguintes números: Alemanha (DE) 938 patentes (6%); Inglaterra (GB) 820 patentes (5%); Holanda (NL) 795 patentes (5%); Suíça (CH) 749 patentes (4%); Coreia (KR) 624 patentes (4%); Itália (IT) 409 patentes (2%) e os demais países somam 3.876 patentes (23%). O Brasil registrava na época da pesquisa 69 patentes que equivale a 0,4% do total que equivale ao 25º lugar no *ranking* de patentes em alimentos. A figura 1 mostra um gráfico com a porcentagem de patentes por país.

Figura 1 - Patentes registradas em alimentos por país no WIPO em 25/11/2009



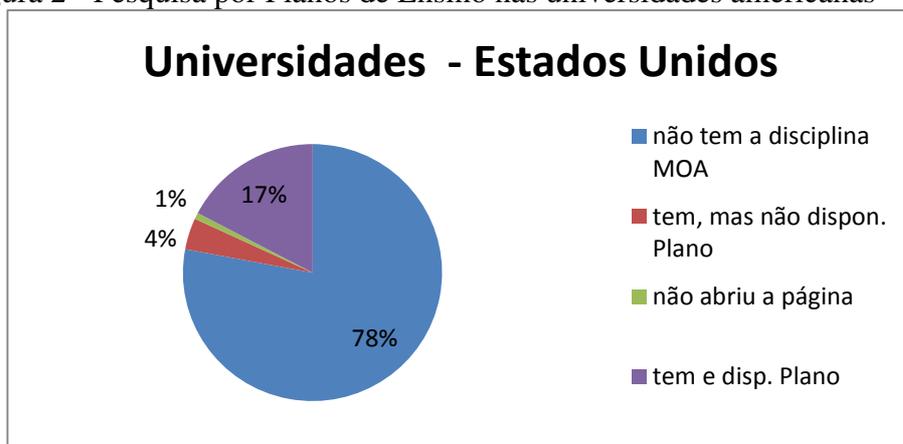
Fonte: WIPO (World Intellectual Property Organization), 2009.

Os países selecionados pela pesquisa foram Estados Unidos, Japão e França, por deterem 51% das patentes em alimentos. O Brasil, apesar de estar no 25º lugar no *ranking*, foi selecionado por ser o país de origem desta pesquisa.

## 2. A seleção das universidades

Os Estados Unidos tiveram 127 universidades classificadas no *ranking*. Dessas 127 universidades, uma não pode ter a sua página da internet acessada por estar fora do ar. Das 126 universidades que tiveram suas páginas acessadas, 99 não tinham a disciplina Microbiologia de Alimentos (78%). Nas universidades que tinham a disciplina, foi feita a pesquisa pela disponibilização do plano de ensino utilizando-se a expressão – syllabus “food microbiology”. Como resultado da pesquisa, cinco universidades tinham a disciplina, mas não disponibilizavam o plano de ensino (4%) e 22 tinham a disciplina e disponibilizam o plano de ensino (17%). Esses dados estão demonstrados na figura 2.

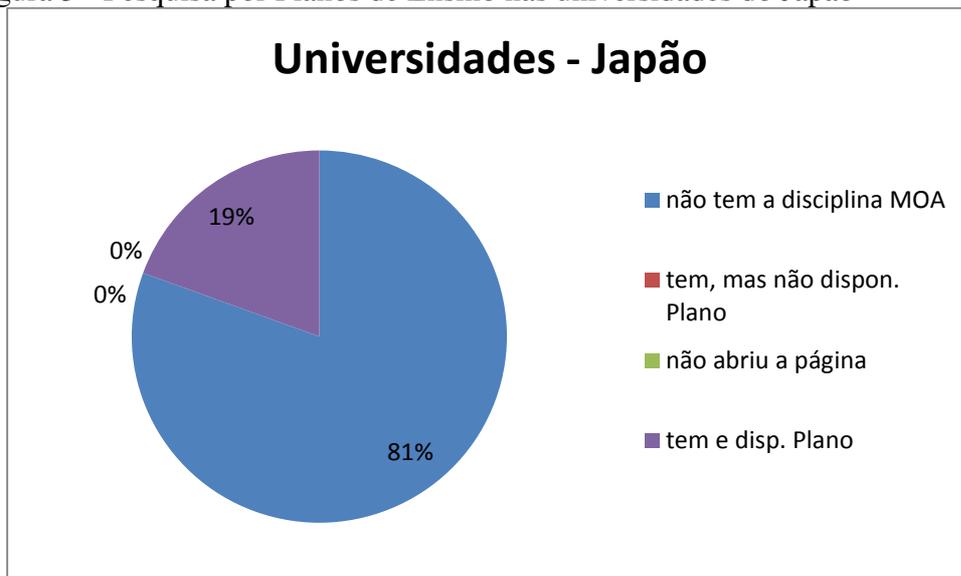
Figura 2 - Pesquisa por Planos de Ensino nas universidades americanas



Fonte: Dados oriundos da pesquisa

O Japão teve 36 universidades classificadas no *ranking*. Todas as páginas das universidades puderam ser acessadas. Das 36 universidades, 29 não tinham a disciplina Microbiologia de Alimentos (81%). A pesquisa pelo plano de ensino foi realizada utilizando-se as expressões - syllabus “food microbiology” e “シラバス “食品微生物学” (tradução para o japonês feita pelo Google Tradutor). As outras sete universidades tinham a disciplina e disponibilizavam o plano de ensino (19%). A figura 3 abaixo demonstra estes dados.

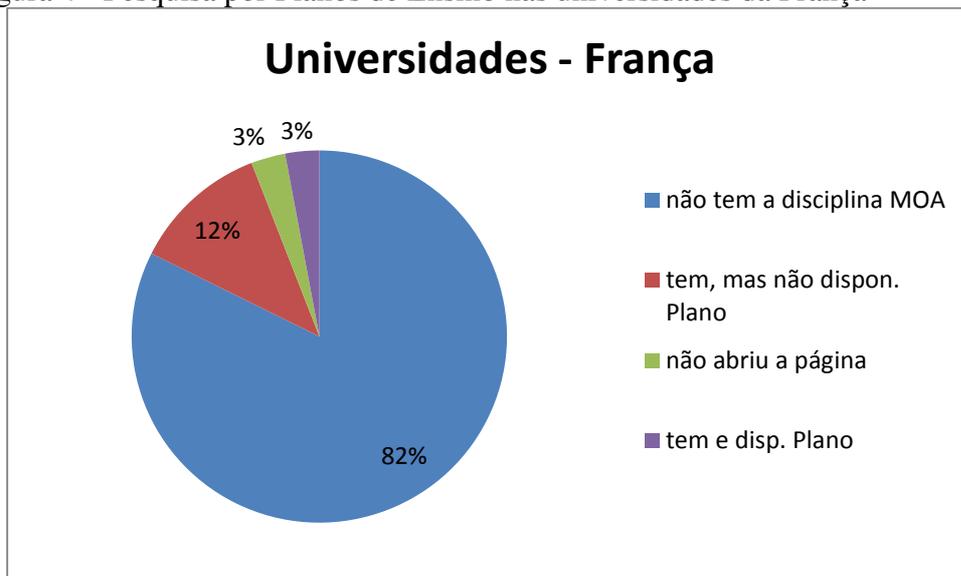
Figura 3 - Pesquisa por Planos de Ensino nas universidades do Japão



Fonte: Dados oriundos da pesquisa

Na França 34 universidades foram classificadas no *ranking*. Destas, uma não teve sua página acessada por estar dando erro na página. Do total de universidades francesas, 28 não tinham a disciplina Microbiologia de Alimentos (82%) em seus cursos. A pesquisa pelos planos de ensino foi realizada com as expressões – syllabus + “food microbiology” , “plan du cours” + “microbiologie alimentaire”, syllabus + “microbiologie alimentaire” , “plan du cours” + “microbiologie des aliments” e syllabus + “microbiologie des aliments”. Das 34 universidades, quatro tinham a disciplina, mas não disponibilizavam o plano de ensino (12%) pela internet e apenas uma tinha a disciplina e disponibilizava o plano de ensino (3%). A figura 4 demonstra estes dados graficamente.

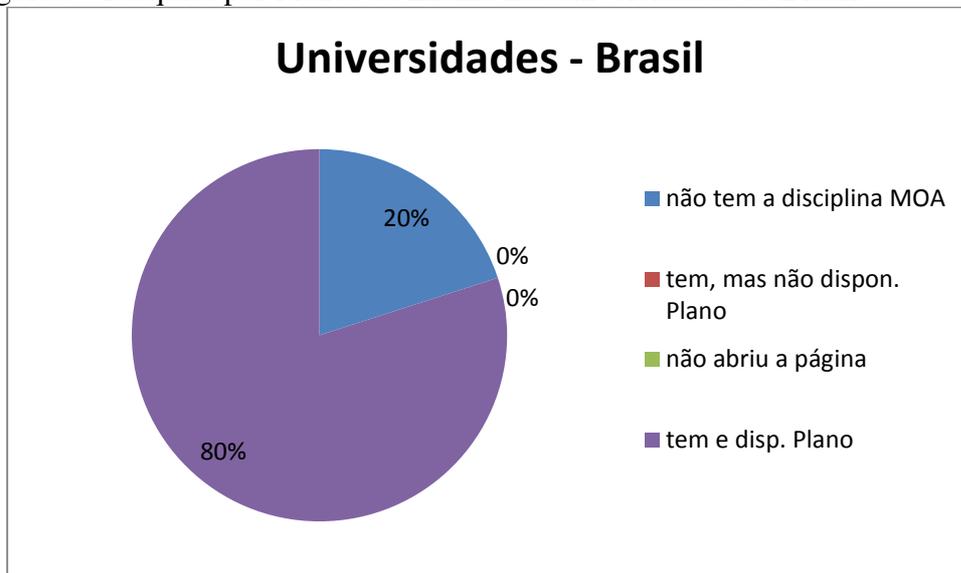
Figura 4 - Pesquisa por Planos de Ensino nas universidades da França



Fonte: Dados oriundos da pesquisa

O Brasil contou com cinco universidades no *ranking*. Destas, todas permitiram acesso à página da internet e uma não tinha a disciplina Microbiologia de Alimentos (20%) nos seus cursos. As quatro demais tinham a disciplina e disponibilizavam o plano de ensino (80%). A figura 5 abaixo demonstra graficamente os dados encontrados.

Figura 5 - Pesquisa por Planos de Ensino nas universidades do Brasil

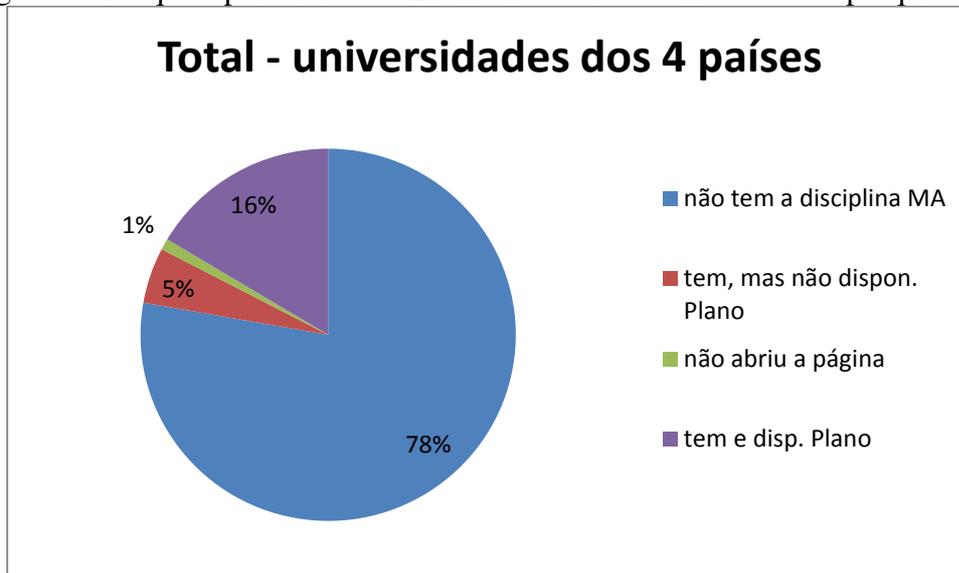


Fonte: Dados oriundos da pesquisa

No total foram pesquisadas 202 universidades dos quatro países. Deste total, duas não puderam ter a sua página acessada pela internet (1%) e 157 não possuíam a disciplina Microbiologia de Alimentos (78%) em seus cursos. Nove delas tinham a disciplina, mas não

disponibilizavam o seu plano de ensino através da internet (5%) e 34 tinham a disciplina e disponibilizavam o plano de ensino (16%). A figura 6 abaixo demonstra graficamente estes dados.

Figura 6 - Pesquisa por Planos de Ensino no total das universidades pesquisadas



Fonte: Dados oriundos da pesquisa

A etapa seguinte consistiu de examinar os documentos encontrados a fim de analisar se os mesmos dispunham das informações que caracterizam um plano de ensino.

### 3. A seleção dos Planos de Ensino

Foram conseguidos através do mecanismo de busca na internet, 39 planos de ensino das universidades – algumas disponibilizam mais de um, de cursos diferentes - para a realização da pesquisa. O critério de seleção dos planos para a pesquisa foi que tivessem no mínimo os seguintes dados que caracterizam um plano de ensino: identificação da disciplina, ementa, objetivos, conteúdo e bibliografia. Com este critério foram selecionados 20 planos de ensino para análise por esta pesquisa, sendo: 01 do Brasil, 01 da França, 07 do Japão e 11 dos Estados Unidos.

#### 4. Os resultados da pesquisa com os planos de ensino

Na primeira parte, serão mostrados os conteúdos encontrados no total de planos de ensino analisados, bem como a sua frequência nos planos. Pensando-se nos grandes temas de estudo da disciplina Microbiologia de Alimentos os tópicos de conteúdos foram analisados também de acordo com a sua distribuição entre estes temas criando assim categorias e, para aqueles que não se enquadravam em nenhum destes, foi criada a categoria “outros tópicos”. Sendo assim, a distribuição dos tópicos foi feita entre cinco categorias: 1) aspectos gerais da microbiologia de alimentos; 2) microrganismos deteriorantes; 3) microrganismos patogênicos; 4) microrganismos modificadores ou produtores de alimentos, bebidas e outros e 5) outros tópicos. Esta categorização dos conteúdos foi realizada no intuito de analisar a ênfase dada a cada tema no total de universidades e em cada país pesquisado, e com isso realizar uma comparação entre eles.

A segunda parte traz um estudo comparativo da frequência dos conteúdos encontrados nos países pesquisados. A terceira parte relata a análise da organização destes conteúdos, que foi realizada no intuito de tentar descobrir os pressupostos teóricos que embasaram as formas de organização do conhecimento encontradas nos planos de ensino analisados. Por fim, sugere-se a organização dos conteúdos propostos como uma rede de relações.

##### 4.1. Identificação e análise da frequência e distribuição dos conteúdos

Os conteúdos foram identificados e analisados em relação à sua frequência e distribuição.

##### 4.2. Identificação dos conteúdos abordados no estudo do tema “Microbiologia de Alimentos” para cursos de graduação, no total de universidades pesquisadas.

Foram encontrados cinquenta tópicos de conteúdos da disciplina microbiologia de alimentos no total dos vinte planos de ensino selecionados para análise. Os seguintes conteúdos estavam presentes nos planos de ensino: “Fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados à microbiota dos alimentos”; “Introdução e Importância dos microrganismos nos Alimentos”; “Técnicas microbiológicas aplicadas à microbiologia de alimentos”; “Doenças Transmitidas por Alimentos”; “Alterações em Alimentos”; “Bactérias em alimentos”; “Métodos de conservação dos alimentos”; “Alimentos obtidos através de microrganismos”;

“Microorganismos patogênicos em alimentos”; “Crescimento microbiano”; “Fungos e leveduras em alimentos”; “Microorganismos de interesse em Alimentos”; “Padrões microbiológicos da legislação”; “Vírus em alimentos”; “Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)”; “Microorganismos indicadores de contaminação”; “Bebidas alcoólicas - Microorganismos envolvidos”; “Outros produtos obtidos por atividade microbiana de interesse em alimentos”; “Higiene e sanificação na indústria de alimentos”; “Fatores dos alimentos que condicionam sua microbiota”; “Classificação dos microrganismos de interesse em alimentos”; “Enzimas de origem microbiana”; “Vermes e Protozoários em alimentos”; “Prions”; “Fontes de Contaminação”; “Microbiologia de leite e derivados”; “Microbiologia de pescados e derivados”; “Microbiologia de alimentos processados”; “Microbiologia de produtos de origem vegetal”; “Microbiologia de carnes e derivados”; “Metabolismo dos microrganismos de interesse em microbiologia de alimentos”; “Alimento como Matéria-prima”; “Ácidos orgânicos obtidos por fermentação”; “Produtos Microbianos empregados em derivados alimentícios”; “Microbiologia da água”; “Controle das reações dos processos biológicos”; “Análise de risco”; “Interação microrganismo hospedeiro”; “Biofilmes”; “Alimentos probióticos”; “Complementos nutricionais - Microorganismos envolvidos”; “Microbiologia de ovos e aves”; “Molhos e temperos obtidos por microrganismos”; “Engenharia da reação biológica”; “Conceitos de imunidade”; “Toxinas de produtos marinhos”; “Modelagem preditiva do crescimento microbiano em alimentos”; “Toxinas naturais dos alimentos”; “Patógenos emergentes e Resistência a antibióticos”.

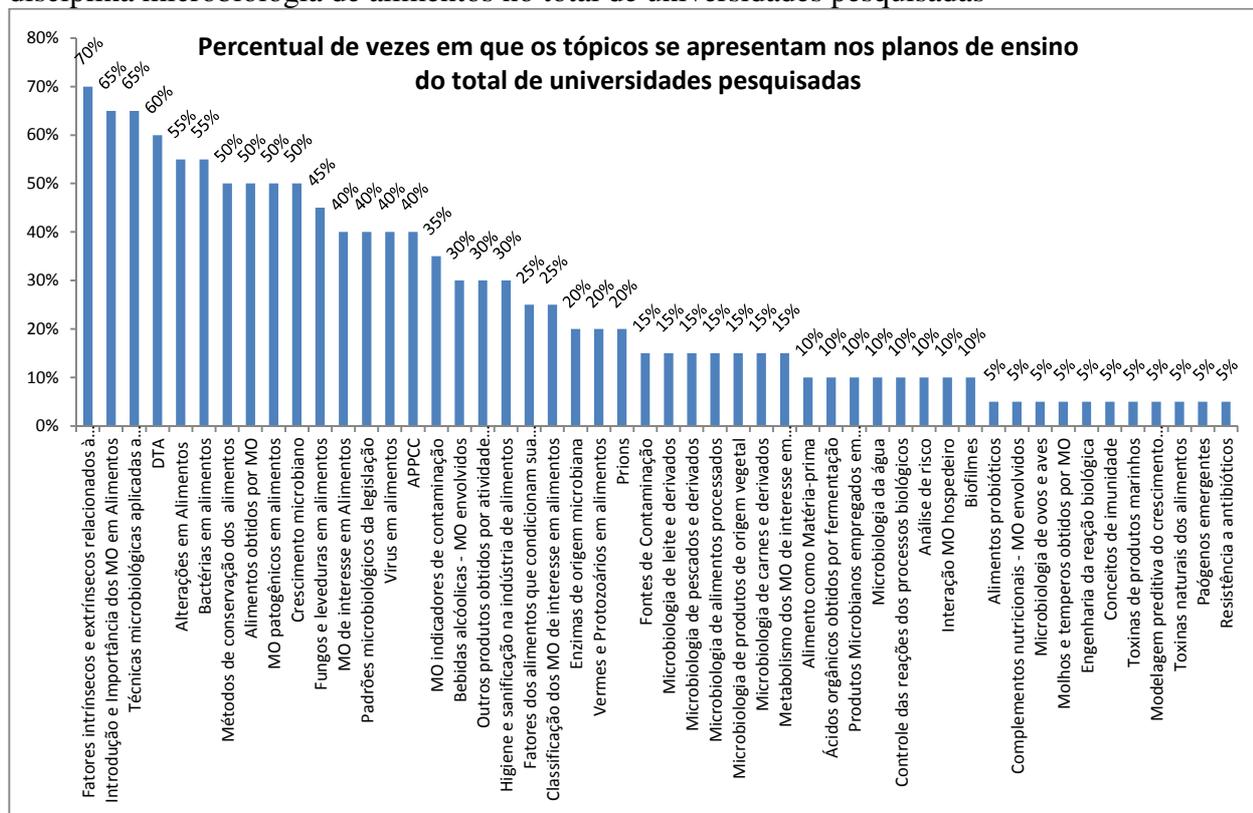
#### 4.3. Análise da frequência e distribuição dos conteúdos no total das universidades pesquisadas

Foram analisadas a frequência e a distribuição dos tópicos de conteúdos no total das universidades pesquisadas.

##### 4.3.1. . Frequência

Os conteúdos mais frequentes encontrados nos planos de ensino da disciplina microbiologia de alimentos nas universidades são demonstrados na figura 7 abaixo.

Figura 7 - Percentual de vezes em que os tópicos se apresentam nos planos de ensino da disciplina microbiologia de alimentos no total de universidades pesquisadas



Fonte: oriunda de dados da pesquisa

O tópico “Fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados à microbiota dos alimentos” foi o que esteve mais presente, constando em 70% dos planos de ensino do total das universidades pesquisadas. Este tópico de conteúdo aborda os fatores que afetam a capacidade de sobrevivência e multiplicação dos microrganismos nos alimentos, sendo de fundamental importância o seu conhecimento para a conservação dos alimentos e a manutenção da sua sanidade.

Os itens “Introdução e Importância dos microrganismos em Alimentos” e “Técnicas microbiológicas aplicadas à microbiologia de alimentos” se apresentaram em 65% dos planos de ensino. O primeiro aborda o histórico da microbiologia de alimentos e a sua importância tanto para a indústria quanto para a saúde pública e visa fornecer aos alunos uma visão geral da disciplina. O segundo trata de técnicas de laboratório, utilizadas para a identificação de microrganismos presentes nos alimentos. Este assunto normalmente é estudado de forma prática em aulas ministradas em laboratórios.

O tópico “Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA)” encontra-se presente em 60% dos planos de ensino das universidades. Este tópico está relacionado ao estudo das doenças

que são veiculadas pelos alimentos e o seu estudo é de fundamental importância para que possa ser feito o controle e prevenção destas doenças pelos estabelecimentos que produzem e comercializam alimentos, bem como para os órgãos responsáveis pela saúde pública.

Em seguida vem o assunto “Alterações em Alimentos” presente em 55% dos planos das universidades pesquisadas. Este tópico se refere ao estudo das alterações causadas pelos microrganismos nos alimentos. Estas alterações podem ser benéficas ou não, e o seu conhecimento é de importância tanto para a conservação dos alimentos e a prevenção da sua deterioração quanto para a indústria que se utiliza de microrganismos com o intuito de modificar ou produzir novos alimentos.

O tópico “Bactérias em alimentos” se apresentou também em 55% dos planos de ensino. Este tópico estuda um grupo específico de microrganismos de grande importância para a microbiologia de alimentos por se tratar de grupo que possui maior número de espécies presentes nos alimentos e de conter espécies que atuam na modificação e produção de alimentos e que concentra a maioria dos microrganismos patogênicos que são prejudiciais à saúde do consumidor.

Os “Métodos de conservação dos alimentos” se apresentam em 50% dos planos de ensino juntamente com os tópicos “Alimentos obtidos por microrganismos”, “Microrganismos patogênicos em alimentos” e “Crescimento microbiano”. O primeiro destes conteúdos se refere aos tipos de métodos utilizados para conservar os alimentos, ou seja, prevenir ou retardar a deterioração dos mesmos. Este conhecimento é de grande importância na indústria de alimentos, bem como na agricultura para a conservação de grãos, frutos e vegetais após a sua colheita. O segundo tópico que esteve presente em 50% dos planos, no total de universidades se refere aos alimentos obtidos por microrganismos, assunto de relevância na indústria para a obtenção de novos produtos alimentícios ou modificação de outros utilizando-se os microrganismos como promotores destas alterações.

O item “Microrganismos patogênicos em alimentos” refere-se ao estudo dos microrganismos que são responsáveis pelas doenças transmitidas por alimentos e o seu estudo torna-se indispensável como tema de saúde pública para os profissionais que atuam na área de saúde, bem como nas agências governamentais de controle. O outro tópico “Crescimento microbiano” trata-se de estudo básico para o entendimento das fases em que se dá a proliferação dos microrganismos. Este tem relação com o tema “Fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados a microbiota dos alimentos” e que esteve presente em 70% dos planos.

O assunto “Fungos e leveduras em alimentos” esteve presente em 45% dos planos de ensino. Trata-se de um dos grupos de microrganismos presentes nos alimentos e o seu estudo tem importância tanto para a indústria, por se tratar de microrganismos utilizados na produção de alimentos e bebidas, como na agricultura, pelo fato de neste grupo, estarem presentes microrganismos causadores de grandes perdas por causarem deterioração em grãos, frutos e vegetais. Alguns microrganismos deste grupo, também são produtores de toxinas que podem ser prejudiciais à saúde dos consumidores.

Os tópicos “Microrganismos de interesse em Alimentos”, “Padrões microbiológicos da legislação”, “Vírus em alimentos” e “APPCC” estiveram presentes em 40% dos planos de ensino no total das universidades pesquisadas. O primeiro tópico subentende-se que dê uma visão geral dos grupos de microrganismos que estão presentes nos alimentos e que têm importância tanto para a indústria quanto para a saúde pública. Já o segundo trata da legislação referente aos níveis aceitáveis de microrganismos presentes nos alimentos e que são geralmente estabelecidos por agências reguladora dos governos que se baseiam em estudos e pesquisas para o estabelecimento dos padrões. E o assunto “Vírus em alimentos” refere-se ao estudo de um determinado grupo de microrganismos causadores de doenças em consumidores e que necessitam de uma célula viva para que se proliferem. Este é um tema também relevante para a saúde pública, embora o número de microrganismos pertencentes a este grupo seja pequeno em relação aos outros grupos de microrganismos de interesse em alimentos. Já o assunto “APPCC” estuda uma ferramenta de garantia de sanidade desenvolvida nos Estados Unidos, como citado anteriormente por Forsythe.

O item “Microrganismos indicadores de contaminação” esteve presente em 35% dos planos das universidades pesquisadas. Este item estuda os microrganismos os quais a sua presença no alimento é um indicador de que este pode estar contaminado com outros microrganismos que podem ser causadores de doenças, ou que o alimento foi manipulado de maneira inadequada ou ainda que o mesmo estivesse armazenado em ambiente não adequado. Amostras de alimentos são coletadas e levadas a laboratórios onde são realizadas a identificação e contagem destes microrganismos que são comparadas com os padrões aceitáveis indicados em legislação específica.

Os pontos de estudo “Bebidas alcoólicas e os microrganismos envolvidos”, “Outros produtos obtidos por atividade microbiana de interesse em alimentos” e “Higiene e sanitização na indústria de alimentos” estiveram presentes em 30% dos planos de ensino das universidades pesquisadas. Poder-se-ia dizer que o primeiro destes três pontos trata de uma

parte específica de temas como “Alimentos obtidos por microrganismos”, presente em 50% dos planos ou ainda “Fungos e leveduras em alimentos” que esteve presente em 45% dos planos e poderia ser estudado junto com estes temas. O ponto “Outros produtos obtidos por atividade microbiana de interesse em alimentos” trata do estudo de microrganismos que participam de forma indireta produzindo enzimas ou outros produtos que são utilizados na fabricação de produtos alimentícios. O item “Higiene e sanificação na indústria de alimentos” é um tópico onde se estuda as técnicas e procedimentos utilizados para realizar a higiene e a sanificação nos estabelecimentos onde se produz alimentos com a finalidade de garantir a sua sanidade evitando desta forma a contaminação dos mesmos e a veiculação de microrganismos transmissores de doenças.

Com presença em 25% dos planos, o assunto “Fatores dos alimentos que condicionam sua microbiota” trata-se na verdade dos “Fatores Extrínsecos relacionados à microbiota dos alimentos” que faz parte do estudo do tópico de maior presença nos planos (Fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados à microbiota dos alimentos - 70%). Também com presença em 25% dos planos, o tópico “Classificação dos microrganismos de interesse em alimentos” faz parte do estudo das características gerais dos microrganismos.

Os assuntos “Enzimas de origem microbiana”, “Vermes e Protozoários em alimentos” e “Prions” estiveram presentes em 20% dos planos de ensino das universidades estudadas. O primeiro destes poderia estar inserido no interior do tópico “Outros produtos obtidos por atividade microbiana de interesse em alimentos”. O item “Vermes e Protozoários em alimentos” geralmente não é estudado de forma aprofundada, talvez pelo fato de estar ligado mais à questão de saneamento básico, não sendo muito comum a sua ocorrência em países desenvolvidos. Já o tópico “Prions” teve ênfase quando da ocorrência da doença da vaca louca na Europa, porém, não se trata de um microrganismo, portanto o seu estudo não se torna apropriado no âmbito da disciplina.

Tiveram presença em 15% dos planos de ensino das universidades os pontos “Fontes de Contaminação”; “Microbiologia de leite e derivados”; “Microbiologia de pescados e derivados”; “Microbiologia de alimentos processados”; “Microbiologia de produtos de origem vegetal”; “Microbiologia de carnes e derivados”; “Metabolismo dos microrganismos de interesse em microbiologia de alimentos”. Os itens “Microbiologia de pescados e derivados”; “Microbiologia de alimentos processados”; “Microbiologia de produtos de origem vegetal” e “Microbiologia de carnes e derivados”, são conteúdos abordados pelos tópicos: “Bactérias em alimentos”, “Microrganismos de interesse em Alimentos”, “Fungos e leveduras em

alimentos”; “Microrganismos de interesse em Alimentos” e “Vírus em alimentos”. Trata-se de uma abordagem diferenciada do mesmo assunto, sendo estudado por sua presença mais comum em certos grupos de alimentos em lugar de serem estudados por grupos de microrganismos. Já o item “Fontes de Contaminação”, por ser conteúdo de menor extensão, pode ser abordado juntamente com outro assunto sem que seja dada ao mesmo a categoria de tópico. O assunto “Metabolismo dos microrganismos de interesse em microbiologia de alimentos” é um tópico importante, porém na maioria das vezes é abordado em outra disciplina que é a Microbiologia Geral.

Os assuntos “Alimento como Matéria-prima”; “Ácidos orgânicos obtidos por fermentação”; “Produtos Microbianos empregados em derivados alimentícios”; “Microbiologia da água”; “Controle das reações dos processos biológicos”; “Análise de risco”; “Interação microrganismo hospedeiro” e “Biofilmes” estiveram presentes em 10% dos planos de ensino das universidades pesquisadas. Os itens “Alimento como Matéria-prima”; “Ácidos orgânicos obtidos por fermentação”; “Produtos Microbianos empregados em derivados alimentícios”, podem ser abordados dentro do tema “Alimentos obtidos através de microrganismos” ou do tópico “Fungos e leveduras em alimentos”. Já “Microbiologia da água” é um conteúdo abordado pelos pontos: “Bactérias em alimentos”, “Microrganismos de interesse em Alimentos”, “Fungos e leveduras em alimentos”; “Microrganismos de interesse em Alimentos” e “Vírus em alimentos”. Trata-se de uma abordagem diferenciada do mesmo assunto, sendo estudado por sua presença mais comum em certos grupos de alimentos em lugar de ser estudado por grupos de microrganismos. O “Controle das reações dos processos biológicos” é um item importante para o estudo dos processos de fermentação e pode ser abordado juntamente com o tópico “Alimentos obtidos através de microrganismos”. A “Análise de risco” de importância para a saúde pública tem ligação com os assuntos “Padrões microbiológicos da legislação” e “Microrganismos patogênicos em alimentos”. O estudo do ponto “Interação microrganismo hospedeiro” é de importância para os profissionais de saúde e pode também ser abordado dentro de “Doenças Transmitidas por Alimentos”. O tópico “Biofilmes” é de importância para a higiene e sanitização das indústrias de alimentos e pode ser abordado juntamente com este tópico.

Por fim, temos os assuntos “Alimentos probióticos”; “Complementos nutricionais - Microrganismos envolvidos”; “Microbiologia de ovos e aves”; “Molhos e temperos obtidos por microrganismos”; “Engenharia da reação biológica”; “Conceitos de imunidade”; “Toxinas de produtos marinhos”; “Modelagem preditiva do crescimento microbiano em alimentos”;

“Toxinas naturais dos alimentos”; “Patógenos emergentes e Resistência a antibióticos”. Estes temas estiveram presentes em 5% dos planos de ensino pesquisados. Os temas “Alimentos probióticos”, “Complementos nutricionais - Microrganismos envolvidos” e “Molhos e temperos obtidos por microrganismos” são temas relacionados ao processo de fermentação e podem ser estudados junto com este tópico. O item “Microbiologia de ovos e aves” é um conteúdo também abordado pelos tópicos: “Bactérias em alimentos”, “Microrganismos de interesse em Alimentos”, “Fungos e leveduras em alimentos”; “Microrganismos de interesse em Alimentos” e “Vírus em alimentos”. Trata-se como já dito anteriormente, de uma abordagem diferenciada do mesmo assunto, sendo estudado por sua presença mais comum em certos grupos de alimentos no lugar de ser estudado por grupos de microrganismos. A “Engenharia da reação biológica” refere-se ao estudo dos fatores que influenciam as reações biológicas e muitas delas fazem parte do metabolismo microbiano ou muitas vezes, os produtos deste metabolismo vão influenciar outras reações biológicas. Este poderia ser abordado com o item “Alimentos obtidos através de microrganismos”. O estudo de “Conceitos de imunidade” refere-se ao mecanismo de interação microrganismo-hospedeiro, podendo ser estudado com o item “Doenças transmitidas pelos alimentos”. A “Modelagem preditiva do crescimento microbiano em alimentos” refere-se ao item citado anteriormente: “Crescimento microbiano”. Os tópicos “Patógenos emergentes e Resistência a antibióticos”, referem-se ao estudo dos “Microrganismos patogênicos em alimentos” podendo ser abordado neste tópico. Já “Toxinas de produtos marinhos” e “Toxinas naturais dos alimentos” são temas de estudo que se referem aos alimentos, mas não aos microrganismos, não cabendo o seu estudo na disciplina microbiologia de alimentos.

#### 4.3.2. Distribuição

A distribuição dos tópicos encontrados nos planos de ensino de todas as universidades pesquisadas foi feita por categorias criadas com base nos grandes temas de estudo da disciplina Microbiologia de Alimentos. As categorias abrangem os seguintes temas: Aspectos Gerais da Microbiologia de Alimentos, que abarca todos os conhecimentos comuns aos microrganismos em geral e os assuntos introdutórios; Microrganismos Deteriorantes, que contempla os conteúdos referentes aos microrganismos responsáveis por causar deteriorações e alterações no alimento, tornando-o impróprio ao consumo; Microrganismos Patogênicos, que corresponde aos conteúdos referentes aos microrganismos causadores de doenças nos

homens e animais e a sua repercussão na saúde pública; Microrganismos Modificadores ou Produtores de Alimentos, esta categoria abrange os conteúdos referentes à produção de alimentos utilizando microrganismos e na categoria Tópicos Variados, estão os demais tópicos que não se enquadram em nenhuma das anteriores. É importante salientar que na categoria Aspectos Gerais, os tópicos podem contemplar assuntos das demais categorias, porém provavelmente não serão estudados com a mesma profundidade, de quando é reservado para seu estudo, um tópico específico. A figura 8 demonstra como foi feita essa distribuição dos tópicos entre os temas.

Figura 8 - Distribuição dos tópicos por categoria (temas de estudo)

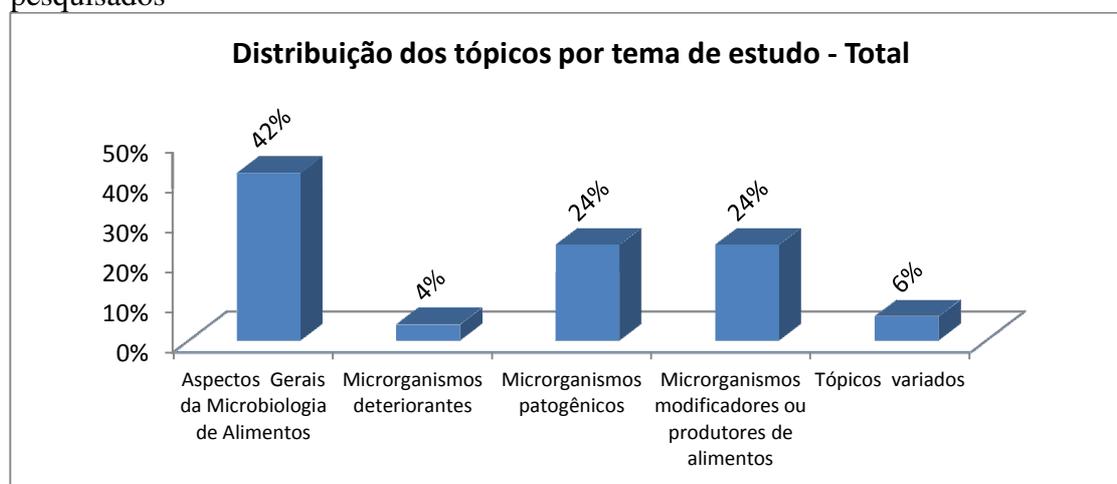
Aspectos Gerais da Microbiologia de Alimentos	Microrganismos deteriorantes	Microrganismos patogênicos	Microrganismos modificadores ou produtores de alimentos	Tópicos variados
Fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados à microbiota dos alimentos	Alterações em Alimentos	Doenças Transmitidas pelos Alimentos	Alimentos obtidos por Microrganismos	Toxinas de produtos marinhos
Introdução e Importância dos MO em Alimentos	Métodos de conservação dos alimentos	Microrganismos patogênicos em alimentos	Bebidas alcólicas - Microrganismos envolvidos	Toxinas naturais dos alimentos
Técnicas microbiológicas aplicadas a microbiologia de alimentos		Padrões microbiológicos da legislação	Outros produtos obtidos por atividade microbiana de interesse em alimentos	Prions
Bactérias em alimentos		APPCC	Alimento como Matéria-prima	
Crescimento microbiano		Microrganismos indicadores de contaminação	Ácidos orgânicos obtidos por fermentação	
MO de interesse em Alimentos		Higiene e sanificação na indústria de alimentos	Produtos Microbianos empregados em derivados alimentícios	
Fungos e leveduras em alimentos		Análise de risco	Controle das reações dos processos biológicos	
Vírus em alimentos		Interação microrganismo-hospedeiro	Alimentos probióticos	
Fatores dos alimentos que condicionam sua microbiota		Biofilmes	Complementos nutricionais - Microrganismos envolvidos	
Classificação dos MO de interesse em alimentos		Conceitos de imunidade	Molhos e temperos obtidos por Microrganismos	
Vermes e Protozoários em alimentos		Patógenos emergentes	Engenharia da reação biológica	
Fontes de Contaminação		Resistência a antibióticos		
Microbiologia de leite e derivados				
Microbiologia de pescados e derivados				
Microbiologia de alimentos processados				
Microbiologia de produtos de origem vegetal				
Microbiologia de carnes e derivados				
Metabolismo dos MO de interesse em microbiologia de alimentos				

Microbiologia da água			
Microbiologia de ovos e aves			
Modelagem preditiva do crescimento microbiano em alimentos			

Fonte: oriunda de dados da pesquisa

Da análise do total de tópicos encontrados, a frequência por categoria está demonstrada na figura 9 abaixo.

Figura 9 - Distribuição dos tópicos por tema de estudo, do total dos planos de ensino pesquisados



Fonte: oriunda de dados da pesquisa

Dos cinquenta tópicos encontrados nos planos de ensino do total das universidades pesquisadas, 21 (42%) eram referentes ao estudo dos aspectos gerais da microbiologia de alimentos. Esses estudos abordam geralmente as características destes microrganismos, tais como tipo de microrganismo, seu habitat, fatores que afetam o seu crescimento, seu metabolismo, etc., conforme citado por autores como Forsythe (2002), Franco e Landgraf (2008) e Jay (2005).

O estudo dos microrganismos deteriorantes esteve presente nestes planos com apenas dois tópicos de estudo, representando (4%) dos cinquenta tópicos encontrados. Esse tema estuda os microrganismos que deterioram o alimento ou alteram suas características tornando-os impróprios para o consumo. Seu estudo é de importância principalmente na pós colheita e armazenamento de produtos agrícolas, onde as perdas por deterioração por fungos podem ser enormes.

Os temas “Microrganismos Patogênicos” e “Microrganismos modificadores ou produtores de alimentos” estiveram contemplados com 12 tópicos do total de 50 tópicos

encontrados, representando 24% do total de tópicos analisados. Isto demonstra que no total geral de todas as universidades pesquisadas, o estudo destes dois temas tem igual grau de importância dentro da disciplina pesquisada. O tema “Microorganismos Patogênicos” inclui o estudo dos microrganismos causadores de doenças e todos os assuntos que se referem à saúde pública, bem como o conhecimento dos processos que garantem a manutenção do estado de sanidade dos alimentos nos estabelecimentos que os produzem ou comercializam. O tema “Microorganismos modificadores ou produtores de alimentos” se refere aos itens que estudam os microrganismos utilizados na indústria para a produção de alimentos e bebidas, que são obtidos geralmente através de processos de fermentação. A produção de alimentos e bebidas fermentadas à base de leite, carnes e vegetais tem crescido muito nas últimas décadas devido a sua ação benéfica sobre a saúde, como citado anteriormente por Gallo (2010), tornando o seu conhecimento de grande importância para os profissionais da área.

Três dos cinquenta itens foram classificados na categoria “Tópicos Variados” por não se adequarem a nenhuma das outras categorias de temas de estudo, representando 6% do total de conteúdos encontrados. São eles: Toxinas de produtos marinhos, Toxinas naturais dos alimentos e Prions. Estes tópicos não se referem a microrganismos e, portanto não deveriam fazer parte do estudo da disciplina microbiologia de alimentos.

Sendo assim, para o total de universidades pesquisadas os temas de maior importância são os relativos aos aspectos gerais da microbiologia de alimentos, seguidos dos temas que envolvem a saúde do consumidor e a obtenção de alimentos através do uso de microrganismos.

#### 4.4. Identificação e análise da distribuição e frequência dos conteúdos nos cursos de graduação por país pesquisado.

Nos itens abaixo, será demonstrada a identificação dos conteúdos encontrados nos planos de ensino das universidades bem como sua distribuição e frequência, por país pesquisado.

#### 4.4.1. Estados Unidos

Serão demonstradas as análises de identificação, frequência e distribuição dos tópicos de conteúdos encontrados nas universidades americanas pesquisadas.

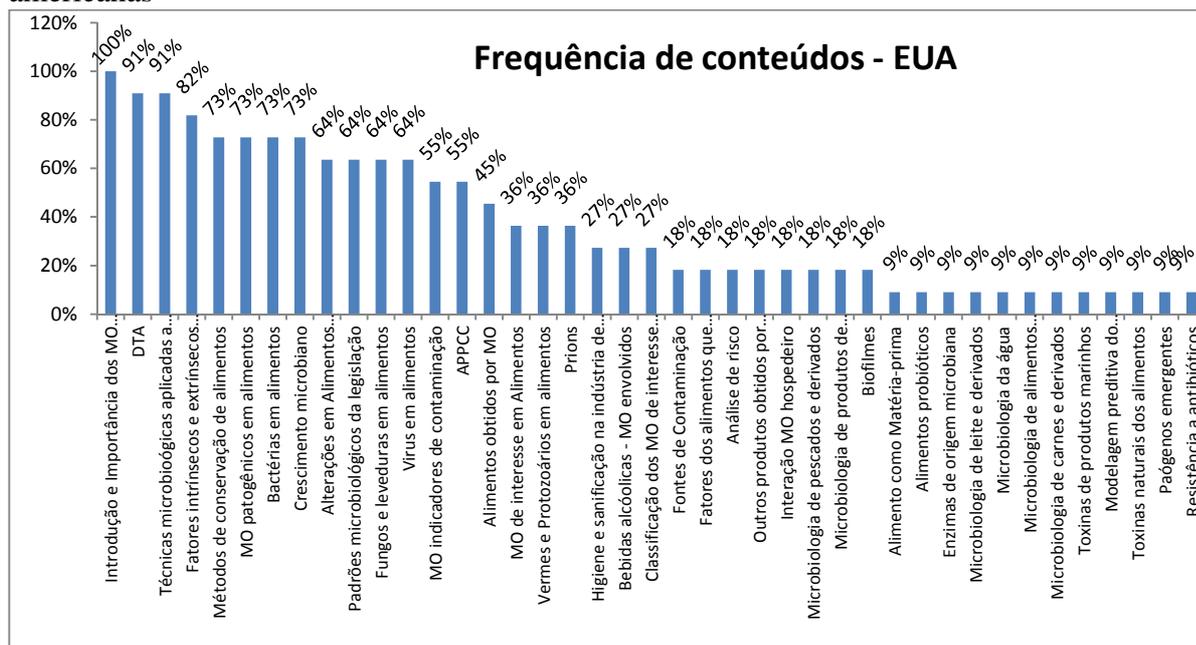
##### Identificação dos tópicos de conteúdos

Dos cinquenta tópicos encontrados no total de universidades pesquisadas, quarenta e dois estavam presentes nos planos das universidades americanas. Foram identificados os seguintes conteúdos nas universidades americanas pesquisadas: “Introdução e Importância dos microrganismos nos alimentos”; “Doenças transmitidas por alimentos”; “Técnicas microbiológicas aplicadas à microbiologia de alimentos”; “Fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados à microbiota dos alimentos”; “Métodos de conservação de alimentos”; “Microrganismos patogênicos em alimentos”; “Bactérias em alimentos”; “Crescimento microbiano”; “Alterações em Alimentos”; “Padrões microbiológicos da legislação”; “Fungos e leveduras em alimentos”; “Vírus em alimentos”; “Microrganismos indicadores de contaminação”; “Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC”; “Alimentos obtidos por microrganismos”; “Microrganismos de interesse em Alimentos”; “Vermes e Protozoários em alimentos”; “Prions”; “Higiene e sanificação na indústria de alimentos”; “Bebidas alcólicas - microrganismos envolvidos”; “Classificação dos microrganismos de interesse em alimentos”; “Fontes de Contaminação”; “Fatores dos alimentos que condicionam sua microbiota”; “Análise de risco”; “Outros produtos obtidos por atividade microbiana de interesse em alimentos”; “Interação Microrganismo-Hospedeiro”; “Microbiologia de pescados e derivados”; “Microbiologia de produtos de origem vegetal”; “Biofilmes”; “Alimento como Matéria-prima”; “Alimentos probióticos”; “Enzimas de origem microbiana”; “Microbiologia de leite e derivados”; “Microbiologia da água”; “Microbiologia de alimentos processados”; “Microbiologia de carnes e derivados”; “Toxinas de produtos marinhos”; “Modelagem preditiva do crescimento microbiano em alimentos”; “Toxinas naturais dos alimentos”; “Patógenos emergentes” e “Resistência a antibióticos”.

## Frequência dos tópicos

Nas onze universidades americanas foram encontrados quarenta e um tópicos de conteúdo em todos os seus planos de ensino. Foi verificada a porcentagem da frequência de cada tópico no total dos planos de ensino analisados, gerando a figura 10 abaixo.

Figura 10 - Frequência dos conteúdos identificados nos planos de ensino das universidades americanas



Fonte: oriunda de dados da pesquisa

Nas onze universidades americanas pesquisadas, o item “Introdução e Importância dos Microrganismos nos alimentos” esteve presente em todas elas, seguido dos tópicos “Doenças Transmitidas por Alimentos” e “Técnicas microbiológicas aplicadas à microbiologia de alimentos” que estiveram presentes em 91% dos planos pesquisados (dez universidades). A presença do ponto que se refere ao estudo das DTAs na quase totalidade dos planos de ensino sinaliza para a importância dada por este país ao estudo dos fatores que afetam a saúde do consumidor. Esta frequência talvez seja justificada pelos dados de ocorrência de DTA no país e sua estimativa, realizada pelo CDC, e citada anteriormente, que refletem a preocupação com a saúde pública. A mesma frequência para o assunto “Técnicas microbiológicas aplicadas à microbiologia de alimentos” reflete da mesma maneira a preocupação com a saúde pública, já que neste item estudam-se as técnicas de laboratório para a identificação dos microrganismos envolvidos nas doenças.

O tópico “Fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados à microbiota dos alimentos”, esteve presente em nove dos onze planos de ensino pesquisados. Este tópico da categoria “Aspectos Gerais da Microbiologia de Alimentos” é de extrema importância para que se saiba como evitar a proliferação dos microrganismos nos alimentos. Sua presença foi registrada em 82% dos planos.

Os itens “Métodos de conservação de alimentos”; “Microrganismos patogênicos em alimentos”; “Bactérias em alimentos” e “Crescimento microbiano” estiveram presentes em 73% dos planos de ensino (oito universidades). O primeiro refere-se à saúde pública enquanto os outros dois ao estudo dos aspectos gerais da microbiologia de alimentos. Já os itens “Alterações em Alimentos”; “Padrões microbiológicos da legislação”; “Fungos e leveduras em alimentos” e “Vírus em alimentos” estiveram presentes em 64% (7 universidades), mais da metade dos planos de ensino. O assunto “Alterações em Alimentos” refere-se ao estudo dos microrganismos deteriorantes, enquanto o tópico “Padrões microbiológicos da legislação” se refere ao tema da saúde pública. Já os dois últimos, sobre fungos e vírus são referentes ao estudo de aspectos gerais da microbiologia de alimentos.

Os itens “Microrganismos indicadores de contaminação” e “Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC” estiveram presentes em 55% dos planos (6 universidades). Estes referem-se aos estudos relacionados à saúde do consumidor.

Com presença em 45% dos planos (cinco universidades), o ponto “Alimentos obtidos por microrganismos” estuda os processos fabricação de alimentos através de microrganismos, e é tema de estudo muito importante para a indústria de alimentos e bebidas.

Os assuntos “Microrganismos de interesse em alimentos”; “Vermes e protozoários em alimentos” e “Prions” estiveram presentes em 36% dos planos de ensino das universidades americanas (quatro delas). Os dois primeiros se referem ao estudo de aspectos gerais da microbiologia de alimentos. O item “Prions” trata de uma espécie de proteína, que afeta o gado e causa a doença Encefalopatia Espongiforme Bovina (conhecida vulgarmente como doença da vaca louca). Trata-se de uma proteína e não um microrganismo, portanto, não deveria fazer parte do conteúdo da disciplina Microbiologia de Alimentos. Apesar de inapropriado para a disciplina, esta alta frequência nos planos de ensino das universidades americanas talvez se deva ao fato de nos anos de nos anos de 2006 a 2008 terem sido detectados os maiores índices desta doença nos EUA, segundo dados do CDC (2011b) e esta doença, geralmente fatal, pode ser transmitida ao homem, através da carne bovina contaminada.

“Higiene e sanificação na indústria de alimentos”; “Bebidas alcólicas - microrganismos envolvidos” e “Classificação dos microrganismos de interesse em alimentos” foram pontos que estiveram presentes em 27% (3) dos planos das universidades pesquisadas. O tópico “Higiene e sanificação na indústria de alimentos” é um tópico relacionado à saúde pública. Trata dos processos implementados na indústria para garantir a sanidade do alimento produzido. O tópico “Bebidas alcólicas - microrganismos envolvidos” estuda os processos de obtenção de bebidas utilizando microrganismos, sendo de grande importância para os profissionais que trabalham nas indústrias de bebidas como o vinho e a cerveja. Já o tópico “Classificação dos microrganismos de interesse em alimentos” é um tópico de aspecto geral da microbiologia de alimentos.

Os tópicos “Fontes de contaminação”; “Fatores dos alimentos que condicionam sua microbiota”; “Análise de risco”; “Outros produtos obtidos por atividade microbiana de interesse em alimentos”; “Interação microrganismo hospedeiro”; “Microbiologia de pescados e derivados”; “Microbiologia de produtos de origem vegetal” e “Biofilmes” aparecem em 18% (2) dos planos pesquisados. Desses tópicos, quatro deles (“Fontes de Contaminação”; “Fatores dos alimentos que condicionam sua microbiota”; “Microbiologia de pescados e derivados” e “Microbiologia de produtos de origem vegetal”) referem-se ao estudo de aspectos gerais da microbiologia de alimentos. Três (“Análise de risco”; “Interação Microrganismo hospedeiro” e “Biofilmes”) referem-se aos estudos relacionados à saúde pública e o item “Outros produtos obtidos por atividade microbiana de interesse em alimentos” refere-se ao estudo da produção de alimentos através de microrganismos.

Os demais assuntos (“Alimento como Matéria-prima”; “Alimentos probióticos”; “Enzimas de origem microbiana”; “Microbiologia de leite e derivados”; “Microbiologia da água”; “Microbiologia de alimentos processados”; “Microbiologia de carnes e derivados”; “Toxinas de produtos marinhos”; “Modelagem preditiva do crescimento microbiano em alimentos”; “Toxinas naturais dos alimentos”; “Patógenos emergentes” e “Resistência a antibióticos”) estiveram presentes em 9% (1) dos planos de ensino. Destes, seis são pontos que estudam aspectos gerais da Microbiologia de Alimentos. São eles: “Alimento como Matéria-prima”; “Microbiologia de leite e derivados”; “Microbiologia da água”; “Microbiologia de alimentos processados”; “Microbiologia de carnes e derivados” e “Modelagem preditiva do crescimento microbiano em alimentos”. Dois deles são conteúdos que estudam aspectos relacionados à saúde do consumidor (“Patógenos emergentes” e “Resistência a antibióticos”). Outros dois estudam aspectos da produção de alimentos pela

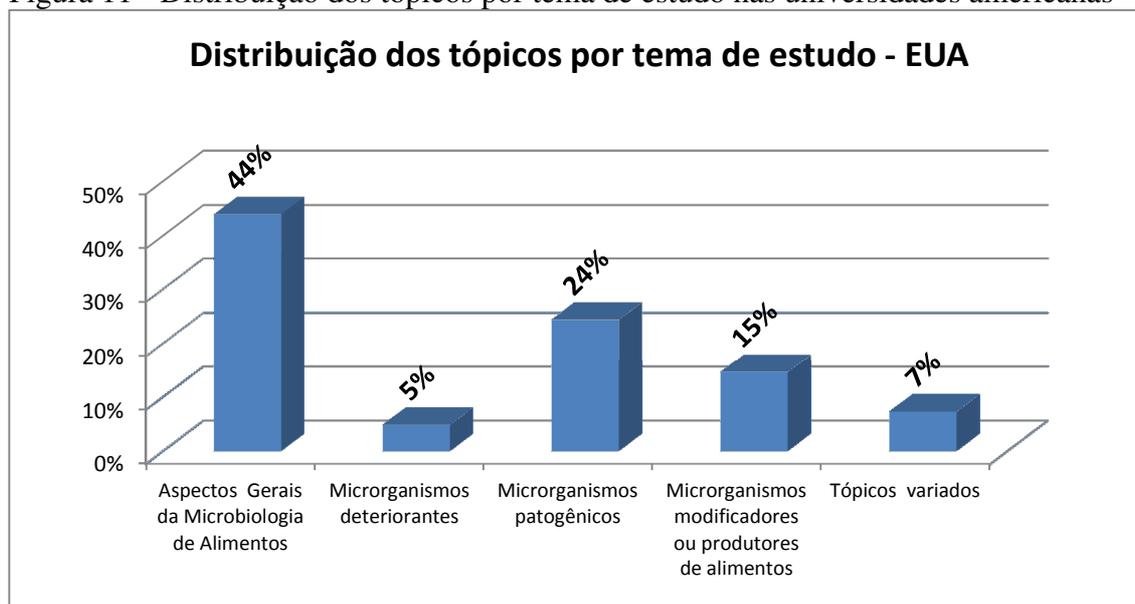
utilização de microrganismos, que são: “Alimento como Matéria-prima” e “Alimentos probióticos”. E mais dois são itens que não se relacionam com a disciplina, que são “Toxinas de produtos marinhos” e “Toxinas naturais dos alimentos”. Estes dois, embora causem problemas para o consumidor e sejam ocasionados pelo consumo de alimentos, não são veiculados por microrganismos, portanto, não são temas de estudo da disciplina.

Pôde-se constatar que para as universidades americanas, o ponto de maior frequência e que esteve presente em todas elas é o que introduz o aluno no conhecimento da disciplina e a importância dos microrganismos nos alimentos. Dos itens que estiveram presente em mais de 50% dos planos, nota-se igual grau de importância dada àqueles que estudam os aspectos gerais da microbiologia, com ênfase nos fatores que favorecem o crescimento microbiano e nos temas referentes à saúde do consumidor, com o estudo dos microrganismos patogênicos. Os outros pontos de estudo que estiveram presentes em mais de 50% dos planos referem-se ao conhecimento da produção de alimentos utilizando microrganismos.

#### Distribuição dos tópicos por temas

Os quarenta e um tópicos encontrados nos planos de ensino das universidades americanas foram categorizados por temas da Microbiologia de Alimentos e verificada a porcentagem de tópicos encontrada para cada tema de estudo, visando perceber a ênfase dada a cada categoria. A figura 11 demonstra esta distribuição.

Figura 11 - Distribuição dos tópicos por tema de estudo nas universidades americanas



Fonte: oriunda de dados da pesquisa

Para as universidades americanas nota-se que quase a metade dos tópicos de conteúdos pertence ao tema Aspectos Gerais da Microbiologia de Alimentos (44%). Logo em seguida acompanha o tema Microrganismos patogênicos com 24% de tópicos pertencendo a este tema. O tema Microrganismos Modificadores ou Produtores de Alimentos teve 15% do total de tópicos nos planos das universidades. Com sete e 5% de tópicos respectivamente, os temas Tópicos Variados e Microrganismos Deteriorantes foram os que tiveram menor ênfase nas universidades americanas. Com isso, é mais uma vez demonstrada a preocupação com a saúde pública nos estudos deste país, com o tema Microrganismos Patogênicos tendo o maior número de itens depois do tema que estuda os aspectos gerais da microbiologia de alimentos.

#### 4.4.2. Japão

Serão demonstradas as análises de identificação, frequência e distribuição dos tópicos de conteúdos encontrados nas sete universidades japonesas pesquisadas.

##### Identificação dos tópicos de conteúdos

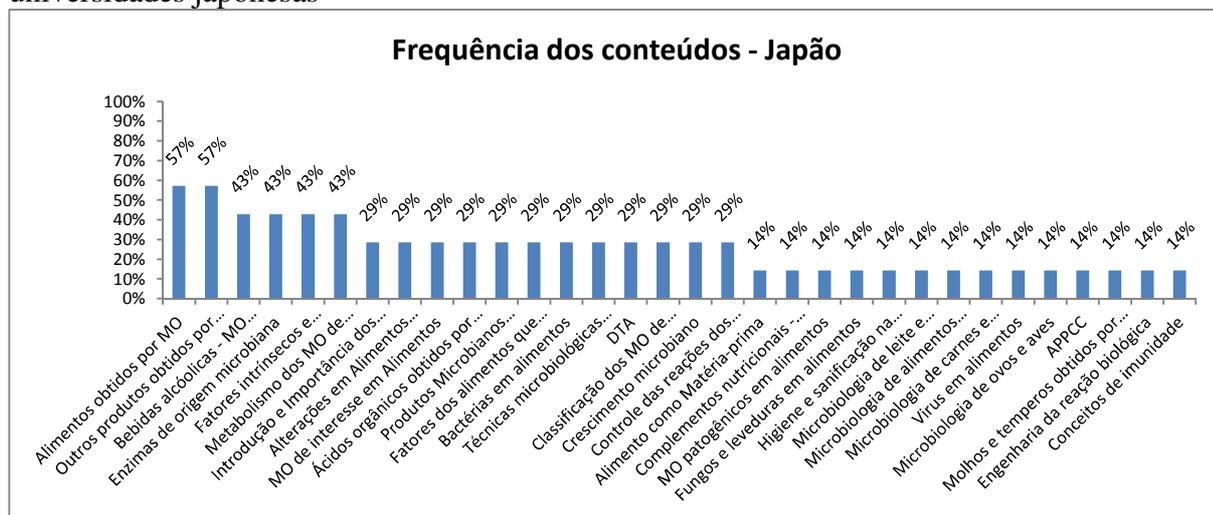
Dos cinquenta tópicos encontrados no total de universidades pesquisadas, trinta e dois deles estiveram presentes nos planos de ensino das sete universidades japonesas, sendo eles os seguintes: “Alimentos obtidos por microrganismos”; “Outros produtos obtidos por atividade microbiana de interesse em alimentos”; “Bebidas alcóolicas - Microrganismos envolvidos”; “Enzimas de origem microbiana”; “Fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados à microbiota dos alimentos”; “Metabolismo dos microrganismos de interesse em microbiologia de alimentos”; “Introdução e importância dos microrganismos em alimentos”; “Alterações em alimentos”; “Microrganismos de interesse em alimentos”; “Ácidos orgânicos obtidos por fermentação”; “Produtos microbianos empregados em derivados alimentícios”; “Fatores dos alimentos que condicionam sua microbiota”; “Bactérias em alimentos”; “Técnicas microbiológicas aplicadas a microbiologia de alimentos”; “Doenças transmitidas por alimentos”; “Classificação dos microrganismos de interesse em alimentos”; “Crescimento microbiano”; “Controle das reações dos processos biológicos”; “Alimento como matéria-prima”; “Complementos nutricionais - microrganismos envolvidos”, “Microrganismos patogênicos em alimentos”; “Fungos e leveduras em alimentos”; “Higiene e sanificação na

indústria de alimentos”; “Microbiologia de leite e derivados”; “Microbiologia de alimentos processados”; “Microbiologia de carnes e derivados”; “Vírus em alimentos”; “Microbiologia de ovos e aves”; “APPCC”; “Molhos e temperos obtidos por microrganismos”; “Engenharia da reação biológica” e “Conceitos de imunidade”.

### Frequência dos tópicos

Nas sete universidades japonesas foram encontrados trinta e dois tópicos de conteúdo em todos os seus planos de ensino. Foi verificada a porcentagem da frequência de cada tópico no total dos planos de ensino analisados, gerando a figura 12 abaixo.

Figura 12 - Frequência de tópicos de conteúdo da disciplina Microbiologia de Alimentos nas universidades japonesas



Fonte: oriunda de dados da pesquisa

Das sete universidades pesquisadas, os pontos “Alimentos obtidos por microrganismos” e “Outros produtos obtidos por microrganismos” foram os mais presentes, estando em 57% (4) das universidades pesquisadas. Estes tópicos de conteúdos estudam os processos de obtenção de alimentos através de microrganismos. Seguindo a estes, “Bebidas alcoólicas - Microrganismos envolvidos”; “Enzimas de origem microbiana”; “Fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados à microbiota dos alimentos” e “Metabolismo dos Microrganismos de interesse em microbiologia de alimentos” estiveram presentes em 43% (3) das universidades. Destes quatro, dois deles (“Bebidas alcoólicas - Microrganismos envolvidos” e “Enzimas de origem microbiana”) também se referem ao estudo da obtenção de

alimentos através de microrganismos e os outros dois ao estudo de aspetos gerais da microbiologia de alimentos.

Com 29% de frequência nos planos, os tópicos “Introdução e importância dos microrganismos em alimentos”; “Alterações em alimentos”; “Microrganismos de interesse em alimentos”; “Ácidos orgânicos obtidos por fermentação”; “Produtos microbianos empregados em derivados alimentícios”; “Fatores dos alimentos que condicionam sua microbiota”; “Bactérias em alimentos”; “Técnicas microbiológicas aplicadas à microbiologia de alimentos”; “Doenças transmitidas por alimentos”; “Classificação dos microrganismos de interesse em alimentos”; “Crescimento microbiano” e “Controle das reações dos processos biológicos” estiveram presentes em duas universidades japonesas. Destes doze tópicos, sete deles (“Introdução e importância dos microrganismos em alimentos”, “Microrganismos de interesse em Alimentos”, “Fatores dos alimentos que condicionam sua microbiota”, “Bactérias em alimentos”, “Técnicas microbiológicas aplicadas a microbiologia de alimentos”, “Classificação dos Microrganismos de interesse em alimentos” e “Crescimento microbiano”) estudam os aspectos gerais da microbiologia de alimentos. Três deles (“Ácidos orgânicos obtidos por fermentação”, “Produtos Microbianos empregados em derivados alimentícios” e “Controle das reações dos processos biológicos”) referem-se também ao estudo da obtenção de alimentos através de microrganismos. Um tópico estuda as alterações em alimentos causadas por microrganismos e um estuda as doenças transmitidas por estes e refere-se à saúde do consumidor.

Os demais pontos estiveram presentes em apenas uma universidade (14%), sendo eles: “Alimento como matéria-prima”, “Complementos nutricionais - Microrganismos envolvidos”, “Molhos e temperos obtidos por microrganismos”, “Engenharia da reação biológica”, “Microrganismos patogênicos em alimentos”, “Higiene e sanificação na indústria de alimentos”, “APPCC”, “Conceitos de imunidade”, “Fungos e leveduras em alimentos”, “Microbiologia de leite e derivados”, “Microbiologia de alimentos processados”, “Microbiologia de carnes e derivados”, “Vírus em alimentos” e “Microbiologia de ovos e aves”. Destes, os quatro primeiros envolvem conhecimentos sobre a obtenção de produtos alimentícios utilizando microrganismos, reforçando a ênfase dada a este tema nos tópicos mais presentes. Seguidos destes os próximos quatro tópicos referem-se aos estudos relacionados à saúde do consumidor e os seis últimos referem-se ao estudo dos aspectos gerais da microbiologia de alimentos.

Pela análise da frequência dos tópicos nos planos de ensino pesquisados, nota-se que nas universidades japonesas, a ênfase maior é dada ao estudo da obtenção de produtos alimentícios utilizando-se microrganismos. Isto talvez se justifique pelo fato da alimentação dos povos orientais diferir em muito da nossa. Nesses países, além da tradição no consumo de produtos fermentados, principalmente a base de soja, há um consumo muito grande de alimentos ditos “funcionais” que apresentam propriedades benéficas além das nutricionais básicas, e são apresentados na forma de alimentos comuns.

Segundo Anjo, “Os alimentos funcionais fazem parte de uma nova concepção de alimentos, lançada pelo Japão na década de 80, através de um programa de governo que tinha como objetivo desenvolver alimentos saudáveis para uma população que envelhecia e apresentava uma grande expectativa de vida”. (ANJO, 2004, apud MORAES; COLLA, 2006, p. 110). Também de acordo com Heasman e Mellentin (2001, apud RAUD, 2008, p. 87),

Foram os japoneses que “inventaram” os alimentos funcionais. O médico Minora Shirota descobriu os benefícios da bactéria *Lactobacillus casei* para a regulação do trânsito intestinal na década de 1930, quando trabalhava junto aos pobres e malnutridos. Ele fundou a Companhia Yakult Honsha em 1955 e começou a produzir as garrafinhas de 65 mililitros de leite fermentado que conheceram progressivamente um sucesso mundial.

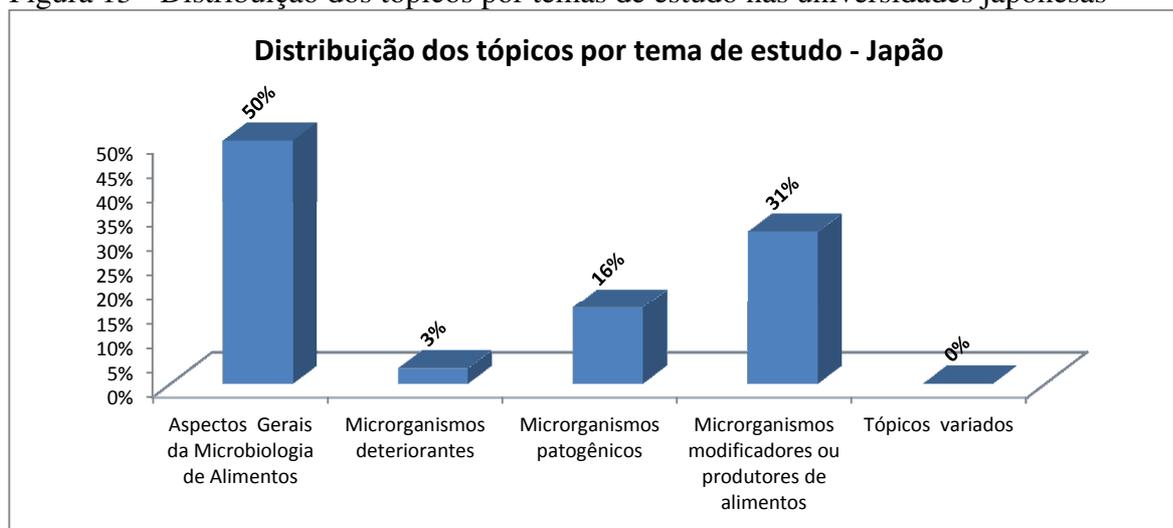
O *Shoyu* é o melhor exemplo de alimento oriental fermentado. No entanto, outros produtos alimentícios orientais, não tão conhecidos, são produzidos a partir da soja, tais como miso, natto, sufu e tempeh (Hesseltine & Wang 2004, apud ROSA et al, 2009, p. 455).

Assim, além dos produtos a base de soja fermentada, muitos outros produtos alimentícios e bebidas que utilizam processos de fabricação que utilizam microrganismos, são consumidos em larga escala no Japão, justificando a importância dada ao seu estudo nos cursos universitários.

#### Distribuição dos tópicos por temas

Os trinta e dois tópicos encontrados nos planos de ensino das universidades japonesas foram categorizados por temas da Microbiologia de Alimentos e verificada a porcentagem de itens encontrados para cada tema de estudo, visando perceber a ênfase dada a cada categoria. A figura 13 demonstra esta distribuição.

Figura 13 - Distribuição dos tópicos por temas de estudo nas universidades japonesas



Fonte: oriunda de dados da pesquisa

Dos trinta e dois tópicos de conteúdos encontrados nos planos de ensino das universidades japonesas, 50% deles referem-se ao estudo dos aspectos gerais da microbiologia de alimentos. O tema Microrganismos modificadores ou produtores de alimentos vem logo em seguida com 31% dos tópicos neste tema, demonstrando tanto nesta análise quanto na análise da frequência dos conteúdos, uma maior ênfase nestes estudos. Os estudos referentes à saúde do consumidor tiveram cinco dos trinta e dois tópicos (16%) categorizados no tema Microrganismos patogênicos. O tema Microrganismos deteriorantes teve apenas um tópico dentre os trinta e dois encontrados na pesquisa. Nenhum tópico foi classificado na categoria Tópicos Variados.

A análise da frequência dos conteúdos aponta uma forte prevalência dos estudos ligados ao tema Microrganismos modificadores ou produtores de alimentos, onde os dois tópicos com frequência em mais de 50% dos planos de ensino referem-se ao estudo deste tema. Já a análise da distribuição dos tópicos entre os temas de estudo demonstra que 50% destes tópicos se referem ao estudo dos aspectos gerais da microbiologia de alimentos, porém o tema com mais conteúdos de estudo depois dos aspectos gerais é o que estuda os microrganismos envolvidos na produção de alimentos, demonstrando a importância dada por este país, a este tema de estudo.

#### 4.4.3. França

Serão demonstradas as análises de identificação, frequência e distribuição dos tópicos de conteúdos encontrados na universidade francesa pesquisada.

##### Identificação dos tópicos de conteúdos

Na universidade francesa pesquisada foram encontrados sete tópicos de conteúdo no plano de ensino, sendo eles: “Alterações em Alimentos”, “Microorganismos de interesse em Alimentos”, “Métodos de conservação de alimentos”, “Alimentos obtidos por microrganismos”, “Fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados à microbiota dos alimentos”, “Higiene e sanificação na indústria de alimentos”, “Técnicas microbiológicas aplicadas à microbiologia de alimentos” e “APPCC”.

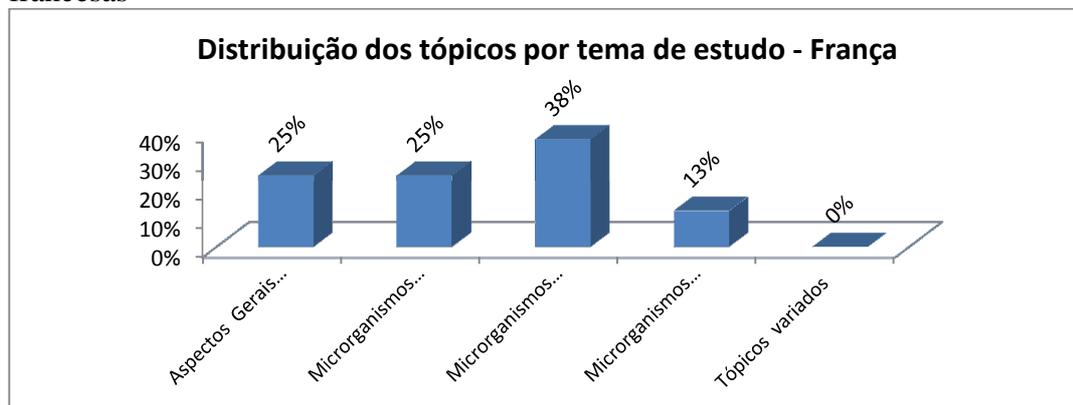
##### Frequência dos tópicos

Como apenas um plano de ensino das universidades francesas foi validado para este estudo, a análise da frequência dos tópicos torna-se desnecessária, pois seria de 100% para todos os tópicos encontrados.

##### Distribuição dos tópicos por temas

Os sete tópicos de conteúdos encontrados no plano de ensino analisado foram distribuídos entre os temas da disciplina microbiologia de alimentos e estão representados na figura 14 abaixo.

Figura 14 - Distribuição dos tópicos de conteúdos por temas de estudo nas universidades francesas



Fonte: oriunda de dados da pesquisa

Dos sete tópicos de conteúdos analisados, três (38%) se referiam ao estudo do tema Microorganismos patogênicos, dois (25%) se referiam ao estudo dos aspectos gerais da microbiologia de alimentos, dois (25%), se referiam ao estudo dos microrganismos deteriorantes e um (13%) se referia ao estudo dos microrganismos modificadores ou produtores de alimentos. Nenhum item foi classificado na categoria “tópicos variados”. Esta análise demonstra que na universidade francesa a maior ênfase é dada ao estudo dos conteúdos que envolvem a saúde do consumidor, seguida dos estudos dos aspectos gerais da microbiologia de alimentos e dos estudos dos microrganismos deteriorantes em igual proporção.

A culinária francesa é tema de extrema importância para os franceses e isso pode justificar a preocupação com a saúde do consumidor refletida na ênfase dada aos estudos dos microrganismos patogênicos. A França também é um país que tem uma forte agricultura. Segundo a REE (Références et études économiques) (2009), a França foi o primeiro produtor agrícola europeu e as exportações agroalimentares são um trunfo considerável para a França. Talvez isto explique a importância dada ao estudo dos microrganismos deteriorantes, responsáveis por grandes perdas na agricultura.

#### 4.4.4. Brasil

Serão demonstradas as análises de identificação, frequência e distribuição dos tópicos de conteúdos encontrados na universidade brasileira pesquisada.

## Identificação dos tópicos de conteúdos

No Brasil, apenas um plano de ensino foi selecionado como válido para a pesquisa. Neste plano os seguintes conteúdos foram encontrados: “Fontes de Contaminação”, “Microbiologia de leite e derivados”, “Microbiologia da água”, “Microbiologia de pescados e derivados”, “Microbiologia de produtos de origem vegetal”, “Bactérias em alimentos”, “Microbiologia de alimentos processados”, “Microbiologia de carnes e derivados” e “Higiene e sanificação na indústria de alimentos”.

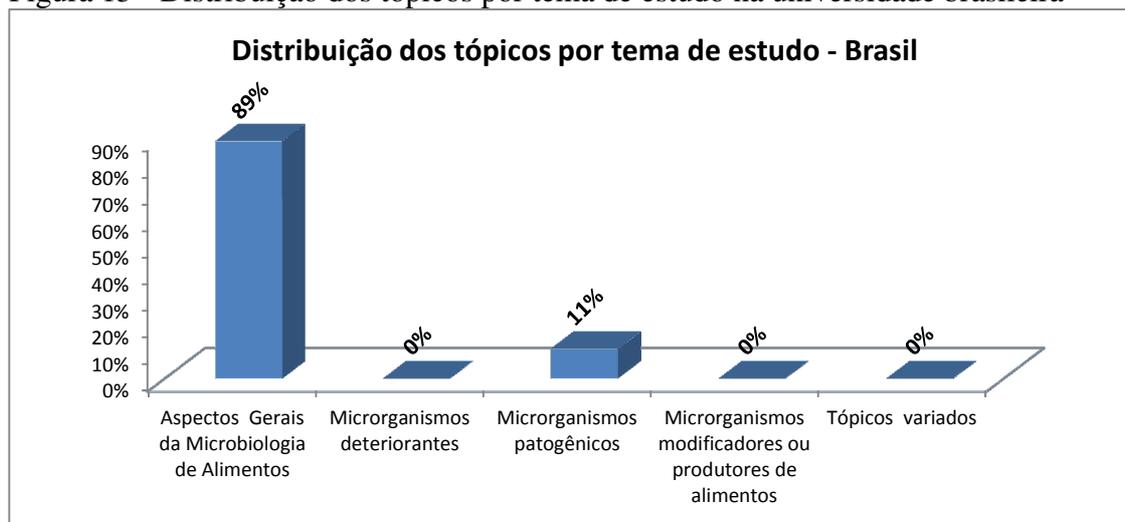
## Frequência dos tópicos

Como apenas um plano de ensino das universidades brasileiras foi validado para este estudo, a análise da frequência dos tópicos torna-se desnecessária, pois seria de 100% para todos os itens encontrados.

## Distribuição dos tópicos por temas

Os nove tópicos de conteúdos encontrados no plano de ensino analisado foram distribuídos entre os temas da disciplina microbiologia de alimentos e estão representados na figura 15 abaixo.

Figura 15 - Distribuição dos tópicos por tema de estudo na universidade brasileira



Fonte: oriunda de dados da pesquisa

Os nove tópicos encontrados na universidade brasileira pesquisada foram distribuídos em apenas dois temas de estudo: Aspectos Gerais da Microbiologia de Alimentos, com a quase totalidade dos tópicos (oito, representando 89%) e Microrganismos Patogênicos, com apenas um tópico (11%). Por esta pesquisa, a análise demonstra que no Brasil os estudos da disciplina Microbiologia de Alimentos têm a sua ênfase voltada para os estudos dos seus aspectos gerais, ressaltando que nele podem estar contidas abordagens sobre os demais temas, não sendo porém, tratados em profundidade.

## 5. Estudo comparativo dos dados encontrados

Aqui se procura realizar um estudo comparativo das análises entre os dados encontrados por país e no total de países pesquisados.

### 5.1. Frequência dos conteúdos

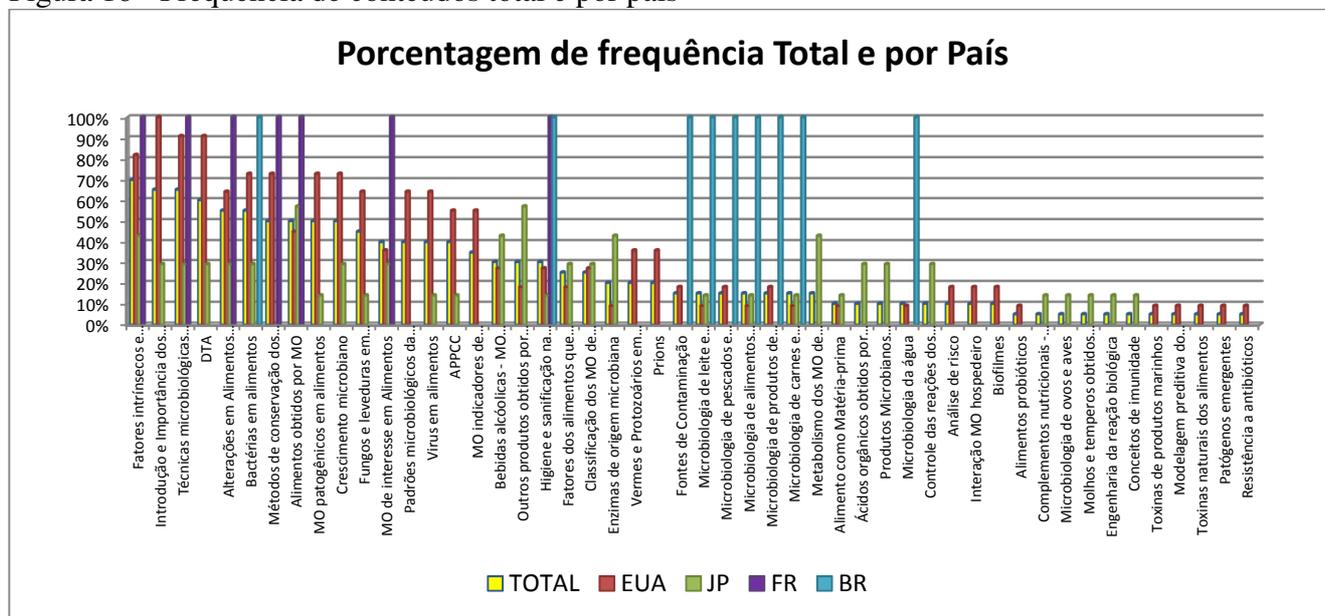
As análises aqui apresentadas estão representadas na figura 16 abaixo. O único tópico que esteve presente em todos os países (porém não em todas as universidades) foi “Higiene e sanificação na indústria de alimentos”. Os pontos “Fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados à microbiota dos alimentos”, “Introdução e importância dos microrganismos em alimentos”, “Técnicas microbiológicas aplicadas à microbiologia de alimentos”, “DTA”, “Alterações em alimentos”, “Bactérias em alimentos”, “Métodos de conservação dos alimentos” e “Alimentos obtidos por microrganismos”, foram os que mais tiveram frequência no total das universidades e nos países pesquisados, com exceção do Brasil, onde destes, apenas o item “Bactérias em alimentos” esteve presente. O ponto “Microrganismos de interesse em alimentos” também teve uma frequência representativa no total de planos e nos países, com exceção do Brasil.

O critério de escolha das universidades por esta pesquisa foi o *ranking* das melhores do mundo. Os Estados Unidos tiveram 126 universidades classificadas neste *ranking*, contra 36 do Japão, 34 da França e cinco do Brasil, por isso, os Estados Unidos exercem uma forte influência no gráfico da frequência dos conteúdos.

Nota-se que no Brasil (na universidade pesquisada), diferentemente dos outros países, a disciplina é abordada fundamentalmente com conteúdos como: “Microbiologia de leite e derivados”, “Microbiologia de pescados e derivados”, “Microbiologia de alimentos processados”, “Microbiologia de produtos de origem vegetal”, “Microbiologia de carnes e

derivados” e “Microbiologia da água”. Esse é um tipo abordagem do tema “Aspectos Gerais da Microbiologia de Alimentos”, sendo estudado por sua presença mais comum em certos grupos de alimentos em lugar de serem estudados por grupos de microrganismos.

Figura 16 - Frequência de conteúdos total e por país



Fonte: oriunda de dados da pesquisa

## 5.2. Distribuição dos conteúdos

Como demonstrado na figura 17, de um modo geral, com exceção da França, todos os países pesquisados têm uma ênfase no estudo dos aspectos gerais da microbiologia de alimentos, e isto se reflete também na distribuição dos conteúdos no total de planos pesquisados. Assim, este foi o tema que mais tinha tópicos de conteúdo. Como já dito anteriormente, este tema geralmente aborda assuntos tais como propriedades dos grupos de microrganismos, aspectos referentes ao seu habitat, metabolismo e crescimento, porém, sem aprofundamento sobre os efeitos que estes causam nos alimentos e na população.

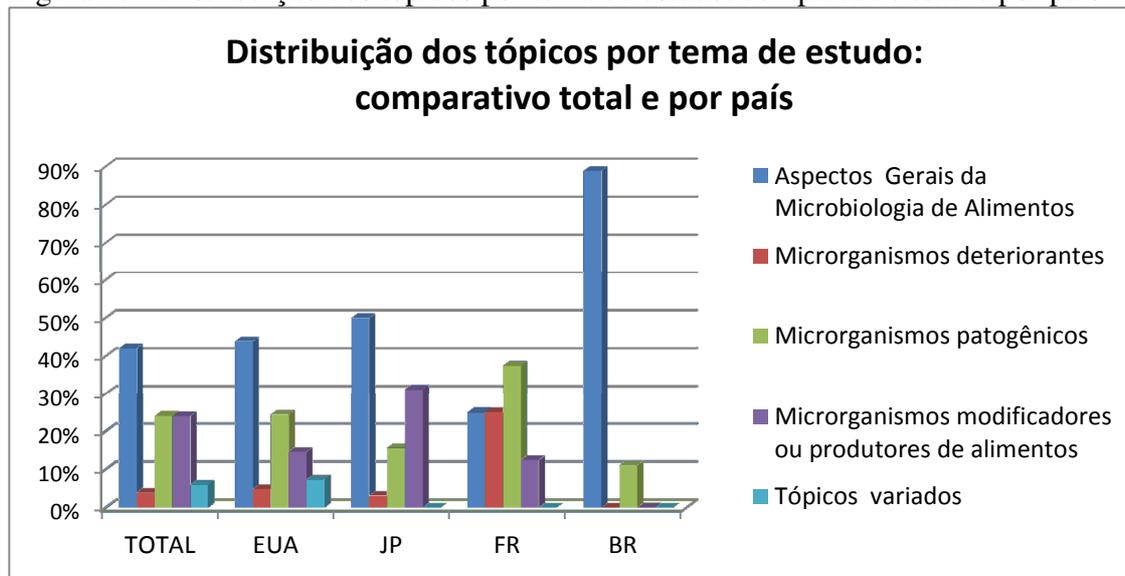
O tema microrganismos deteriorantes, tem pouca ênfase nos países pesquisados e no total de planos analisados, com exceção da França, onde a maioria dos tópicos de conteúdos se refere a este tema.

O que estuda os microrganismos patogênicos apresentou igual número de tópicos de conteúdos no total de planos analisados. Para os EUA e Brasil, este tema é o segundo, mas estudado e na França este foi o tema com maior número de tópicos de conteúdos. Já no Japão, o tema que estuda os microrganismos modificadores ou produtores de alimentos teve o maior

número de tópicos. No total de planos analisados, esses dois temas tiveram igual número de tópicos de conteúdos.

O tema tópicos variados só tiveram tópicos encontrados nas universidades americanas, e mesmo assim com tópicos que, pela análise deste estudo, não são conteúdos da disciplina microbiologia de alimentos.

Figura 17 - Distribuição dos tópicos por tema de estudo: comparativo total e por país



Fonte: oriunda de dados da pesquisa

## 6. A escolha dos tópicos

Os tópicos de conteúdos são geralmente distribuídos entre as horas-aula nas semanas letivas. No Brasil, de acordo com a Resolução N° 4, de 6 de abril de 2009, do MEC (Ministério da Educação e Cultura), que dispõe sobre carga horária mínima e procedimentos relativos à integralização e duração dos cursos de graduação, no seu Art. 2º, diz que:

As Instituições de Educação Superior, para o atendimento ao art. 1º, deverão fixar os tempos mínimos e máximos de integralização curricular por curso, bem como sua duração, tomando por base as seguintes orientações: I - a carga horária total dos cursos, ofertados sob regime seriado, por sistema de crédito ou por módulos acadêmicos, atendidos os tempos letivos fixados na Lei nº 9.394/96, deverá ser dimensionada em, no mínimo, 200 (duzentos) dias de trabalho acadêmico efetivo (MEC, 2009, p.1).

Com os 200 (duzentos) dias letivos, divididos por semanas letivas de seis dias, cada semestre letivo tem mais ou menos dezessete semanas de aula. A disciplina Microbiologia de

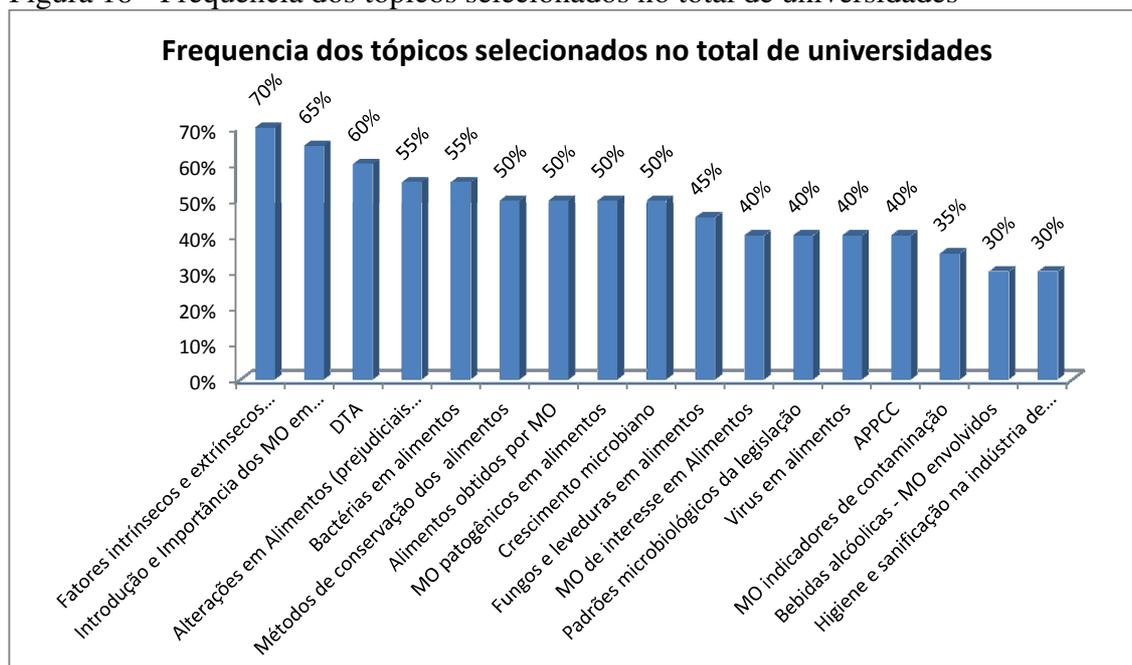
Alimentos em quase todos os cursos superiores no Brasil possui uma parte teórica e uma parte prática e a carga horária média da disciplina é de 45 a 60 horas semanais distribuídas geralmente em duas horas de aulas teóricas e três a quatro horas de aulas práticas semanais. No caso deste estudo, o interesse é relativo ao conteúdo teórico da disciplina, assim sendo, os tópicos de conteúdos teóricos devem estar divididos em dezessete semanas de aulas, com duração de duas horas cada.

No intuito de selecionar os conteúdos pertinentes ao estudo da disciplina Microbiologia de Alimentos com base nas análises realizadas, buscou-se escolher dentre os tópicos encontrados pela pesquisa, aqueles com maior frequência no total dos planos analisados, respeitando a distribuição dos tópicos entre os temas da microbiologia de alimentos e procurando estabelecer uma relação entre eles.

Assim sendo, os seguintes tópicos foram escolhidos, para atender ao estudo da disciplina, nas dezessete semanas letivas de aulas: “Fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados à microbiota dos alimentos”; “Introdução e Importância dos microrganismos nos Alimentos”; “Doenças Transmitidas por Alimentos”; “Alterações em Alimentos”; “Bactérias em alimentos”; “Métodos de conservação dos alimentos”; “Alimentos obtidos através de microrganismos”; “Microrganismos patogênicos em alimentos”; “Crescimento microbiano”; “Fungos e leveduras em alimentos”; “Microrganismos de interesse em Alimentos”; “Padrões microbiológicos da legislação”; “Vírus em alimentos”; “Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)”; “Microrganismos indicadores de contaminação”; “Bebidas alcoólicas - Microrganismos envolvidos” e “Higiene e sanificação na indústria de alimentos”.

Os tópicos escolhidos estão entre os dezenove mais frequentes no total de universidades pesquisadas, destes foi excluído “Técnicas microbiológicas aplicadas à microbiologia de alimentos”, por se tratar de um tópico referente ao conteúdo de aulas práticas. O tópico “Higiene e sanificação na indústria de alimentos” foi escolhido em detrimento do tópico “outros produtos obtidos por atividade microbiana” (ambos com 30% de frequência nos planos), pelo fato deste ter sido o único a estar presente em todos os países pesquisados. Abaixo, a figura 18 demonstra a frequência dos tópicos escolhidos no total de universidades pesquisadas.

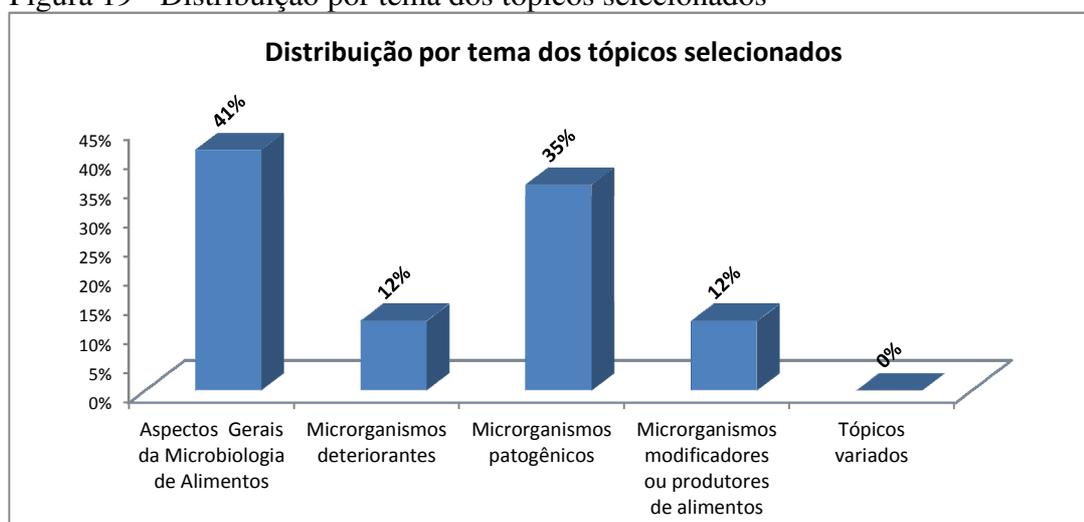
Figura 18 - Frequência dos tópicos selecionados no total de universidades



Fonte: oriunda de dados da pesquisa

Quando analisada a distribuição por temas destes tópicos mais frequentes nas universidades analisadas, nota-se que o tema que se refere ao estudo dos aspectos gerais da microbiologia de alimentos é o que concentra maior número de tópicos de conteúdos (41%), seguido do tema referente ao estudo dos microrganismos patogênicos com 35% dos tópicos mais presentes. Com 12% dos tópicos encontrados entre os mais frequentes estão os temas que estudam os microrganismos deteriorantes e os microrganismos modificadores ou produtores de alimentos. A figura 19 abaixo representa os dados informados.

Figura 19 - Distribuição por tema dos tópicos selecionados



Fonte: oriunda de dados da pesquisa

Como visto anteriormente, muitos dos tópicos que tiveram uma frequência baixa nos planos de ensino, são conteúdos que podem estar inseridos em outros tópicos, ou serem abordados juntamente a estes, de acordo com as necessidades de cada perfil profissional proposto pelo curso de graduação ou pós-graduação em questão. Fulgêncio (2007, p. 182), concorda com isto, quando afirma que, “o conteúdo de conhecimento que deve ser transmitido equivale ao “projeto do produto” e deve conter exatamente o conhecimento necessário, na extensão e profundidade certas”. Zabala também concorda que a discussão sobre a importância de alguns conteúdos em detrimento de outros é um problema estreitamente condicionado pela tradição e pela pressão dos diferentes interesses sociais que geralmente provém do mundo universitário (ZABALA, 2002, p. 48-49).

A frequência destes tópicos na maioria dos planos de ensino sinaliza uma escolha por parte das universidades, baseada em critérios de importância, para que o estudante tenha ao menos uma visão dos aspectos gerais da disciplina. Já a opção de aprofundamento de alguns temas por alguns países se diferencia em virtude de interesses e demandas próprias de cada um deles, como já discutido anteriormente.

A proposta de conteúdos para a disciplina Microbiologia de Alimentos aqui relatada, fruto das análises desta pesquisa, não pretende ser a única opção, mas sim, uma possibilidade a ser refletida pelos docentes e coordenadores dos cursos de graduação, como já proposto por Saviani (2003, p.129), “uma escolha baseada em critérios, que incluem tanto questões relativas aos conceitos-chave e elementos substanciais de cada disciplina, quanto à inter-relação dos conceitos e elementos das várias disciplinas”.

## 7. A organização dos conteúdos

Os planos de ensino analisados apresentam na sua totalidade um rol de conteúdos listados de forma sequencial e na maioria das vezes enumerada. Este fato remete à uma possível visão cartesiana do conhecimento, pois percebe-se uma linearidade e encadeamento do conteúdos. Dos vinte planos analisados, nove iniciam o curso com uma introdução ao estudo da microbiologia de alimentos ou a importância dos microrganismos nos alimentos, remetendo à pressuposição de uma sequencia lógica de conteúdos como já observada por Gil (2007, p. 132), que relata que muitos professores procuram ordenar o conteúdo da disciplina que ministram numa “sequência lógica” que geralmente coincide com a que foi disposta pelos autores no livro selecionado como texto básico. Assim, tem sido muito frequente, sobretudo

no ensino de disciplinas científicas, iniciar com a apresentação de conceitos e fórmulas reconhecidas como importantes para o desenvolvimento do programa. Os demais planos já iniciam de algum outro tópico de estudo, sem se preocupar com uma sequência lógica, porém sugerindo uma linearidade na apresentação destes. Isso reitera o já observado por Machado que diz que, quando se planeja o trabalho anual nas diversas disciplinas, é muito difícil escapar-se de determinações resultantes da pressuposição da linearidade, tanto no interior de cada disciplina quanto no estabelecimento de relações entre as diferentes disciplinas (MACHADO, 2005a, p. 189).

Dos vinte planos de ensino analisados, onze organizam a sequência dos seus tópicos de conteúdos por temas da microbiologia de alimentos sem, porém, sugerir relação entre eles. Isto coincide com a afirmação de Chervel (1990, p. 203, apud SAVIANI, 2003, p. 41), de que os conteúdos às vezes são articulados em torno de temas específicos e organizados em planos sucessivos claramente distintos. Nos demais, a sequência dos tópicos não está organizada por temas de estudo, não sugerindo, portanto, nenhuma relação entre eles, o que demonstra também, como afirma Santomé (1998, p. 38), que a preocupação dos que planejam e programam estes conteúdos é a de oferecer todas as informações necessárias para compreender e intervir nas situações e para isso realizam uma busca em cada disciplina, selecionando conteúdos indispensáveis para facilitar sua compreensão e pensa-se que os alunos, sozinhos poderão reorganizar essas informações fragmentadas e captar seu verdadeiro significado e sentido.

#### 8.A inter-relação dos conceitos: a proposta de rede

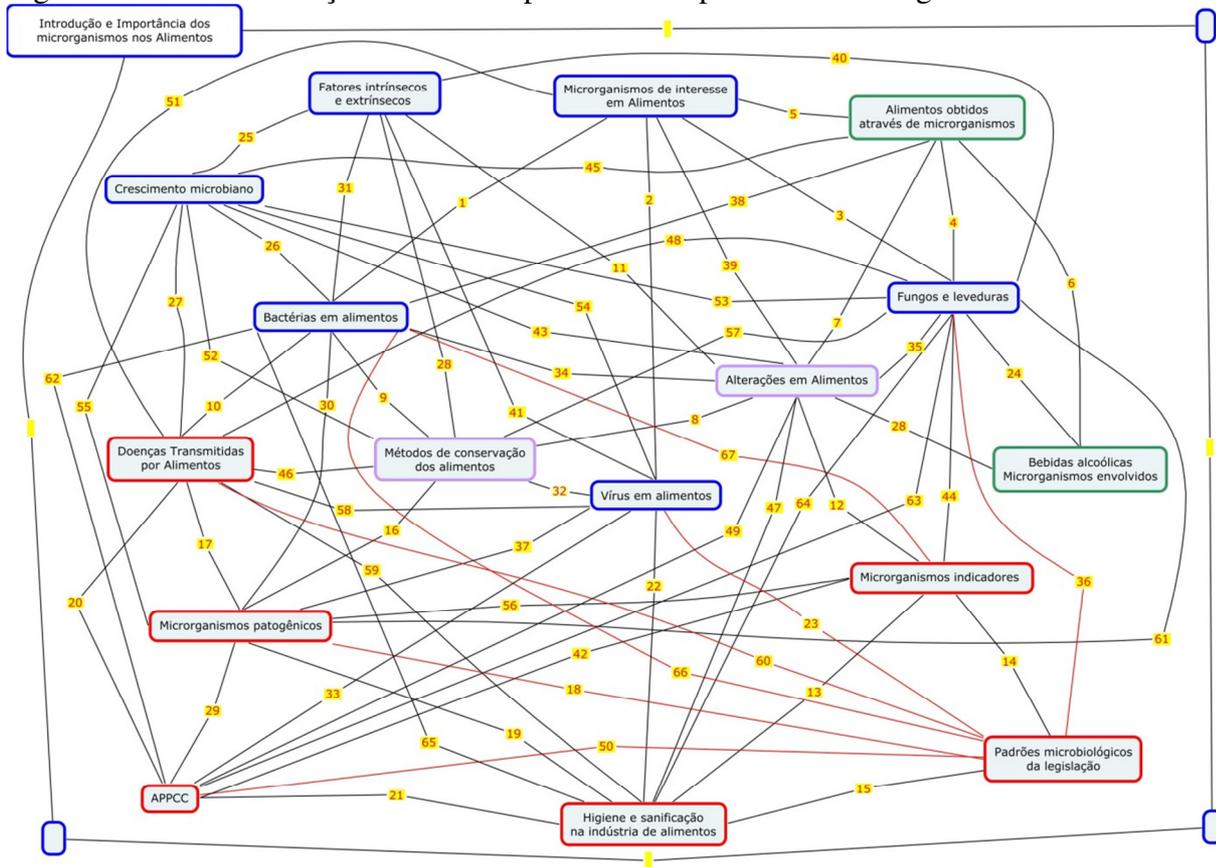
A intenção desta pesquisa foi a de sugerir uma organização dos conteúdos que supere a linearidade e o encadeamento, porém utilizando-se deles quando necessário. Como já alertado anteriormente por Machado, “a organização linear perpassa o conjunto das disciplinas escolares e deste modo, nos parece certo e indiscutível que exista uma ordem necessária para a apresentação dos diversos assuntos, e que a ruptura da cadeia seria fatal para a aprendizagem” (MACHADO, 2005b, p. 46).

Para demonstrar a possibilidade da organização dos conteúdos como uma rede de relações, utilizou-se de um mapa para sua melhor visualização compreensão. Os mapas, segundo Machado, constituem representações simbólicas de espaços que abrangem o geográfico, correspondente às diversas regiões da Terra, dos microespaços em que se situam

os genes, à vastidão dos espaços interplanetários. Assim, os mapas nos auxiliam também a mapear espaços do conhecimento, ou das representações simbólicas significativas para o ser humano, nas mais diversas situações e nos mais diversos contextos (MACHADO, 2009, p. 186).

Os dezessete tópicos de conteúdo foram dispostos em mapa, para demonstrar as possíveis relações que se estabelecem entre estes tópicos, e assim favorecer uma melhor compreensão da disciplina, pois, como nos foi lembrado por Machado, “a construção dos significados não se dá a partir da percepção ou da compreensão de fatos ou objetos isolados: as interconexões, as imagens sintéticas são condição de possibilidade de tais processos” (MACHADO, 2005, p. 162). A figura 20, abaixo demonstra esta rede de relações.

Figura 20 – Rede de relações entre os tópicos da disciplina Microbiologia de Alimentos



Fonte – O autor

As relações entre os tópicos representadas na figura foram numeradas e serão descritas como forma de facilitar a compreensão de cada uma delas.

O tópico “Microorganismos de interesse em Alimentos” é um assunto que fornece uma visão geral de todos os tipos de microrganismos que podem estar presentes nos alimentos. Este tópico tem relação direta com os tópicos que estudam estes grupos de microrganismos

separadamente (1,2 e 3), como bactérias em alimentos, fungos e leveduras e vírus. Este tópico também tem relação com o estudo dos alimentos obtidos através de microrganismos (5), com o estudo das doenças transmitidas por alimentos (51) e com as alterações em alimentos (39), todos estes tratando de consequências da presença dos microrganismos nos alimentos.

O tópico “Fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados à microbiota dos alimentos” tem uma relação direta com o tópico “Crescimento microbiano” (25), pois o crescimento dos microrganismos depende destes fatores. Da mesma forma, este tópico está relacionado com todos os grupos de microrganismos (31, 40 e 41), na medida em que estes fatores influenciam o crescimento dos microrganismos desses grupos. Outra relação que se estabelece é deste tópico com as alterações em alimentos (11), pois estes fatores podem contribuir com o crescimento de microrganismos que causam alterações e com os métodos de conservação dos alimentos (28), na medida em que esses fatores são manipulados para promover a conservação dos alimentos.

O tópico “Crescimento microbiano” tem relação direta com os grupos de microrganismos (54, 26 e 53), enquanto estuda as características do crescimento das formas de vida microscópicas. Este tópico tem relação também os “Microrganismos patogênicos” (55) e com as Doenças transmitidas por alimentos (27), pois o número de microrganismos pode favorecer a manifestação das doenças no organismo humano. Da mesma forma se dá a relação com “Alterações em alimentos” (43) e com “Métodos de conservação dos alimentos” (52), já que a conservação destes depende do controle do crescimento microbiano para evitar estas alterações. Também há uma forte relação deste tópico com “Alimentos obtidos por microrganismos” (45), pois as modificações nos alimentos dependem do crescimento destes no alimento.

O item “Alimentos obtidos por microrganismos”, além das relações já citadas (5, 45), tem relação com o tópico “Alterações em alimentos” (7), pois na maioria das vezes os alimentos obtidos por microrganismos são decorrentes de alterações benéficas em alimentos que são utilizados como matéria-prima. Este item também tem relação com os grupos de microrganismos que são utilizados nos processos de fermentação, que são na sua maioria do grupo dos fungos e leveduras (4) e algumas bactérias (38). No grupo dos alimentos obtidos por microrganismos também poderiam ser estudados os microrganismos envolvidos na obtenção das bebidas alcólicas, portanto, existe também uma relação com este tópico (6).

O conteúdo “Alterações em Alimentos” se relaciona com os grupos de microrganismos que causam estas alterações (35, 34) como bactérias e fungos e leveduras.

Relaciona-se com “Métodos de conservação de alimentos” (8), pois estes evitam estas alterações. Relaciona-se com o “Alimentos obtidos por microrganismos” (7) como já citado acima e do mesmo modo com o estudo dos microrganismos envolvidos na obtenção de bebidas alcólicas (28), frutos de alterações em outros alimentos. Este conteúdo relaciona-se também com os tópicos que estudam os processos de higiene e sanitização na indústria de alimentos, na medida em que esses processos procuram evitar estas alterações indesejadas (49 e 47). O estudo da detecção dos microrganismos que causam estas alterações também se relaciona com este tópico (12), pois indicam as causas de certas alterações. As outras relações com este tópico 11, 39 e 43, já foram relatadas anteriormente.

O assunto “Métodos de conservação dos alimentos” se relaciona com os tópicos que estudam os grupos de microrganismos que causam alterações ou provocam doenças, como bactérias, vírus e fungos e leveduras (9, 32 e 57). Este item tem forte relação com o estudo do crescimento microbiano (52), na medida em que a maioria destes métodos utiliza-se de medidas que evitem este crescimento. Os métodos de conservação visam evitar a presença de microrganismos deteriorantes e os patogênicos, que provocam as doenças transmitidas por alimentos, daí a sua relação com estes tópicos (8,16 e 46).

O item “Doenças Transmitidas por Alimentos”, além das relações já relatadas (51, 27, 46), tem relação com o estudo dos grupos de microrganismos que podem provoca-las como os fungos e leveduras, os vírus e as bactérias (10, 48 e 58) e o próprio grupo dos microrganismos patogênicos (17). Também existe relação entre este e os processos de higiene e sanificação (59 e 20), pois eles evitam tais doenças e com a legislação sanitária (60).

O tópico “Microrganismos patogênicos em alimentos”, além das relações já demonstradas (55, 17, 16, 56), tem relação com os tópicos que estudam os processos de higiene na indústria de alimentos, na medida em que esses processos visam a eliminação destes microrganismos nos alimentos (29 e 19) e também com os padrões microbiológicos da legislação, visto que os mesmos são estabelecidos com base nestes microrganismos (18). Da mesma forma existe relação deste tópico com os grupos de microrganismos, pois em todos eles existem algumas espécies que são patogênicas (30, 37 e 61).

O ponto “Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)”; que trata do estudo de um processo de controle dos perigos nos alimentos e que é utilizado na indústria de alimentos, relaciona-se com o item que estuda a higiene e sanitização de alimentos (21) e com os padrões microbiológicos da legislação, pois estes processos visam atender a estes parâmetros (50), também tem relação com o tópico “Microrganismos indicadores”, pois são

eles que detectam a presença de microrganismos indesejáveis nos alimentos (42). Além disso, se relacionam com os grupos de microrganismos que podem estar presentes nos alimentos (62, 63, 33), e as relações já citadas (20, 29, 49).

O assunto “Higiene e sanificação na indústria de alimentos”, além das relações citadas (21, 19, 59, 47), tem relação com os grupos de microrganismos (65, 64 e 22) e com os microrganismos indicadores e os padrões microbiológicos da legislação (13 e 15), pois a higiene visa atender a esses padrões estabelecidos.

O ponto “Microrganismos indicadores de contaminação”, além das já citadas relações 42, 56, 13, tem relação com os grupos de microrganismos (44 e 67), com os padrões microbiológicos (14), pois são eles que estabelecem estes padrões.

No tópico “Padrões microbiológicos da legislação”, também já foram citadas as relações 15, 50, 18 e 14. Há também relação deste tópico com os grupos de microrganismos (23, 36 e 66), com as doenças transmitidas por alimentos (60), pois estes padrões visam evitá-las.

O assunto “Bebidas alcoólicas - Microrganismos envolvidos”, também se relaciona com fungos e leveduras (24), pois estes são na sua maioria os responsáveis por estas transformações.

Os tópicos “Bactérias em alimentos”, “Fungos e leveduras em alimentos” e “Vírus em alimentos”, já tiveram todas as suas relações citadas anteriormente e quanto ao item “Introdução e importância dos microrganismos nos alimentos”, por tratar-se de uma visão geral da microbiologia de alimentos, percebe-se sua relação com todos os tópicos da disciplina.

A depender dos objetivos a serem alcançados e do caminho de escolha a ser percorrido sobre esta rede, estas relações não se esgotam, e outras podem ainda ser percebidas. Também para além da disciplina, muitas relações podem ser feitas, avançando para um currículo mais integrado.

## VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo geral, identificar e analisar de forma comparada, no Brasil e países com maior índice de patentes no mundo na área de alimentos, os conteúdos de “Microbiologia de Alimentos” presentes em cursos de graduação com o objetivo de propor uma nova organização dos conteúdos, com base numa concepção de conhecimento como rede de significações. Para tanto, investigou-se quais conteúdos da disciplina Microbiologia de Alimentos são priorizados nos cursos de graduação e analisou-se o modo como são apresentados nos planos de ensino da respectiva disciplina e a partir daí, sugeriu-se uma alternativa que aponta para uma visão do conhecimento deste tema como uma rede de relações entre os seus conteúdos de estudo.

Discorreu-se sobre algumas visões do conhecimento que foram construídas ao longo do tempo e de como uma delas, a visão cartesiana, teve influência sobre a educação formal nas escolas. Desta influência derivaram os currículos organizados em disciplinas, baseados na concepção de fragmentação e ordenamento do saber, enfatizando a ideia de encadeamento dos conteúdos a serem aprendidos. Da mesma forma essa concepção de organização do saber perpassa os conteúdos dentro de uma mesma disciplina, seguindo a mesma concepção cartesiana. Assim reforça-se a parcialização do saber.

Autores como Capra, Morin, Zabala, Santomé, Machado, Dabas e Najmanovich e Sousa Santos trazem que os problemas atuais são sistêmicos e estão intimamente interligados. Assim, são interdependentes e não podem ser entendidos no âmbito da metodologia fragmentada que é caracterizada nas disciplinas acadêmicas. Estes mesmos autores vêm chamando a atenção para a importância da visão global para a compreensão de uma realidade cada vez mais complexa, e da importância desta visão na construção do conhecimento.

Isto aponta para um caráter interdisciplinar do conhecimento, e pressupõe uma mudança da visão cartesiana e fragmentada do mundo para uma visão mais global que pode ser alcançada através de uma rede de significações, para superar o paradigma cartesiano da fragmentação, do ordenamento e da linearidade.

Na perspectiva de contribuir com essa visão do conhecimento como rede de significações, procurou-se trazer esta abordagem aos conteúdos da disciplina Microbiologia de Alimentos para os cursos de graduação. Este caminho foi trilhado através de etapas de trabalho com objetivos específicos para alcançar o objetivo geral da pesquisa.

A primeira necessidade foi a de identificar os conteúdos abordados pelas universidades pesquisadas. Nesta etapa encontraram-se cinquenta tópicos de conteúdos. Destes, analisou-se quais eram os mais frequentes no total de países pesquisados. Dos cinquenta tópicos, dezessete foram os mais frequentes nas universidades pesquisadas, sendo eles os seguintes: “Fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados à microbiota dos alimentos”; “Introdução e Importância dos microrganismos nos Alimentos”; “Doenças Transmitidas por Alimentos”; “Alterações em Alimentos”; “Bactérias em alimentos”; “Métodos de conservação dos alimentos”; “Alimentos obtidos através de microrganismos”; “Microrganismos patogênicos em alimentos”; “Crescimento microbiano”; “Fungos e leveduras em alimentos”; “Microrganismos de interesse em Alimentos”; “Padrões microbiológicos da legislação”; “Vírus em alimentos”; “Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)”; “Microrganismos indicadores de contaminação”; “Bebidas alcoólicas - Microrganismos envolvidos” e “Higiene e sanificação na indústria de alimentos”.

Em seguida, foi realizada a análise da distribuição e frequência dos conteúdos no total de países pesquisados. Nesta análise constatou-se que dentre os temas da disciplina, os que mais se apresentam são os que estudam os aspectos gerais da microbiologia de alimentos (42%), seguidos dos temas que estudam os microrganismos patogênicos e os que são utilizados como modificadores ou produtores de alimentos (24%). Os demais tópicos que tratam do estudo dos microrganismos deteriorantes ficaram com 4% da frequência nos planos.

Também foram realizadas estas análises por país pesquisado, visando uma comparação entre estes. Encontrou-se neste estudo, que todos os países pesquisados dão ênfase ao estudo dos aspectos gerais da microbiologia de alimentos, embora a França coloque este tema em segundo lugar, priorizando os estudos que se referem à saúde do consumidor, que vem em segundo lugar nas as universidades dos EUA e Brasil, enquanto no Japão a segunda prioridade é dada ao estudo da obtenção de alimentos através de microrganismos. Este tema na França tem a mesma importância que o estudo dos aspectos gerais da microbiologia de alimentos. O tema microrganismos deteriorantes tem pouca importância em todos os países, com exceção da França, onde o mesmo tem a mesma importância dada ao tema que estuda os aspectos gerais da microbiologia de alimentos.

Em seguida analisou-se a organização dos conteúdos encontrados nos planos de ensino e percebeu-se que o modo de organização dos conteúdos da disciplina, dispostos nestes planos seguem a uma lógica linear de encadeamento de conteúdos, embora na maioria das vezes estes pareçam não obedecer a uma sequência entre os temas de estudo, sugestão de uma

fragmentação no conhecimento da disciplina. Não foi revelada através dos planos, evidência de que seja demonstrada uma relação entre os tópicos de estudo.

Para sugerir uma rede de relação entre os conteúdos da disciplina, necessitou-se fazer uma seleção dos conteúdos mais frequentes e desta resultaram dezessete tópicos de conteúdos, que foram organizados em um mapa, sugerindo possíveis relações entre estes.

A rede de relações entre os tópicos da disciplina Microbiologia de Alimentos, não se esgota na que é sugerida neste trabalho, e aqui também não se propõe um caminho para percorrê-la, pois acredita-se, vários serem possíveis, pelas próprias características de uma rede, já ressaltadas por Machado (2004, p. 132-133), de que podem ser acêntricas ou terem múltiplos centros, e de que estes podem estar em qualquer parte, dependendo do contexto e do olhar de quem a percorre.

Acredita-se ser um desafio desvincular-se da tão arraigada ideia de linearidade e encadeamento para transcender à visão da rede de relações no contexto da educação formal em nível universitário, como já sinalizado por Anastasiou (2007a, p. 34), para quem um dos grandes desafios do professor universitário, “é o de selecionar, a partir do campo científico em que atua, os conteúdos, os conceitos e as relações; em outras palavras, a rede pretendida, composta por elementos a serem apreendidos”.

Apresentar e desenvolver os conteúdos de uma disciplina baseando-se em uma visão do conhecimento como uma rede de relações que se vislumbra mais adequada a uma realidade complexa, não descarta a utilização das perspectivas de linearidade e encadeamento, como auxiliares no processo de construção do conhecimento.

A utilização da rede de relações pressupõe também uma metodologia de ensino contextualizada e diversificada, que dê condições de perpassar pelos tópicos evidenciando as suas diversas relações, não só no interior da disciplina, como também em relação a outras disciplinas do currículo e estimulando o aluno na construção de outras possíveis relações.

Já foi apontado por Machado (2005, p. 211) que “um programa de pesquisa que busque explicitar concepções de conhecimento que subjazem ao trabalho escolar, e articuladas com as correspondentes ações de natureza pedagógica, poderá ter um significado pedagógico profundo”.

Acredita-se que outras pesquisas, que visem a uma análise dos resultados de aprendizagem com a utilização da rede de relações na apresentação dos conteúdos de uma dada disciplina se fazem necessários, para estimular este tipo de abordagem no ensino superior.

## REFERÊNCIAS

ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos. Da visão de ciência à organização curricular. In: ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos; ALVES, Leonir Passate. (Orgs.). Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 7. ed. Joinville, SC: Univille, 2007(b).

ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos. Ensinar, aprender e processos de ensinagem. In: ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos; ALVES, Leonir Passate. (Orgs.). Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 7. ed. Joinville, SC: Univille, 2007(a).

ARANHA, Maria Lúcia de Arruda. História da Educação e da Pedagogia: geral e Brasil. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2006.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001.

BACON, Francis. Novum Organum: Verdadeiras Indicações Acerca da Interpretação da

BURKE, Peter. Uma História Social do Conhecimento: de Gutenberg a Diderot. Trad. Plínio Dentzien. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2003.

CAPRA, Fritjof. O ponto de mutação. São Paulo: Cultrix, 2006.

CDC - Centers for Disease Control and Prevention. Foodborn Burden. Fev. 2011. Disponível em: [http://www.cdc.gov/foodborneburden/PDFs/FACTSHEET\\_A\\_FINDINGS\\_updated4-13.pdf](http://www.cdc.gov/foodborneburden/PDFs/FACTSHEET_A_FINDINGS_updated4-13.pdf). Acesso em: 22 mar 2011 (a).

CDC - Centers for Disease Control and Prevention. BSE (Bovine Spongiform Encephalopathy, or Mad Cow Disease). Mar. 2011. Disponível em: <http://www.cdc.gov/ncidod/dvrd/bse/>. Acesso em: 30 abr. 2011 (b).

CHAUÍ, Marilena. Convite à Filosofia. São Paulo: Ed. Ática, 2000.

CNE – Conselho Nacional de Educação. Orientação para as diretrizes curriculares dos cursos de graduação. PARECER Nº:776/97. Distrito Federal, 2007.

COMTE, Auguste. Coleção Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, 1978.  
Créditos da digitalização: Membros do grupo de discussão Acrópolis (Filosofia). Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cv000016.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2009.

DABAS, Elina; NAJMANOVICH, Denise. (Org.). Redes el language de los vínculos: hacia La reconstrucción y El fortalecimiento de La sociedade civil. Buenos Aires: Paidós, 2002.

DESCARTES, René. Discurso sobre o Método. Trad. Paulo M. de Oliveira. 2 ed. Baurú, SP: EDIPRO, 2006.

- FORSYTHE, Stephen J. Microbiologia da Segurança Alimentar. Trad. Maria Carolina Minardi Guimarães e Cristina Leonhardt. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- FRANCO, Bernadette D. Gombossy de Melo; LANDGRAF, Mariza. Microbiologia de Alimentos. São Paulo: Editora Atheneu, 2008.
- FRANCO, Maria Laura P. B. Análise de Conteúdo. 2. ed. Brasília: Liber Livro Editora, 2007.
- FREITAS, Luiz Carlos de. Crítica da organização do trabalho pedagógico e da didática. Campinas, SP: Papyrus, 1995.
- GALLO, Vanessa. Aumenta a procura por produtos funcionais e fermentados no país. Ver. Gastronomia e Negócios, 22 Abril 2010. Disponível em: [http://gastronomiaenegocios.com/gn/home/falando\\_serio/ver/863/imagens/banners/bancoAlimentos.swf](http://gastronomiaenegocios.com/gn/home/falando_serio/ver/863/imagens/banners/bancoAlimentos.swf). Acesso em: 15 maio 2011.
- GARRUTTI; Érica Aparecida; SANTOS; Simone Regina dos. A interdisciplinaridade como forma de superar a fragmentação do conhecimento. Revista de Iniciação Científica da FFC, v. 4, n. 2, 2004.
- GIL, Antônio Carlos. Didática no ensino superior. São Paulo: Atlas, 2007.
- GOMEZ, Angel I. Perez. Las Fronteras de la Educacion. Madrid: Zero, 1978.
- JAY, James. Microbiologia de Alimentos. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- KANT, Immanuel. Crítica da Razão Pura. Trad: J. Rodrigues de Meringe. 2009.
- LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. Trad. Heloisa Monteiro e Francisco Settineri. Porto Alegre: Artmed; Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.
- LIBÂNEO, José Carlos. Didática. São Paulo: Cortez, 1994.
- LUCARELLI, Elisa. Currículo. In: FAZENDA, Ivani C. A. (Org.) Interdisciplinaridade: dicionário em construção. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2002.
- LUCKE, John. An Essay Concerning Human Understanding. 28. ed. London: T Tegg and Son, 1838. Disponível em: [http://books.google.com.br/books?id=CzgIAAAAQAAJ&printsec=frontcover&source=gbs\\_v2\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q=&f=false](http://books.google.com.br/books?id=CzgIAAAAQAAJ&printsec=frontcover&source=gbs_v2_summary_r&cad=0#v=onepage&q=&f=false). Acesso em: 28 dez 2009.
- MACHADO, Nílson José. Educação: competência e qualidade. São Paulo: Escrituras Editora, 2009.
- MACHADO, Nílson José. Educação: projetos e valores. São Paulo: Escrituras Editora, 2004.
- MACHADO, Nílson José. Epistemologia e Didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2005a.

MACHADO, Nílson José. Imagens do conhecimento e ação docente no ensino superior. In: Cadernos de Pedagogia Universitária. n. 5. Pró-reitoria de Graduação. São Paulo: USP, jun. 2008. Disponível em: [http://naeg.prg.usp.br/gap/material\\_nilson\\_machado/nilson\\_machado\\_caderno\\_5.pdf](http://naeg.prg.usp.br/gap/material_nilson_machado/nilson_machado_caderno_5.pdf). Acesso em: 02 out. 2009.

MACHADO, Nílson José. Interdisciplinaridade e contextualização. In: INEP. ENEM – Fundamentação Teórica Metodológica. 2005b. Disponível em: <http://www.publicacoes.inep.gov.br/detalhes.asp?pub=4005>

MAGEE, Bryan. História da Filosofia. São Paulo: Edições Loyola, 1999.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Metodologia Científica. 5. ed. 3. reimpr. São Paulo: Atlas, 2009.

MARTINS, Pura Lúcia Oliver. Didática teórica, didática prática: para além do confronto. São Paulo: Edições Loyola, 2002.

MEC – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. RESOLUÇÃO Nº 4, DE 6 DE ABRIL DE 2009.

MORIN, Edgar. A Cabeça Bem-Feita: repensar a reforma, reformar o pensamento. Trad. Eloá Jacobina. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

MORIN, Edgar. O Método 1: a natureza da natureza. Trad. Ilana Heineberg. Porto Alegre: Sulina, 2005.

MORIN, Edgar. O Método 3: ao conhecimento do conhecimento. Trad. Juremir Machado da Silva. Porto Alegre: Sulina, 2008.

MORIN, Edgar. Introdução ao pensamento complexo. Porto Alegre: Sulina, 2007. Natureza. Trad. José Aluysio Reis de Andrade. Digitalização: Membros do grupo de discussão Acrópolis (Filosofia). Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cv000047.pdf>. Acesso em: 29 dez 2009.

OMS – Organização Mundial de Saúde. Cinco Chaves para uma Alimentação mais Segura: Manual. Publicado pela Organização Mundial de Saúde em 2006, sob o título Five Keys for Safer Food Manual. Disponível em: [http://www.who.int/foodsafety/consumer/manual\\_keys\\_portuguese.pdf](http://www.who.int/foodsafety/consumer/manual_keys_portuguese.pdf). Acesso em: 23 fev. 2011.

PELCZAR JR, Michael J; CHAN, E. S. C; KRIEG, Noel R. Microbiologia: conceitos e aplicações. 2 ed. São Paulo: Makron Books, 1996.

PIAGET, Jean. Epistemologia Genética. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

PILETTI, Nelson; PILETTI, Claudino. História da Educação. São Paulo: Editora Ática, 2010.

POPPER, Sir. Karl R. Conhecimento Objetivo: uma abordagem evolucionária. Trad. Milton Amado. Belo Horizonte: Editora Itatiaia, 1999.

QS Quacquarelli Symonds. The – QS World University Rankings 2009 - top universities. Disponível em: [www.topuniversities.com](http://www.topuniversities.com). Acesso em: 25 nov. 2009.

RAUD, Cécile. Os alimentos funcionais: a nova fronteira da indústria alimentar. Rev. Sociol. Polít., Curitiba, v. 16, n. 31, p. 85-100, nov. 2008.

REE (Références et études économiques). Agriculture Française. APCA-REE. Mai. 2009. Disponível em: [http://www.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/Chiffres\\_cles/agriculture\\_france\\_portugais.pdf](http://www.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Chiffres_cles/agriculture_france_portugais.pdf). Acesso em: 15 mai. 2011.

ROCHA, Maria Alice de Castro. Uma reflexão sobre a aprendizagem e o conhecimento. In: Seminários de Estudos em Epistemologia e Didática (SEED). Org. Nílson José Machado. São Paulo: FEUSP, 2009. Disponível em: <http://www.nilsonmachado.net/geseed092.html>. Acesso em: 10 dez. 2009.

ROSA, Alessandra Menegazzo, et all. Alimentos fermentados à base de soja (*Glycine max* (Merrill) L.): importância econômica, impacto na saúde e efeitos associados às isoflavonas e seus açúcares. Rev. Bras. Biociências. Vol. 7, n. 4, 2009.

SAIANI, Cláudio. O valor do conhecimento tácito: a epistemologia de Michael Polanyi na escola. São Paulo: Escrituras Editora, 2004.

SANTOMÉ, Jurjo Torres. Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1998.

SANTOS, Boaventura de Sousa. Um discurso sobre as ciências. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

SAVIANI, Nereide. Saber escolar, currículo e didática: problemas da unidade conteúdo/método no processo pedagógico. 4 ed. Campinas, São Paulo: Autores Associados, 2003.

SILVA JR., Eneo Alves da. Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos. 5. ed. São Paulo: Livraria Varela, 1995.

SOUZA JÚNIOR, Marcílio; GALVÃO, Ana Maria de Oliveira. História das disciplinas escolares e história da educação: algumas reflexões. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 391-408, set/dez, 2005.

TENÓRIO, Robinson Moreira. Cérebros e Computadores: a complementaridade analógico-digital na informática e na educação. 4. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2003.

TESCAROLO, Ricardo. A complexidade e o magistério da ação. In: (Orgs). MACHADO, Nílson José; CUNHA, Marisa Ortegoza. Linguagem, conhecimento, ação: ensaios de epistemologia e didática. São Paulo: Escrituras Editora, 2003.

TORRES, Rosa Maria. Que (e como) é necessário aprender?: necessidades básicas de aprendizagem e conteúdos curriculares. Campinas, SP: Papirus, 1994.

TORTORA, Gerard J; FUNKE, Berdell R; CASE, Christine L. Microbiologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

VAN AMSON, Gisele; HARACEMIV, Sônia Maria Chaves; MASSON, Maria Lucia. Levantamento de dados epidemiológicos relativos à ocorrências/ surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTAs) no estado do Paraná Brasil, no período de 1978 a 2000. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 6, Dec. 2006. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542006000600016&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542006000600016&lng=en&nrm=iso)>. access on 11 Feb. 2011. doi: 10.1590/S1413-70542006000600016.

WIPO - Word Intellectual Property Organization. Disponível em: <http://www.wipo.int/pctdb/images/extract4.html?FORM=SEP-0/EXT>. Acesso em 25 nov. 2009.

ZABALA, Antoni. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZABALA, Antoni. Enfoque globalizador e pensamento complexo: uma proposta para o currículo escolar. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

ZILLES, Urbano. Teoria do Conhecimento. 5 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2006.

## ANEXO A

figura 20 – Rede de relações entre os tópicos da disciplina Microbiologia de Alimentos

