



Número:  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

## **INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E  
TECNOLÓGICA**

**Lais Silveira Fraga**

**O Curso de Graduação da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP: uma  
análise a partir da Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade.**

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências como  
parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em  
Política Científica e Tecnológica.

**Orientador:** Prof. Dr. Renato Peixoto Dagnino

**CAMPINAS - SÃO PAULO**

Agosto – 2007

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA CENTRAL DA UNICAMP  
Bibliotecário: Helena Joana Flipsen – CRB-8ª / 5283**

Fraga, Lais Silveira.

F842c

O curso de graduação da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP : uma análise a partir da educação em ciência, tecnologia e sociedade / Lais Silveira Fraga. -- Campinas, SP : [s.n.], 2007.

Orientador: Renato Peixoto Dagnino.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Tecnologia de alimentos - Currículos. 2. Tecnologia - Aspectos sociais. 3. Ciência e tecnologia. I. Dagnino, Renato Peixoto. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Campinas. Instituto de Geociências. III. Título.

Título e subtítulo em inglês: Food Engineering Undergraduate Course from UNICAMP : an analysis based in the science, technology and society education.

Palavras-chave em inglês (Keywords): Technology of food - Core curriculum, Technology - Social aspects, Science and technology.

Titulação: Mestre em Política Científica e Tecnológica.

Banca examinadora: Irlan von Linsingen  
Henrique César da Silva

Data da Defesa: 24-08-2007

Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM  
POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

AUTORA: LAIS SILVEIRA FRAGA

O Curso de Graduação da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP:  
uma análise a partir da Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade

ORIENTADOR: Prof. Dr. Renato Peixoto Dagnino

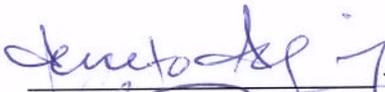
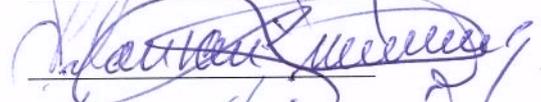
Aprovada em 24/08/2007

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Renato Peixoto Dagnino

Prof. Dr. Irlan Von Linsingen

Prof. Dr. Henrique César da Silva

 - Presidente  
  


Campinas, 24 de agosto de 2007

## **Agradecimentos**

À minha mãe e ao meu pai, por possibilitarem que eu me tornasse uma pessoa autônoma e consciente das minhas responsabilidades no mundo. À minha mãe, por me ensinar a cuidar dos outros e incentivar minha intelectualidade, e ao meu pai, pela exatidão do pensamento e honestidade.

Aos meus irmãos Jane e Ivan, pelas brigas, brincadeiras, cuidados e conversas. Por estarem sempre presentes e serem pessoas que tanto admiro.

Aos primos, primas, tios, tias e avós, por me ensinarem, na prática, o que é solidariedade.

Aos amigos e amigas da ITCP/UNICAMP, pelo trabalho árduo, pelas críticas, pelos ensinamentos e, principalmente, pela insistência em construir, a cada dia, as relações sociais necessárias para uma sociedade mais justa e igualitária.

Aos grandes amigos e amigas Bruna Vasconcellos, Ioli Wirth, César Andaku, Élcio Magalhães, Denis Forigo, Cristina Beskow, Ricardo Silveira, Tatiana Dimov, Aline Tavares, Wilon Mazalla, Danuta Chmielewska, Daniela Metello, Ulisses de Assis, Eduardo Kawamura, Rogério Veiga, Rodrigo Fonseca, Gustavo Valente, Camila Rossi, que, pelo convívio prazeroso e pelas profundas discussões, são um pouco responsáveis pelo que sou e pelo que quero para o mundo.

À Ozelita, à Bernardete e à Cecília, trabalhadoras de empreendimentos populares, que muito me ensinaram e me inspiraram nos último três anos.

Aos amigos e amigas do GAPI Henrique Novaes, Rafael Dias, Milena Serafim, Carolina Bagatolli, Rogério Silva, Márcia Tait, Ednalva Félix, pelo comprometimento, pelas risadas e pelo trabalho coletivo.

Aos professores e professoras Irlan von Linsingen, Décio Auller, Noela Invernizzi, Celso Lopes, Nilo Rodrigues, Maurício Compiani, Henrique César da Silva e Rachel Negrão, pelos ensinamentos e pelo trabalho que fazem.

Ao Uirá Machado, por cada minuto que passamos juntos, por me ensinar a escrever melhor, pela atenta leitura desta dissertação e por ser, além de tudo, um parceiro intelectual.

Ao Prof. Renato Dagnino, por ser um orientador que consegue unir acompanhamento atento e liberdade, pela herança latino-americana, por ser radical na crítica e sacudir a aparente pasmaceira da academia.

Ao CNPq, pelos recursos financeiros que viabilizaram esta dissertação.

# Sumário

<b><u>Lista de Quadros.....</u></b>	<b><u>vii</u></b>
<b><u>Lista de Tabelas.....</u></b>	<b><u>vii</u></b>
<b><u>Lista de Ilustrações.....</u></b>	<b><u>vii</u></b>
<b><u>Siglas.....</u></b>	<b><u>viii</u></b>
<b><u>Introdução.....</u></b>	<b><u>1</u></b>
<u>Motivação.....</u>	<u>1</u>
<u>Considerações metodológicas.....</u>	<u>4</u>
<u>Encadeamento dos capítulos.....</u>	<u>6</u>
<b><u>Capítulo 1 – O currículo da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP.....</u></b>	<b><u>8</u></b>
<u>1.1 – A Faculdade de Engenharia de Alimentos.....</u>	<u>8</u>
<u>1.2 – A taxonomia das disciplinas.....</u>	<u>12</u>
<u>1.2.1 – Classificação das ementas.....</u>	<u>13</u>
<u>1.3 – A aplicação da taxonomia.....</u>	<u>16</u>
<u>1.3.1 – Classificação das disciplinas.....</u>	<u>17</u>
<u>1.3.2 – Quantificação dos tipos de disciplinas.....</u>	<u>29</u>
<u>1.3.3 – Distribuição dos tipos de disciplinas no tempo.....</u>	<u>30</u>
<u>1.4 – A proposta do MEC.....</u>	<u>35</u>
<u>1.4.1 – Diretrizes curriculares para os cursos de graduação em engenharia.....</u>	<u>36</u>
<u>1.4.2 – Legislação específica para a Engenharia de Alimentos.....</u>	<u>41</u>
<u>1.5 – Considerações Preliminares.....</u>	<u>43</u>
<b><u>Capítulo 2 – A educação tecnocientífica e a Educação CTS.....</u></b>	<b><u>47</u></b>
<u>2.1 – Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade.....</u>	<u>47</u>
<u>2.1.1 – O campo CTS.....</u>	<u>48</u>
<u>2.1.2 – A educação CTS.....</u>	<u>52</u>
<u>2.2 – Críticas da educação CTS à educação convencional.....</u>	<u>55</u>
<u>2.2.1 - As visões distorcidas presentes na educação tecnocientífica.....</u>	<u>56</u>
<u>2.2.2 – As dicotomias a serem superadas pela educação tecnocientífica.....</u>	<u>59</u>
<u>2.2.3 – As quatro visões da tecnociência.....</u>	<u>60</u>
<b><u>Capítulo 3 - Análise do currículo da FEA a partir da Educação CTS .....</u></b>	<b><u>64</u></b>
<u>3.1 – Crítica do currículo da FEA a partir da educação CTS.....</u>	<u>64</u>
<u>3.1.1 – As distorções no currículo da FEA.....</u>	<u>66</u>
<u>3.1.2 – As cisões no currículos da FEA.....</u>	<u>69</u>
<u>3.1.3 – Qual o tipo científico tecnológico da FEA?.....</u>	<u>71</u>
<u>3.2 – Considerações finais.....</u>	<u>74</u>
<b><u>Referências Bibliográficas.....</u></b>	<b><u>83</u></b>

## **Lista de Quadros**

Quadro 1 – Critério para classificação das disciplinas.....	15
Quadro 2 – Lista de disciplinas do tipo 1.....	17
Quadro 3 – Lista de disciplinas do tipo 2.....	19
Quadro 4 - Lista de disciplinas gerais do tipo 2.....	22
Quadro 5 - Lista de disciplinas específicas do tipo 2.....	23
Quadro 6 - Lista de disciplinas do tipo 3.....	24
Quadro 7 - Lista de disciplinas do tipo 4.....	26
Quadro 8 - Lista de disciplinas industriais.....	28
Quadro 9 - Classificação dos conteúdos no currículo de engenharia.....	37
Quadro 10 - Classificação das disciplinas do currículo de engenharia de alimentos.....	42

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 - Quantificação dos tipos de disciplina.....	29
---	----

## **Lista de Ilustrações**

Ilustração 1 - Distribuição das disciplinas por semestre.....	31
Ilustração 2 - Distribuição dos créditos por semestre.....	32
Ilustração 3 - Distribuição dos tipos de disciplina por semestre.....	33
Ilustração 4 - Distribuição dos créditos por tipo de disciplina por semestre.....	34
Ilustração 5 – As quatro visões da tecnociência.....	61
Ilustração 6 – As correntes CTS 1 e CTS 2.....	63
Ilustração 7 - Eixo da autonomia.....	72
Ilustração 8 - Eixo da Neutralidade.....	73

## **Siglas**

CES – Câmara de Educação Superior  
CNE – Conselho Nacional de Educação  
CONFEA – Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia  
CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade  
DAC – Diretoria Acadêmica  
ECTS – Estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade  
FEA – Faculdade de Engenharia de Alimentos  
ITAL – Instituto de Tecnologia de Alimentos  
ITCP – Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares  
MEC – Ministério da Educação  
PLON – Projeto de desenvolvimento curricular em física  
SATIS – Science and Technology in Society  
SISCON – Science in Social Context  
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina  
UFPR – Universidade Federal do Paraná  
UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas



**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**  
**Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica**

**O Curso de Graduação da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP: uma análise a partir da Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade.**

**RESUMO**

**Dissertação de Mestrado**

**Lais Silveira Fraga**

A necessidade de repensar o processo de formação nas engenharias tem sido ressaltada por autores que centram sua crítica na concentração dos currículos em aspectos técnicos em detrimento dos aspectos sociais e políticos. O que levaria engenheiros e engenheiras a atuar de forma limitada e, principalmente, alienada diante da complexidade das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Partindo desse entendimento, a pesquisa que originou este trabalho analisou o currículo do curso de graduação da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP (FEA) à luz do campo da Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Na primeira etapa, as disciplinas foram classificadas segundo uma taxonomia elaborada a partir de três critérios: ênfase nos aspectos técnicos, aplicabilidade do conteúdo e flexibilidade da disciplina. O que sugere a existência de quatro tipos de disciplina que foram denominados: básica, aplicada, múltiplos aspectos e fechada. A seguir, observou-se o modo como esses tipos de disciplina se distribuem ao longo do curso. Essa primeira etapa apontou que o currículo possui as seguintes características: tecnicista, fechado, com clara separação entre teoria e prática e com foco na indústria. A segunda etapa da pesquisa consistiu numa interpretação desse resultado à luz das críticas que a Educação CTS faz à educação tecnocientífica convencional. Foram utilizadas as contribuições de Gordillo e Galbarte (2002), que apresentam sete “visões distorcidas” presentes na educação convencional; de Gordillo, Osório e Lopéz Cerezo (2000), que apresentam cinco “dicotomias” nela presentes; e Dagnino (2006), que organiza sua crítica em quatro possíveis visões da tecnociência. As duas primeiras críticas permitem evidenciar que o currículo da FEA apresenta “visões distorcidas” e “dicotomias”. A terceira mostra que ele está fortemente influenciado pela “concepção instrumentalista da tecnociência”. A conclusão indica que as críticas feitas pela Educação CTS são pertinentes ao curso da FEA: que ele traz implícita uma visão neutra de tecnociência e que, por ter como foco a indústria, não é plural. O contraste do resultado alcançado com a idéia de onde se partiu, de que a ausência de uma formação humanística não prepara o engenheiro para a crítica do sistema socioeconômico e político em que está inserido, levou a outra conclusão: não parece que a introdução de humanidades no currículo seja capaz de torná-lo mais plural. Isto é, de proporcionar ao engenheiro a capacidade de conceber formas tecnológicas que atendam a outros atores que não os que formam a “indústria” (leia-se a empresa privada). Alavancar uma sociedade alternativa, baseada em outros valores, interesses e atores, exige do engenheiro(a) uma reflexão sobre o caráter da tecnociência e de sua relação de coorganização com as forças que estruturam a sociedade.



**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**  
**Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica**

**Food Engineering Undergraduate Course from UNICAMP: an analysis based in the science, technology and society education.**

**Abstract**

**Dissertação de Mestrado**

**Lais Silveira Fraga**

The necessity of rethinking the formation process in the engineering courses has been pointed out by authors that focus their criticism on the emphasis given on the curriculum to technical aspects compared to the social and political aspects. What would take engineers to act in a limited way and, mainly, alienated before the complexity of the relations between science, technology and society. Based on this understanding, the research that originated this project analyzed the curriculum of the undergraduate course from the Food Engineering Faculty of UNICAMP (FEA) enlighten by Science, Technology and Society Education field (STS). On the first stage, the disciplines were classified according to a taxonomy elaborated based on three criterions: emphasis on technical aspects, applicability of contents and disciplines flexibility. Which suggests the existence of four kinds of disciplines that were denominated: basic, applied multiple aspects and closed. After that, the way these kinds of discipline are distributed along the course was observed. This first stage indicated that the curriculum has the following characteristics: emphasis on technical aspects, closed, with clear segregation between theory and practice and focused in the industry. The second stage of the research consisted on an interpretation of these results enlighten by the criticism STS Education makes to conventional technoscientific education. For this propos we used contributions from Gordillo and Galbarte (2002), which bring seven “distorted visions” present in conventional education; from Gordillo, Osório and Lopéz Cerezo (2000), who present five “dichotomies” within this education; and Dagnino (2006), who organizes its criticism in four possible visions of technoscience. The two first criticisms make it evident that FEA's curriculum presents “distorted visions” and “dichotomies”. The third shows that it is strongly influenced by the “instrumentalist conception of technoscience”. The conclusion indicates that the criticism made by STS Education is pertinent to FEA's course: that it brings implied a neutral vision of technoscience and that, for being focused on industries, is not plural. The contrast of the results achieved with the initial idea, that the absence of a humanistic formation doesn't prepare the engineer to criticize the socioeconomic and political system in which he is inserted, led to another conclusion: it doesn't seem that the introduction of humanities in the curriculum is capable of making it plural. That is, making the engineer capable of conceiving technological forms that answer to the need of other actors besides the “industry” (meaning private companies). To stimulate an alternative society, based on other values, interests and actors, demands from the engineer a reflection on the character of technoscience and on its coorganizational relations with the forces that give structure to society.



**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**  
**Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica**

**El Curso de Graduación de la Facultad de Ingeniería de Alimentos de la UNICAMP: una  
análisis a partir de la Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad**

**RESUMEN**

**Disertación Maestría**  
**Lais Silveira Fraga**

La necesidad de repensar el proceso de formación en las ingenierías ha sido destacada por autores que centralizan su crítica en la concentración de los currículos en aspectos técnicos en detrimento a los aspectos sociales y políticos. Lo que llevaría los ingenieros e ingenieras a actuar de forma limitada y, principalmente, alienada adelante de la complejidad de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Partiendo de este entendimiento, la investigación que originó este trabajo analizó el currículo del curso de graduación de la Facultad de Ingeniería de Alimentos (FEA) de la Universidad Estadual de Campinas – São Paulo (UNICAMP) a la luz del campo de la Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). En la primera etapa, las asignaturas fueran clasificadas según una taxonomía elaborada a partir de tres criterios: énfasis en los aspectos técnicos, aplicabilidad del contenido y flexibilidad de la asignatura. Lo que sugiere la existencia de cuatro tipos de asignaturas que fueran denominadas: básica, aplicada, múltiple aspectos y cerrada. En seguida, se observó el modo como esos tipos de asignaturas se distribuyen durante todo el curso. Esta primera etapa apuntó que el currículo posé las siguientes características: tecnicista, cerrado, con clara separación entre teoría y práctica y con foco en la industria. La según etapa de la investigación consistió en una interpretación de este resultado a la luz del las críticas que la Educación CTS hace a la educación tecnocientífica convencional. Fueron utilizadas las contribuciones de Gordillo y Galbarte (2002), que presentan siete “visiones destorcidas” presentes en la educación convencional; de Gordillo, Osório y López Cerezo (2000), que presentan cinco “dicotomías” presentes en ella; y Dagnino (2006), que organiza su crítica en cuatro posibles visiones de la tecnociencia. Las dos primeras críticas permiten evidenciar que el currículo de la FEA presenta “visiones destorcidas” y “dicotomías”. La tercera muestra que el currículo está fuertemente influenciado por la “concepción instrumentalista de la tecnociencia”. La conclusión indica que las críticas hechas por la Educación CTS son pertinentes al curso de la FEA: el cual traje implícita una visión neutra de la tecnociencia y que, por tener como foco la industria, no es plural. El contraste del resultado alcanzado con la idea de adonde se partió, de que la ausencia de una formación humanística no prepara el ingeniero para la crítica de un sistema socioeconómico y político en lo que está inserido, llevó a otra conclusión: no parece que la introducción de humanidades en el currículo sea capaz de hacerlo plural. O sea, proporcionar al ingeniero la capacidad de concebir formas tecnológicas que atiendan a otros actores que no los que forman la “industria” (leer empresa privada). Impulsar una sociedad alternativa, basada en otros valores, interés y actores, exige del ingeniero(a) una reflexión sobre el carácter da tecnociencia y de su relación de coorganización con las fuerzas que estructuran la sociedad.

# Introdução

## **Motivação**

A mudança desejada na formação do engenheiro de alimentos não é um fim em si. Esta dissertação é um meio para atingir um objetivo maior. Mas o problema também não se encerra na UNICAMP, nem mesmo na universidade. A questão na qual se inserem as minhas dúvidas, o meu incômodo e, em consequência, esta dissertação, abarca a sociedade como um todo. Vivemos em um sistema contraditório, e acredito que existem alternativas reais a ele. Como diria Paulo Freire: “O mundo não é, ele está sendo” - e, se ele está sendo, é passível de mudança.

As implicações disso para a análise da tecnociência<sup>1</sup> são importantes demais para serem ignoradas. Acredito que ela também não é, mas está sendo criada por nós, engenheiros e engenheiras. E, nesse processo de criação, levamos em consideração muito mais do que aspectos puramente técnicos. Conscientemente ou não, levamos também em consideração o contexto formado pelas relações culturais, sociais e de poder no qual estamos inseridos. Não falo apenas das implicações, do uso tecnociência (ou da ciência e da tecnologia). Falo principalmente do que lhe é inerente desde o momento de sua concepção. Num sistema social dado (inclusive o capitalista, por certo), a tecnociência é determinada por esse contexto. Ela guarda hoje com esse sistema uma relação de causalidade recíproca. Ao contribuir para sua manutenção e expansão, a tecnociência recebe dele uma contribuição: o conjunto de valores e interesses que o viabilizam.

A minha relação com a área de engenharia de alimentos começou em 1999, quando fui aprovada no vestibular da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP. Surgiu naquela época um incômodo, ainda sem um contorno preciso, com a formação recebida no curso de graduação. O incômodo aumentou quando, em 2004, fui trabalhar na Incubadora Tecnológica de Cooperativas

---

<sup>1</sup> Escolhemos, nesta dissertação, utilizar, em vez da expressão “ciência e tecnologia”, a palavra “tecnociência”. As razões dessa escolha passam pelo fato de a expressão “ciência e tecnologia” já apresentar em si uma separação entre ciência e tecnologia e uma sugestão de que a tecnologia é uma aplicação da ciência. Acredito que essa separação não só se torna a cada dia menos relevante mas, principalmente, incoerente com o campo dos Estudos da Ciência, Tecnologia e Sociedade e com esta dissertação. Nuñez (2000, citado por Dagnino 2006) corrobora essa escolha e argumenta que “La ciencia y la moderna tecnología son inseparables; en consecuencia han llegado a ser actividades casi indistinguibles, y si la Revolución Científica del Siglo XVII, y la Revolución Industrial iniciada en el Siglo XVIII fueron procesos relativamente independientes, la fecundación recíproca y sistemática entre ciencia y tecnología es, sobre todo, un fenómeno que se materializa a partir de la segunda mitad del siglo XX y se acentúa notablemente en el siglo actual. Por eso, es difícil saber a que se dedican las personas que trabajan en un laboratorio de I+D de una gran industria: ¿hacen ciencia o hacen tecnología? Quizás simplemente hagan "tecnociencia", actividad donde los viejos límites son desdibujados”.

Populares da UNICAMP e se tornou mais consciente quando pude perceber a inadequação da formação recebida para trabalhar com pequenos empreendimentos autogestionários. Naquele mesmo ano, cursando uma disciplina com a professora Rachel Negrão, do Instituto de Geociências da UNICAMP, redigi uma monografia de final de curso sobre a formação em engenharia de alimentos, com o título de “Competências para um Projeto de Desenvolvimento Sustentável”. Nela, ingenuamente, dizia:

Ao engenheiro urge a necessidade de complementar sua formação através do desenvolvimento de competências que lhe faltam, buscando a reflexão filosófica dos humanistas em seus atos, formando sua ética e usando seus valores no cotidiano de sua profissão. Já a busca dos educadores deve ser a de usar a educação como prática transformadora da realidade, ou seja, deve se ampliar a formação dos engenheirandos, estimulando a busca pela relação entre ciência, tecnologia e sociedade. Com isso, aparecerá como consequência dessa formação a visão multifatorial dos problemas e a busca de soluções originais. (FRAGA, 2004).

Em meados de 2005, entrei em contato com o campo Ciência, Tecnologia e Sociedade e com o professor Renato Dagnino. Esse contato fez com que o incômodo em relação à formação do engenheiro de alimentos ganhasse nome. Foi após essa trajetória que entrei no programa de pós-graduação do Departamento de Política Científica e Tecnológica e coloquei no centro de minha curiosidade intelectual o debate sobre a formação e atuação do engenheiro. Um resultado dessa trajetória é esta dissertação, cujo objetivo é ampliar esse debate mostrando a alunos e professores que existem alternativas para o ensino em engenharia. Mesmo sabendo que existem outras formas de analisar e propor uma nova organização do currículo de um curso de graduação, escolhi o campo Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) como eixo para apresentar uma alternativa.

Assim, o objetivo deste trabalho é fazer uma análise crítica do currículo do curso de graduação em engenharia de alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) da UNICAMP à luz do campo dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (ou educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade, como o denotarei daqui em diante). Essa análise tem como objetivo fazer uma caracterização do currículo da engenharia de alimentos e comparar essa caracterização com as críticas que podem ser derivadas do campo da educação CTS.

A FEA é o caso estudado, mas se espera com esse estudo ampliar o debate para outras faculdades e para outras modalidades da engenharia. A FEA é apenas uma dentre muitas outras faculdades de engenharia de alimentos. No entanto, ela é significativa por ser a primeira criada no país e

também por ser considerada um centro de excelência tanto no meio acadêmico quanto pelas indústrias de alimentos.

Sei que a necessidade de repensar o processo de formação das engenharias não é nova. Muitos autores criticam a concentração dos currículos em aspectos técnicos em detrimento dos aspectos sociais e políticos. O resultado disso, também apontado por diversos autores, é a atuação de engenheiros e engenheiras de forma limitada e, principalmente, alienada diante da complexidade das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Kawamura (1979), por exemplo, afirma que engenheiros e engenheiras recebem um ensino pragmático, hierarquizado e parcelar que pode ser considerado preparatório para as oportunidades de emprego, que estão quase na totalidade nas grandes empresas:

A formação integradora em que se configura o ensino da engenharia é favorecida por sua crescente concentração, nos aspectos puramente técnicos da tecnologia, excluindo seus aspectos sociais e políticos. Esse caráter da formação do engenheiro permite reforçar sua posição acrítica de seu papel no processo econômico, social e político brasileiro (KAWAMURA, 1979).

Meu trabalho parte dessa visão e procura ir além. Não me ateno apenas ao fato de que a ausência de uma formação humanística tende a fazer do engenheiro um profissional despreparado para a crítica do sistema socioeconômico e político em que está inserido, e ao qual dedica sua energia e a capacidade intelectual que adquiriu em seu processo de formação. Mesmo porque, se assim fosse, os cientistas sociais adquiririam essa visão crítica ao se relacionarem com os conteúdos de Humanidades. Em conseqüência e em primeiro lugar, não acredito que a simples introdução das Humanidades no currículo possa proporcionar ao engenheiro essa capacidade que me parece essencial para conceber formas tecnológicas que possam alavancar uma sociedade alternativa, baseada em outros valores, interesses e atores. Em segundo lugar, acredito que essa capacidade exige uma reflexão sobre o caráter da tecnociência e sua relação de coorganização com a sociedade e a maneira como ela, em um dado momento, está estruturada. E é por isso que utilizo os conhecimentos do campo dos Estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade (ECTS) para a minha análise.

Esta é uma dissertação de caráter exploratório, com o objetivo de colocar o tema em debate. Em uma relação entre profundidade e novidade, acredito que, quanto mais consolidado um campo de estudo, maior será a profundidade de uma pesquisa realizada dentro dele. No entanto, quando o

campo de estudo é ainda novo (como é a educação CTS no país), a pesquisa apresentará alto grau de novidade, mas menor grau de profundidade. A novidade também está no fato de a análise ser realizada não a partir do campo da pedagogia (como era de esperar de uma análise de currículo), mas a partir do campo CTS e da experiência de ser ex-aluna do curso que está sendo analisado. São peculiaridades que trazem ônus e bônus para esta dissertação. Poderia, por isso, ser considerada uma pesquisa participante pós-fato, isto é, uma pesquisa em que a pesquisadora traz reflexões não apenas por olhar de fora o objeto mas também por ter vivenciado o objeto e por essa vivência ter influência direta no resultado da pesquisa.

### ***Considerações metodológicas***

A primeira consideração é sobre a opção de analisar apenas o currículo explícito do curso de graduação em engenharia de alimentos, uma vez que além dele existe também o currículo oculto. Existem, porém, diferentes definições de currículo oculto. Optamos por utilizar a discussão feita por Michael Apple não apenas por ser referência no tema mas também por apresentar importantes imbricações com esta dissertação. Apple (1982) vê o currículo de uma instituição de ensino como algo não neutro, com uma forte relação com a estrutura e com os interesses da sociedade. Para ele, o currículo oculto seriam os aspectos relacionais, normas e valores ensinados tacitamente. Já a seleção de conteúdos, a estruturação do currículo e a organização escolar seriam os aspectos estruturais, isto é, o currículo explícito. Minha opção tem como justificativa o fato de que as críticas ao currículo da engenharia e as reformulações curriculares recentes terem como foco os conteúdos abordados e a organização desses conteúdos, isto é, o currículo explícito. Minha intenção é dialogar com aqueles críticos dos currículos da engenharia que sugerem a adição de conteúdos de Humanidades (ou uma formação humanística) ao currículo de engenharia. São autores que frequentemente criticam o tecnicismo e a descontextualização da formação do engenheiro, mas aceitam os conteúdos e a organização desses conteúdos já existentes. Aceitam, conseqüentemente, a neutralidade e o determinismo da tecnociência. Aceitam que, para um objetivo “mais humano” ou “voltado para o social”, não é necessário reprojeta<sup>2</sup> os

---

<sup>2</sup> Os termos “reprojetar” e “reprojetamento” são derivações da tradução da palavra “*redesign*” utilizada por Andrew Feenberg (2002). Eles serão mais explorados no decorrer desta dissertação. A tradução foi feita por Dagnino e Novaes (2004), que também utilizam a expressão “adequação sócio-técnica”. Novaes (2005) afirma: “Ao invés de atribuir à técnica atual uma eficiência incontestável, Feenberg propõe um radical redesenho tecnológico que incorpore e harmonize na configuração tecnológica outras variáveis, tais como participação democrática no processo

conhecimentos tradicionais do currículo da engenharia. Como apontei antes, o campo da educação CTS tem importantes contribuições em relação a esse ponto.

No entanto, mesmo optando por focar apenas o currículo explícito, em muitos momentos a análise fará referência ao currículo oculto. Isso porque, é impossível analisar separadamente as duas faces do currículo, pois uma determina e é determinada pela outra. Por isso, pode-se dizer que o ponto de partida foi o currículo explícito, mas a análise incluiu aspectos relativos ao currículo oculto também.

O debate sobre o currículo oculto não é menos importante. Ressalto, nesse sentido, autores do campo da educação CTS como Auler e Delizoicov (2006) e Nascimento e Linsingen (2006), que relacionam a educação CTS com a educação popular de Paulo Freire. Outros, como Gordillo e Galbarte (2006), trazem metodologias para serem usadas na educação tecnocientífica com base nos objetivos do movimento CTS.

Muitos autores, ao apontar o anacronismo/inadequação do currículo das diversas modalidades de engenharia, sugerem, tal como fiz na minha monografia, que é necessário que a atuação do profissional da engenharia se dê com base na ética. E, em consequência, propõem a adição de novos conteúdos ao currículo. Ferraz (1983), citando as recomendações de um congresso de engenharia, diz que é necessário que “os engenheiros recebam uma sólida e ampla base de conhecimentos sociohumanísticos, em vista dos sistemas de valores que atualmente regem as condições da sociedade”. E ressalta a “necessidade de relacionar o exercício da profissão de engenheiro aos aspectos éticos, estéticos e sociais da coletividade” (FERRAZ, 1983). Esse debate, embora pertinente, não pode prescindir do que é anterior à atuação do engenheiro: em que visão da tecnociência está baseado o currículo?

A segunda consideração é relativa ao fato de a FEA ter reformulado seu currículo em 2003. Escolhi analisar o currículo do ano de 2006 por entender que a reformulação não implicou mudanças significativas em relação às questões que me interessa destacar e que podem ser identificadas a partir do campo CTS. Uma análise preliminar mostrou que a reformulação consistiu numa reorganização das mesmas disciplinas; o que não alterou as características do currículo anterior. Ela foi baseada em uma aproximação entre o currículo do curso diurno e

---

de trabalho, variáveis ambientais, critérios de saúde no trabalho, do impacto da técnica na saúde dos consumidores e desenvolvimento das potencialidades intelectuais dos trabalhadores.” (NOVAES, 2005, p. 83)

noturno. Até por isso, analisarei apenas o currículo do curso diurno. Acredito que analisar apenas o currículo de 2006 do curso diurno não trouxe prejuízos para a análise.

A educação CTS, ao mesmo tempo em que se mostra uma abordagem adequada para a análise proposta, pode ser também um campo pantanoso. Linsingen (2006) expõe a dificuldade:

Compreender a problemática da educação tecnológica contextualizada pressupõe ampliar o campo do olhar, construir novos sentidos sobre a ciência e a tecnologia, transgredir, buscar lá onde os guardiões das fronteiras esotéricas dos coletivos tecnológicos não permitem ir. Mas cabe lembrar que esses guardiões estão mais próximos do que podemos perceber à primeira vista; podem mesmo ter-se instalado em nossos espíritos de tal maneira que acabamos por nos tornar seus defensores e, por consequência, defensores das fronteiras que estamos tratando de romper. (LINSINGEN, 2006, p. 13).

Em relação às ferramentas utilizadas para a análise, foram escolhidas três formas de organizar a crítica da educação CTS em relação à educação tradicional. Foram utilizadas as contribuições de Gordillo e Galbarte (2002), Gordillo, Osório e Lopéz Cerezo (2000) e Dagnino (2006). A primeira contribuição organiza as críticas segundo sete visões distorcidas da tecnociência, presentes na educação em ciências. A segunda contribuição apresenta a crítica segundo cinco dicotomias presentes na educação tecnocientífica. A terceira, apresenta a crítica a partir da divisão de possíveis quatro visões da tecnociência.

Essas ferramentas de análise foram escolhidas por serem capazes, cada uma a seu modo, de sistematizar uma caracterização da educação tecnocientífica convencional. São contribuições que não apenas fazem a crítica mas também apontam as consequências dessas críticas e as possibilidades de alteração da educação a partir da constatação dessas consequências.

## ***Encadeamento dos capítulos***

A dissertação está organizada em três capítulos. O primeiro tem como objetivo descrever o objeto de pesquisa: o currículo da FEA. Para a descrição, será utilizada uma taxonomia das disciplinas que abarca quatro tipos de disciplinas: básicas, aplicadas, multifatoriais e abertas. Em conjunto com critérios que busquei formular, ela possibilitou uma caracterização geral do currículo. Posteriormente, essa caracterização foi comparada com a legislação do Ministério da Educação

(MEC) referente ao currículo da engenharia e às suas diferentes modalidades. Essa comparação possibilitou saber o que do currículo foi apoiado nas sugestões do MEC e o que é, de fato, uma escolha da instituição de ensino.

O segundo capítulo apresenta o marco analítico para a análise a ser feita no terceiro capítulo. Para isso, apresenta o campo educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade e as críticas que este formula à educação convencional.

Por fim, o terceiro capítulo consiste no resultado da aplicação do marco analítico ao objeto de pesquisa. Resumidamente, ele apresenta, com base na caracterização do currículo feita no capítulo 1, uma análise crítica do currículo da FEA a partir do campo educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade.

O principal resultado dessas análises foi um aprofundamento da caracterização geral do currículo da FEA apresentada no capítulo 1. Na primeira etapa, realizada no primeiro capítulo, o currículo foi caracterizado como tecnicista, com clara separação entre teoria e prática, fechado e com foco na indústria de alimentos. Esses aspectos serviram de base para a segunda etapa, realizada no segundo capítulo. A caracterização do currículo da FEA tornou-se mais refinada e aprofundada. Os aspectos levantados no primeiro capítulo foram comparados com as críticas que o campo CTS faz à educação tecnocientífica convencional. A segunda etapa permitiu, através da utilização daquelas três ferramentas de análise, revelar o fato de o currículo estar fundamentado no mito da neutralidade tecnocientífica. O contraste do resultado alcançado com a idéia de onde se partiu, de que a ausência de uma formação humanística não prepara o engenheiro para a crítica do sistema socioeconômico e político em que está inserido, levou a outra conclusão: não parece que a introdução de humanidades no currículo seja capaz de torná-lo mais plural.

# **Capítulo 1 – O currículo da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP**

## ***1.1 – A Faculdade de Engenharia de Alimentos***

A Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) é uma das unidades da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Primeira unidade de ensino e pesquisa na área alimentícia a entrar em funcionamento na América Latina, foi instalada, inicialmente, em 1966, no Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) e, mais tarde, em 1972, transferida para a Cidade Universitária Zeferino Vaz.

Tilkian (1990) conta a história do surgimento da FEA. Segundo a autora, a faculdade nasce com três principais objetivos, oriundos dos objetivos gerais da UNICAMP: o ensino baseado nas ciências exatas e biológicas, a pesquisa científica voltada para a aplicação ao bem-estar do homem (ou disciplinas de interesses da sociedade) e a assistência à comunidade. A autora também frisa a finalidade da criação da faculdade: formar profissionais para atuar na indústria de alimentos.

No trabalho citado há uma detalhada avaliação das mudanças ocorridas no currículo da graduação. Desde sua fundação, a FEA já trabalhava com a divisão entre disciplinas básicas e aplicadas. Uma observação importante é a presença de disciplinas de humanidades. No início (antes de uma significativa alteração em 1982), havia uma gama de disciplinas eletivas e, entre elas, uma disciplina de Filosofia da Ciência que foi posteriormente extinta. Após 1982, foram criadas duas disciplinas, chamadas Estudo dos Problemas Brasileiros (somando 60 horas) e Tópicos Especiais de Humanidades (30 horas).

A FEA, hoje, é reconhecida no meio acadêmico. Em recente artigo publicado no Jornal da UNICAMP, alguns números são apresentados: a FEA já formou 2.022 alunos de graduação, 1.017 de mestrado e 652 de doutorado. Já realizou mais de 5.000 pesquisas que resultaram em 26 patentes, das quais cinco foram licenciadas. Esses números representam quase 10% de todas as patentes geradas pela UNICAMP (LEVY, 2006).

O *site* oficial da faculdade traz algumas dessas informações para caracterizar a instituição. Elas são importantes, pois mostram como a faculdade se vê e se apresenta ao público de forma geral. Na apresentação que a FEA coloca em seu site, o objetivo principal da instituição é

Formar profissionais capacitados para atender às exigências técnico-científicas da agroindústria e das entidades de ensino e pesquisa. O curso de graduação em engenharia de alimentos capacita o estudante a dominar o conhecimento básico das matérias-primas, dos processos, operações e instalações que servem à transformação e conservação de produtos alimentícios e [seus alunos] devem estar aptos para contribuir para o avanço tecnológico da agroindústria e estar comprometidos com sua eficiência, qualidade e produtividade.” (FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS, 2007)

Em outro lugar, a FEA coloca um objetivo com diferenças sutis em relação ao primeiro apresentado:

O objetivo geral da FEA é a formação de profissionais capacitados para atender às exigências técnico-científicas e operacionais do complexo industrial agroalimentar do país. Engenheiros de alimentos devem estar aptos para contribuir para com o avanço tecnológico e organizacional da moderna produção industrial e distribuição de alimentos, comprometidos com sua eficiência, qualidade e competitividade e com a resolução dos problemas de natureza tecnológica, social, econômica e ambiental associados com a produção e consumo de alimentos. (FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS, 2007)

O *site* também apresenta o que a formação objetiva proporcionar a seus graduandos. Por ser um documento importante para a avaliação do currículo da FEA, colocaremos na íntegra, como é apresentado no *site*:

- a) uma sólida formação nas ciências básicas de engenharia, levando-os a compreender, prioritariamente, os fenômenos físicos, químicos, termodinâmicos e biológicos envolvidos na transformação dos alimentos e nas operações industriais dos mesmos;
- b) o conhecimento dos vários processos para a produção industrial de alimentos, desde a obtenção da matéria-prima até a finalização do produto, capacitando-os a identificar as tecnologias, as embalagens e os demais insumos mais adequados ao processamento higiênico, ao menor desperdício, ao armazenamento seguro, ao aumento da vida-de-prateleira;
- c) o conhecimento das propriedades e características intrínsecas das matérias-primas alimentares, capacitando-os a definir os parâmetros de processamento que garantam a manutenção das suas qualidades nutricionais e sensoriais;
- d) a informação detalhada sobre os diversos equipamentos utilizados na industrialização de alimentos, capacitando-os a projetar, selecionar e otimizar a utilização dos mesmos;
- e) o conhecimento dos mais importantes métodos para a determinação das propriedades físicas, químicas, termodinâmicas, microbiológicas, nutricionais e sensoriais dos

alimentos, levando-os a compreender os princípios envolvidos nos respectivos instrumentais e técnicas;

f) o conhecimento da legislação relativa aos produtos alimentícios, ao seu processamento e ao exercício profissional, capacitando-os a se responsabilizar por produtos, processos, instalações e organizações de acordo com os preceitos legais;

g) a compreensão das relações sociais, econômicas, políticas e ecológicas envolvidas na produção/industrialização/distribuição/consumo de alimentos e nos programas de alimentação, capacitando-os a realizar sua atividade profissional em prol do aumento da qualidade de vida;

h) o conhecimento sobre instalações e edificações de indústrias alimentícias, envolvendo processo, serviços e utilidades, capacitando-os a estabelecer seus requisitos de acordo com os aspectos técnicos, higiênicos, econômicos e de conforto e segurança;

i) o conhecimento sobre gestão econômica, comercial e administrativa de empresas de alimentos, capacitando-os a planejar, projetar, implementar, gerenciar e avaliar unidades agroindustriais para a produção de alimentos;

j) o conhecimento de métodos para a utilização adequada dos recursos naturais, para o aproveitamento de descartes e subprodutos da produção agroindustrial de alimentos e para o tratamento dos resíduos industriais, capacitando-os a exercer a profissão em consonância com a preservação e conservação do meio ambiente;

l) técnicas didático-pedagógicas que lhes garantam o desenvolvimento: do senso crítico, da criatividade, da capacidade de análise e de síntese, da expressão oral e escrita, da habilidade de recuperar e processar dados e informações das diversas fontes disponíveis. (FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS, 2007)

Além dessas informações fornecidas pelo *site*, há outras importantes fontes a serem apresentadas. A mais importante delas é o Projeto Pedagógico<sup>3</sup> da FEA. O documento passou a ser obrigatório com a deliberação CEE 04/98 do Conselho Estadual de Educação. Segundo essa deliberação, o pedido de renovação de reconhecimento dos cursos de graduação já em funcionamento deveria ser acompanhado por um Projeto Pedagógico.

O Projeto Pedagógico de uma instituição de ensino superior é dividido em cinco partes, das quais a segunda - Organização Pedagógica - seria a mais útil para a apresentação da instituição nesta dissertação. No referido item são apresentados os objetivos gerais e específicos do curso, a descrição do currículo pleno (com tópicos de estudos e conteúdos abordados no curso, organização e estrutura curricular, estratégias de ensino, atividades pedagógicas e articulação entre ensino, pesquisa e extensão como conteúdo e estratégia de ensino) e a adequação do currículo pleno ao perfil profissional definido.

---

<sup>3</sup> Infelizmente, não tive acesso ao Projeto Pedagógico da FEA. Ele não se encontra disponível para o público em geral e está, atualmente, em processo de reformulação, motivo pelo qual acredito não ter podido obtê-lo para enriquecer a análise realizada nesta dissertação. Obtive, no entanto, uma versão inicial do projeto que deve ser entendida como uma proposta ainda em construção. É dessa versão que retiro as informações constantes na seção 1.1.

Na versão parcial nº 1 do projeto pedagógico, documento de janeiro de 2000, aprovado parcialmente pela Congregação da FEA, a faculdade já iniciava a reflexão sobre os objetivos do curso. No entanto, essa versão pouco tinha avançado em relação à descrição do currículo pleno e à adequação do currículo pleno ao perfil profissional do egresso. De todo modo, o perfil sintético, segundo esse documento, era:

O engenheiro de alimentos graduado na FEA/UNICAMP é um profissional capaz de se manter em contínua e permanente atualização, para atender às exigências tecnológicas, científicas, organizacionais e operacionais das indústrias e demais organizações envolvidas na produção, distribuição e comércio de alimentos, por meio da concepção, desenvolvimento, gestão e aprimoramento de sistemas, processos e produtos necessários à alimentação segura e saudável, contribuindo para a resolução de problemas de natureza técnica, social, econômica e ambiental associados com a produção e consumo de alimentos, exercendo sua cidadania na promoção da Segurança Alimentar, na melhora da Qualidade de Vida e na efetivação da Sustentabilidade do desenvolvimento humano, local, nacional e mundial (FEA, 2000).

Um documento mais recente e que também se mostra útil para a apresentação da FEA é o Planejamento Estratégico (PLANES) da faculdade de 2004 que coloca algumas prioridades para a instituição. De cinco ações estratégicas prioritárias, a primeira é a valorização do ensino de graduação. A missão colocada pelo PLANES para a FEA é:

Criar e disseminar o conhecimento da Engenharia, Ciência e Tecnologia de Alimentos e Nutrição, em todos seus sub campos inclusive naqueles que demandam a interação com outras áreas do conhecimento, formando profissionais independentes cujas principais características sejam as de resolver problemas de forma crítica, eficaz e criativa, ciente de seu compromisso com a sociedade, o ambiente e a cidadania. (PLANES, 1994, p. 7)

Essa sucinta apresentação da FEA tem como objetivo mostrar os objetivos atuais da faculdade. Esses objetivos serão comparados com o currículo do curso de graduação. Na análise proposta, busco saber como o currículo se organiza para atingir os objetivos aqui apresentados.

É preciso, porém, fazer uma ressalva. A FEA não é determinada apenas pela vontade da comunidade FEA (professores, alunos e funcionários), mas também pelo movimento histórico do qual faz parte. A faculdade surgiu em um momento político que não pode ser esquecido. Após um golpe e durante uma ditadura militar é difícil acreditar que a FEA poderia ter sido criada em ares mais progressistas. Por outro lado, a ciência e tecnologia, vistas como setor estratégico para o desenvolvimento econômico do país, nesse período (MOTOYAMA, 2004), foram fatores determinantes para o direcionamento das atividades da instituição.

O currículo da FEA também precisa ser visto como produto de determinadas condições histórico-sociais, embora, aparentemente, pareça ser definidos apenas por pessoas, conscientes. Por isso, a ação sobre o currículo depende da compreensão dos condicionantes histórico-sociais que o constituíram. Desta reflexão, tem-se também uma contradição: o que atribui valor à FEA é também parte das condições de produção do seu currículo. Novamente, a compreensão desses condicionantes tornaram a análise mais consistente.

## **1.2 – A taxonomia das disciplinas**

Na seção anterior, foram apresentadas informações sobre a história da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP e como a faculdade percebe a si própria. O objetivo, agora, passa a ser analisar o currículo do curso de graduação oferecido pela instituição. É importante ressaltar que um currículo pressupõe um conjunto de conteúdos organizados em determinada seqüência com o objetivo de atingir um determinado perfil de egresso. Por isso, tanto forma quanto conteúdo se mostram importantes para essa análise, razão pela qual ela abrangerá os conteúdos contidos no currículo e a maneira como eles estão organizados. Por isso, a análise proposta terá como ponto de partida as ementas do currículo do curso de engenharia de alimentos da FEA e o modo como essas disciplinas estão distribuídas ao longo do curso.

Para a análise das disciplinas, a fonte de informação é o Catálogo de Graduação publicado pela Diretoria Acadêmica (DAC) da UNICAMP, que fornece informações sobre quais disciplinas devem ser cursadas, a ementa de cada uma delas e a seqüência em que devem ser cursadas.

A análise será feita em três etapas. Primeiramente, as disciplinas serão classificadas segundo uma taxonomia e agrupadas em quatro diferentes tipos. Em um segundo momento, os diferentes tipos de disciplina, classificados a partir da taxonomia, serão analisados quantitativamente. Por fim, será analisada a distribuição dos diferentes tipos de disciplina no decorrer do curso.

A taxonomia proposta parte de três critérios, os quais surgiram de um primeiro contato com o currículo da FEA. Nesse primeiro contato, ainda de forma intuitiva e baseada, principalmente, na vivência do currículo como aluna do curso de graduação em engenharia de alimentos na FEA, algumas características gerais foram notadas. Para confirmar ou negar essas características, foram escolhidos os critérios: ênfase nos aspectos técnicos, aplicabilidade do conteúdo e flexibilidade

da disciplina. As características percebidas geraram uma hipótese que será ou não confirmada ao final da análise. A hipótese da qual partimos é que o currículo é focado nos aspectos técnicos dos conteúdos, tem pouca flexibilidade e se estrutura de acordo com a separação entre disciplinas básicas e aplicadas. Essa hipótese, claramente, já se posiciona em relação ao do currículo da FEA. No entanto, busquei, ao máximo, separar esse posicionamento da análise feita neste primeiro capítulo. Embora não seja possível deixá-lo e totalmente de lado, tentei minimizá-lo através de uma análise muito mais descritiva.

Existem outras taxonomias possíveis, como a proposta nas diretrizes curriculares nacionais para o curso de graduação em engenharia, de 2002. No entanto, a taxonomia escolhida nos servirá não apenas para classificar as disciplinas mas também como instrumental para colocar à prova a nossa hipótese.

### **1.2.1 – Classificação das ementas**

Segundo o Catálogo de Graduação – 2006 da UNICAMP, o currículo do curso de graduação em engenharia de alimentos da universidade é formado por 67 disciplinas, as quais equivalem a 244 créditos (cerca de 3.900 horas) e se distribuem em dez semestres<sup>4</sup>.

A classificação das disciplinas será realizada a partir das ementas das disciplinas constantes do Catálogo de Graduação - 2006 da UNICAMP. As ementas são uma declaração oficial sobre o que a faculdade espera de cada disciplina. Entre o plano ideal (oficial) e o plano real, no cotidiano das aulas, pode existir uma diferença considerável. Entrevistas com alunos e docentes e material das disciplinas serviriam para evidenciar (caso existam) as diferenças. No entanto, esse não é o objetivo desta dissertação.

Uma fonte que também poderia ser utilizada para a análise e classificação são os programas das disciplinas. Cada disciplina deve ter um programa com o planejamento das aulas, conteúdos abordados de forma mais aprofundada e uma bibliografia mínima. Esses programas, no entanto, não se encontram disponíveis para consulta. É certo que eles trariam informações mais detalhadas sobre cada disciplina, porém, a dificuldade por buscar esse material e a relevância das ementas fizeram com que estas fossem escolhidas como fonte de informação.

---

<sup>4</sup> São dez semestres como sugestão e 15 semestres como limite para a conclusão do curso.

As ementas são parte do currículo explícito, objeto da análise proposta. Como já foi dito, acredito que as reflexões do campo Educação CTS necessariamente englobam o currículo oculto, o currículo explícito e suas inter-relações. A escolha pela análise do currículo explícito tem algumas desvantagens como não captar a interação entre aluno e professor e a influência da organização e ambiente da instituição de ensino. No entanto, permitirá a análise do que a faculdade declara ser seu objetivo em cada ementa ou na descrição do curso de graduação, informações que representam a instituição de maneira ampla e aceita por grande parte da comunidade acadêmica. Não é correto, porém, não considerar a relação entre currículo explícito e currículo oculto. Até porque a constituição do currículo explícito se dá a partir do currículo oculto e da inter-relação entre eles. A própria análise objetiva do currículo explícito está carregada de subjetividades e interesses relacionados com o currículo oculto.

A análise das ementas será realizada a partir de uma taxonomia para classificação das disciplinas elaborada a partir de três critérios. Cada critério permite a classificação de uma disciplina em duas categorias, conforme veremos.

O primeiro critério, **ênfase nos aspectos técnicos**, classifica as disciplinas em dois tipos: com ou sem ênfase nos aspectos técnicos abordados. Isso significa dizer que uma disciplina pode, ao tratar de um determinado conteúdo, abordar seus diversos aspectos (sociais, econômico etc.) ou focar apenas um aspecto. Escolhi classificar as disciplinas segundo o foco em um aspecto específico: o aspecto técnico. Uma crítica corrente aos cursos de engenharia é o tecnicismo. Esse critério tem como objetivo evidenciar essa característica.<sup>5</sup>

O segundo critério, **aplicabilidade do conteúdo**, divide as disciplinas em disciplinas básicas e disciplinas de aplicação dos conhecimentos básicos. Em outras palavras, o critério separa as disciplinas em básicas e aplicadas. Uma disciplina básica apresenta um conteúdo teórico que geralmente não está ligado à sua aplicação. Já as disciplinas aplicadas apresentam um uso para o conteúdo apresentado.

---

<sup>5</sup> É preciso tornar mais claro o que se entende por tecnicismo. Quando afirmo que uma disciplina tem ênfase nos aspectos técnicos, quero dizer que ela separa os aspectos considerados puramente técnicos de outros aspectos relacionados aos conteúdos abordados. O tecnicismo significaria, a partir dessa idéia, que o curso de maneira geral não aborda os conteúdos a partir de suas múltiplas relações com a sociedade. Isso não significa dizer que os conteúdos não são contextualizados, mas sim que a contextualização se dá dentro de um universo restrito e que alguns fatores são tratados com ênfase em detrimento de outros, geralmente, políticos, sociais e ambientais. Ao dizer que a tecnociência não é socialmente contextualizada, quero dizer que essa contextualização não se dá de maneira ampla por meio de uma visão sistêmica da realidade.

O terceiro critério, **flexibilidade da disciplina**, classifica as disciplinas quanto à flexibilidade na escolha dos conteúdos abordados e no enfoque a ser dado nesses conteúdos. O critério classifica as disciplinas em duas categorias: abertas ou fechadas, que correspondem respectivamente às disciplinas flexíveis e não flexíveis.

O quadro a seguir mostra os três critérios e as categorias geradas a partir de cada um:

**Quadro 1 – Critério para classificação das disciplinas**

<b>Critérios</b>	<b>1 – Ênfase nos aspectos técnicos</b>	<b>2 - Aplicabilidade</b>	<b>3 - Flexibilidade</b>
<b><i>Categorias</i></b>			
<b>1</b>	Com ênfase	Básica	Aberta
<b>2</b>	Sem ênfase	Aplicada	Fechada

A partir dessas categorias, pode-se gerar diversas combinações. No entanto, nesta dissertação, vou classificar as disciplinas em apenas quatro tipos, conforme segue. De maneira geral, as disciplinas foram primeiramente divididas em abertas e fechadas. As abertas formaram o tipo 4. As fechadas foram divididas em disciplinas com ou sem ênfase nos aspectos técnicos. As disciplinas fechadas e sem ênfase nos aspectos técnicos formaram o tipo 3. Por fim, as disciplinas fechadas e com ênfase nos aspectos técnicos foram subdivididas em básicas e aplicadas, formando os tipos 1 e 2, respectivamente. Em resumo:

**Tipo 1 – Básica:** a partir da combinação dos três critérios, nesse tipo temos as disciplinas que têm ênfase nos aspectos técnicos, são básicas e fechadas. Ou seja, disciplinas com ênfase nos aspectos técnicos e que não apresentam aplicabilidade imediata para a engenharia. Um exemplo é a seqüência de disciplinas de Cálculo (I, II, II, numérico), que abordam as teorias matemáticas.

**Tipo 2 – Aplicada:** as disciplinas classificadas como tipo 2 também são uma combinação dos três critérios. São disciplinas com ênfase nos aspectos técnicos, assim como as do tipo 1, mas que apresentam aplicação direta para a engenharia, isto é, são classificadas como aplicadas. Em relação ao terceiro critério, são disciplinas sem flexibilidade, portanto, fechadas. Um exemplo é a

disciplina Química dos Alimentos, na qual os conteúdos vistos nas disciplinas básicas de química são estudados a partir das suas aplicações ao processamento e à conservação dos alimentos.

**Tipo 3 – Múltiplos aspectos:** a principal característica das disciplinas reunidas neste tipo é a abordagem de aspectos não apenas técnicos dos conteúdos. Portanto, são disciplinas classificadas como sem ênfase nos aspectos técnicos. Nessas disciplinas, os aspectos sociais, ambientais, políticos etc. são relacionados com os conteúdos abordados. O segundo critério (aplicabilidade) será utilizado para uma posterior análise do grupo de disciplinas. São também disciplinas fechadas, com pouca ou nenhuma flexibilidade.

**Tipo 4 – Aberta:** Esta última categoria une disciplinas que, segundo o critério de flexibilidade, são classificadas como abertas. Isso significa que podem ter influência do aluno e/ou do professor na escolha da abordagem dos conteúdos propostos pela sua ementa. Podem ser disciplinas com ou sem ênfase nos aspectos técnicos. São disciplinas que propõem a realização de atividades como estágios e elaboração de projetos. Todas elas são disciplinas de aplicação dos conteúdos básicos, por isso, são classificadas como aplicadas segundo o critério da aplicabilidade. É importante ressaltar que não existem, no currículo da FEA, disciplinas abertas e básicas.

### ***1.3 – A aplicação da taxonomia***

A taxonomia construída na seção anterior será utilizada para a classificação das disciplinas do currículo da FEA. Elas serão avaliadas segundo os tipos obtidos pela taxonomia e classificadas. Os quatro grupos de disciplina serão então quantificados e analisados segundo a sua distribuição ao longo do curso.

### 1.3.1 – Classificação das disciplinas

#### Disciplinas do tipo 1

As disciplinas do tipo 1 são apresentadas no quadro a seguir:

Quadro 2 – Lista de disciplinas do tipo 1

Sigla	Nome	Créditos
F 128	Física Geral I	4
F 228	Física Geral II	4
F 328	Física Geral III	4
TA 431	Mecânica dos Materiais	3
ET 016	Eletrotécnica	2
MA 111	Cálculo I	6
MA 211	Cálculo II	6
MA 311	Cálculo III	6
MA 141	Geometria Analítica e Vetores	4
MS 211	Cálculo Numérico	4
MC 102	Algoritmos e Programação de Computadores	6
ME 414	Estatística para Experimentalistas	4
QG 101	Química I	4
QA 213	Química II	6
QO 427	Química Orgânica I	4
QF 335	Físico-Química	4
BM 320	Biologia (Microbiologia Básica)	4

As disciplinas deste tipo trazem conteúdos considerados básicos e geralmente estão presentes em todos os cursos de graduação em engenharia. As disciplinas deste tipo são consideradas como base teórica necessária para as disciplinas práticas e para a atuação do engenheiro. Estão concentradas em quatro principais campos do conhecimento: física, matemática, química e biologia.

Como exemplos, usarei as disciplinas F 328, MA 311, QF 335 e TA 431.

A disciplina F 328 – Física Geral III tem a seguinte ementa:

Lei de Coulomb, Campo Elétrico, Lei de Gauss, Potencial Elétrico, Capacitância, Corrente e Resistência, Força Eletromotriz e Circuitos Elétricos, Campo Magnético, Lei de Ampère, Lei da Indução de Faraday, Indutância, Propriedades Magnéticas da

Matéria, Oscilações Eletromagnéticas, Correntes Alternadas, Equações de Maxwell. (UNICAMP, 2006).

A disciplina MA 311 – Cálculo III: “Séries numéricas e séries de funções. Equações diferenciais ordinárias. Transformadas de Laplace. Sistemas de equações de primeira ordem. Equações diferenciais parciais e séries de Fourier” (UNICAMP, 2006) e a disciplina QF 335 – Físico-Química: “Gases, termodinâmica, equilíbrios físicos e soluções” são exemplos do tipo 1: são disciplinas que não apresentam aplicabilidade direta para a engenharia de alimentos, não têm flexibilidade para o enfoque dado e são extremamente focadas nos aspectos técnicos dos conteúdos abordados.

A disciplina TA 431 – Mecânica dos Materiais, oferecida pela própria Faculdade de Engenharia de Alimentos, tem como ementa: “Conceitos de tensão e deformação. Tipos e propriedades dos materiais líquidos e sólidos” (UNICAMP, 2006). É uma disciplina muito característica do tipo 1: apresenta apenas os aspectos técnicos da mecânica dos materiais (conceitos e propriedades) e não relaciona tais aspectos com seu uso para a engenharia.

## **Disciplinas do tipo 2**

As disciplinas do tipo 2 estão no Quadro 3:

**Quadro 3 – Lista de disciplinas do tipo 2**

<b>Sigla</b>	<b>Nome</b>	<b>Créditos</b>
TA 411	Química de Alimentos I	4
TA 516	Química de Alimentos II	4
TA 513	Análise de Alimentos	4
TA 514	Bioquímica de Alimentos	4
TA 610	Transformações Bioquímicas em Alimentos	4
TA 619	Análise Instrumental de Alimentos	4
TA 631	Operações Unitárias I	4
TA 731	Operações Unitárias II	4
TA 831	Operações Unitárias III	4
TA 035	Laboratório de Operações Unitárias	4
TA 534	Fenômenos de Transporte	6
TA 331	Termodinâmica	4
TA 332	Fundamentos de Cálculos em Processo	4
TA 620	Processos Tecnológicos I	3
TA 622	Processos Tecnológicos II	3
TA 722	Processos Tecnológicos III	3
TA 824	Processos Tecnológicos IV	3
TA 826	Processos Tecnológicos V	3
TA 920	Processos Tecnológicos VI	3
TA 927	Processos Tecnológicos VII	2
TA 615	Microbiologia de Alimentos	4
TA 221	Características e Pré-Processamento de Grãos	3
TA 322	Características e Pré-Processamento de Frutas, Hortaliças, Café, Cacau e Cana	3
TA 421	Características e Pré-Processamento de Leite e Ovos	3
TA 521	Características e Pré-Processamento de Carnes	3
TA 541	Análise Sensorial de Alimentos	4
TA 017	Biotecnologia de Alimentos	2
TA 716	Microbiologia de Processos	2
TA 726	Segurança dos Alimentos	2
TA 734	Instalações Industriais	6
TA 737	Instrumentação e Controle	2
TA 030	Refrigeração	4
TA 729	Segurança Industrial	1
TA 736	Engenharia de Bioprocessos	2
TA 741	Controle de Qualidade na Indústria de Alimentos	4
TA 912	Termobacteriologia Aplicada a Alimentos	2
TA 836	Tratamento de Águas Residuárias	2

Como primeiro exemplo (já citado na classificação), usarei a disciplina TA 411 – Química dos Alimentos. A ementa:

Propriedades da água, atividade da água e seus efeitos na estabilidade de alimentos. Estruturas, propriedades e funções de carboidratos em alimentos. Reações e modificações químicas de carboidratos. Estruturas e propriedades de aminoácidos e proteínas. Desnaturação protéica. Propriedades funcionais de proteínas. Transformações e interações de proteínas e carboidratos durante processamento e estocagem de alimentos. (UNICAMP, 2006).

A ementa da disciplina é, assim como as do tipo 1, centrada nos aspectos técnicos dos conteúdos. No entanto, relaciona os conteúdos básicos com seu uso e sua aplicabilidade para a engenharia. Os conteúdos referentes à química encontrados nas disciplinas do tipo 1 são, nas disciplinas do tipo 2, aplicados aos alimentos, seu processamento e sua estocagem. De forma quase caricatural, pode-se dizer que, nas disciplinas do tipo 1, se aprende como são as moléculas de forma geral para depois, nas disciplinas do tipo 2, aprender quais são os usos desse conhecimento para atuar como engenheiro de alimentos.

Outro exemplo é o grupo de disciplinas TA 221, TA 322, TA 421 e TA 521. Todas elas são referentes à caracterização e pré-processamento de matérias-primas da indústria de alimentos. Usaremos como exemplo a disciplina TA 221 – Características e Pré-Processamento de Grãos, que tem a seguinte ementa:

Importância econômica, sistema de comercialização, classificação, morfologia, estrutura, fisiologia, composição química, propriedades físicas, colheita, estocagem e possibilidades de aproveitamento industrial das matérias-primas, grãos oleaginosos e cereais. Recepção, classificação, limpeza, secagem e outras operações relativas ao pré-processamento de grãos de cereais. Beneficiamento, extração e degomagem de óleos. Tecnologias da produção de farinhas. Moagem industrial do milho. Produção de amido de milho e mandioca; beneficiamento do arroz. (UNICAMP, 2006).

É uma disciplina que irá tratar dos grãos como matéria-prima. Pela ementa, é possível ver que serão tratados todos os aspectos técnicos dos grãos, do pós-colheita ao pré-processamento. A disciplina, no entanto, assim como as outras disciplinas agrupadas (TA 221, TA 322, TA 421 e TA 521), irá abordar a importância econômica da matéria-prima em questão. Essa disciplina, como as outras, não foi classificada como tipo 3 porque, embora traga aspectos econômicos, a sua ementa não aponta para uma relação com outros aspectos além dos aspectos técnicos. Por isso foi classificada como tipo 2, isto é, centrada nos aspectos técnicos e com relação direta com a engenharia de alimentos.

Outro exemplo é a disciplina TA 017 – Biotecnologia de Alimentos. A ementa da disciplina é a seguinte:

Princípios fundamentais de engenharia genética e sua correlação com alimentos in natura e processados. Organismos e vegetais geneticamente modificados. Obtenção de metabólitos de interesse industrial. Biotransformação de produtos por via enzimática e microbiana. (UNICAMP, 2006).

Aqui fica evidente como neste tipo de disciplina os conteúdos abordados são apenas técnicos. Neste caso, especificamente, a disciplina tratará dos aspectos técnicos da engenharia genética e dos organismos geneticamente modificados, também conhecidos como transgênicos. Novamente, pode ser classificada como tipo 2 por ser centrada nos aspectos técnicos e apresentar aplicabilidade para a engenharia de alimentos.

A disciplina TA 726 – Segurança dos Alimentos também pode ser usada como exemplo. A ementa da disciplina é “Higiene e segurança dos alimentos. Ferramentas de controle aplicadas à indústria de alimentos” (UNICAMP, 2006). A disciplina foca os aspectos técnicos do conteúdo e é diretamente relacionada com o uso que se faz deste conteúdo na engenharia de alimentos - especificamente, na indústria de alimentos.

Uma importante consideração que deve ser feita sobre as disciplinas do tipo 2 é a divisão que pode haver entre elas. Essa divisão leva em consideração um critério ainda não utilizado na taxonomia proposta. Dentro deste grupo estão as disciplinas que contêm conteúdos com aplicação para a engenharia. No entanto, uma parte delas apresenta aplicação para a engenharia de maneira geral, e a outra parte tem aplicação para a engenharia de alimentos em especial. Esse critério será útil para comparar a legislação vigente referente ao curso de graduação em engenharia, de forma geral, ou em engenharia de alimentos, especificamente.

Por isso, o quadro a seguir mostra as disciplinas do tipo 2 subdivididas:

**Quadro 4 - Lista de disciplinas gerais do tipo 2**

<b>Disciplinas Gerais</b>		
<b>Sigla</b>	<b>Nome</b>	<b>Créditos</b>
<b>TA 631</b>	Operações Unitárias I	4
<b>TA 731</b>	Operações Unitárias II	4
<b>TA 831</b>	Operações Unitárias III	4
<b>TA 035</b>	Laboratório de Operações Unitárias	4
<b>TA 534</b>	Fenômenos de Transporte	6
<b>TA 331</b>	Termodinâmica	4
<b>TA 332</b>	Fundamentos de Cálculos em Processo	4
<b>TA 716</b>	Microbiologia de Processos	2
<b>TA 734</b>	Instalações Industriais	6
<b>TA 737</b>	Instrumentação e Controle	2
<b>TA 729</b>	Segurança Industrial	1
<b>TA 736</b>	Engenharia de Bioprocessos	2
<b>TA 836</b>	Tratamento de Águas Residuárias	2

**Quadro 5 - Lista de disciplinas específicas do tipo 2**

<b>Disciplinas Específicas</b>		
<b>Sigla</b>	<b>Nome</b>	<b>Créditos</b>
TA 411	Química de Alimentos I	4
TA 516	Química de Alimentos II	4
TA 513	Análise de Alimentos	4
TA 514	Bioquímica de Alimentos	4
TA 610	Transformações Bioquímicas em Alimentos	4
TA 619	Análise Instrumental de Alimentos	4
TA 620	Processos Tecnológicos I	3
TA 622	Processos Tecnológicos II	3
TA 722	Processos Tecnológicos III	3
TA 824	Processos Tecnológicos IV	3
TA 826	Processos Tecnológicos V	3
TA 920	Processos Tecnológicos VI	3
TA 927	Processos Tecnológicos VII	2
TA 615	Microbiologia de Alimentos	4
TA 221	Características e Pré-Processamento de Grãos	3
TA 322	Características e Pré-Processamento de Frutas, Hortaliças, Café, Cacau e Cana	3
TA 421	Características e Pré-Processamento de Leite e Ovos	3
TA 521	Características e Pré-Processamento de Carnes	3
TA 541	Análise Sensorial de Alimentos	4
TA 017	Biotecnologia de Alimentos	2
TA 726	Segurança dos Alimentos	2
TA 030	Refrigeração	4
TA 741	Controle de Qualidade na Indústria de Alimentos	4
TA 912	Termobacteriologia Aplicada a Alimentos	2

### Disciplinas do tipo 3

O quadro a seguir lista as disciplinas do tipo 3:

**Quadro 6 - Lista de disciplinas do tipo 3**

<b>Sigla</b>	<b>Nome</b>	<b>Créditos</b>
TA 109	Introdução ao Curso de Engenharia de Alimentos	1
CE 138	Estratégias de Empresas para Engenharia	2
TA 542	Economia Agroalimentar	2
TA 611	Toxicologia de Alimentos	2
TA 641	Nutrição e Qualidade Nutricional de Alimentos	4
TA 623	Embalagem de Alimentos	3
TA 725	Desenvolvimento de Novos Produtos	2
TA 046	Serviços de Alimentação	3

As disciplinas deste tipo serão analisadas mais detalhadamente, pois não há uma única forma de relacionar os aspectos técnicos com outros aspectos. Para facilitar a análise, foram separadas as disciplinas TA 611, TA 641, TA 623, TA 725 e TA 046, por fazerem essa relação de forma semelhante. São disciplinas que têm como foco conteúdos com aplicabilidade para a engenharia, mas englobando outros aspectos além dos técnicos. Elas poderiam ser disciplinas do tipo 2 caso não fizessem a relação com outros aspectos relevantes para o conteúdo abordado. Para exemplificar este subgrupo, tomarei a disciplina de TA 046 – Serviço de Alimentação. A ementa é a seguinte:

A alimentação fora do lar: histórico; tipos e finalidades; mercado; produtos e fornecedores – sistemas de compra e entrega. Administração: avaliação e controle de um serviço de alimentação. Logística. Dimensionamento de equipamentos, estudos de layout e elaboração de projetos de restaurantes de coletividades. Processamento dos alimentos no âmbito da cozinha institucional. (UNICAMP, 2006).

A ementa dessa disciplina anuncia que ela irá trabalhar com a alimentação fora do lar. Esse tema envolve o engenheiro de alimentos pela atuação nos estabelecimentos que servem refeições fora do lar (de restaurantes coletivos a aviões). Isso requer um conjunto de técnicas para a garantia da qualidade do serviço e da segurança do alimento. No entanto, a disciplina vai além, ao trabalhar questões históricas relativas a esse ramo de atuação do engenheiro de alimentos. Em vez de falar apenas das técnicas, a ementa anuncia que a disciplina tratará de um tema mais amplo: a

alimentação fora do lar, que engloba não apenas as técnicas necessárias para o engenheiro de alimentos trabalhar com esse tema.

A disciplina TA 109 – Introdução ao Curso de Engenharia de Alimentos tem a seguinte ementa: “Natureza e forma de atuação profissional do engenheiro de alimentos no contexto socioeconômico, tecnológico e ambiental da indústria de alimentos” (UNICAMP, 2006). É oferecida no primeiro semestre do curso, que, embora restrita à indústria de alimentos, busca situar a profissão do engenheiro de alimentos num contexto mais amplo, que engloba aspectos ambientais, sociais e econômicos, além dos técnicos. É, portanto, uma disciplina do tipo 3.

As disciplinas TA 542 – Economia Agroalimentar: “Conceitos gerais de economia aplicados ao setor agroalimentar. Análise de tendências do consumo alimentar. Análise e tendências de sistemas agroalimentares. Concepção e avaliação de políticas e programas agroalimentares” (UNICAMP, 2006) e CE 138 – Estratégias de Empresas para Engenharias: “Conceitos básicos de economia. Introdução à macroeconomia. Processo de globalização e de reestruturação produtiva. Estratégias empresariais: inovação, concorrência e estratégias competitivas” (UNICAMP, 2006) ampliam a atuação do engenheiro para além da atuação técnica que lhe é característica. A primeira, propondo que o engenheiro de alimentos pode também conceber e avaliar políticas, e a segunda, propondo a atuação do engenheiro como administrador de empresas. Outro ponto em comum entre as duas disciplinas é o foco deslocado dos aspectos técnicos para os aspectos econômicos da engenharia de alimentos – e por isso também são classificadas como tipo 3. Os aspectos econômicos não são apenas citados. A disciplina de Estratégias de Empresas para Engenharias propõe a introdução à macroeconomia, globalização e reestruturação produtiva.

## Disciplinas do tipo 4

As disciplinas do tipo 4 são:

**Quadro 7 - Lista de disciplinas do tipo 4**

<b>Sigla</b>	<b>Nome</b>	<b>Créditos</b>
TA 832	Formulação e Avaliação de Projetos	2
TA 932	Projeto Industrial	4
TA 009	Trabalho de Conclusão de Curso	4
TA 021	Projeto Tecnológico	5
TA 909	Estágio Supervisionado	12

Em relação às disciplinas do tipo 4, a partir da análise das ementas pouco se pode dizer sobre o enfoque dado aos conteúdos a serem trabalhados, uma vez que elas apenas dão uma direção para as tarefas a serem realizadas pelos alunos. Por isso, aliás, elas foram consideradas disciplinas abertas. Com exceção da disciplina TA 909 (Estágio Supervisionado), as outras quatro disciplinas (que somam um pouco mais do que 6% do total de créditos) são disciplinas para a elaboração de projetos individuais ou em grupo.

As disciplinas TA 832 – Formulação e Avaliação de Projeto e TA 932 – Projeto Industrial tratam dos estudos para a implantação de uma indústria de alimentos. A disciplina TA 932 traz, explicitamente, em sua ementa, a direção que o projeto a ser elaborado deve seguir. Trata-se de um projeto relacionado à indústria de alimentos (ou a indústrias correlatas), mas que deve incluir aspectos sociais e econômicos dessa indústria, além dos tecnológicos.

A disciplina TA 009 – Trabalho de Conclusão de Curso está voltada para área de pesquisa e tem a seguinte ementa: “Trabalho individual e orientado por docente da FEA, constando de desenvolvimento teórico sobre um tema relevante à engenharia de alimentos, realizado a partir de pesquisa bibliográfica” (UNICAMP, 2006). Talvez seja uma das disciplinas mais abertas do currículo, pois apenas determina que o trabalho de conclusão seja sobre um tema relevante à engenharia de alimentos.

Um pouco diferente das outras é a disciplina de TA 909 – Estágio Supervisionado, que coloca a possibilidade de o aluno usar 12 (dos 244 créditos, quase 5%) com atividades práticas. A ementa da disciplina diz que o aluno deve realizar “Estágio supervisionado em indústrias do setor de alimentos ou em outros órgãos credenciados pela FEA” (UNICAMP, 2006). No estágio, o aluno

terá a possibilidade de relacionar os conteúdos vistos durante todo o curso de graduação com a prática cotidiana da profissão.

### **Disciplinas industriais**

Um outro critério que usarei para uma classificação auxiliar das disciplinas é o foco da disciplina em relação ao setor industrial. Durante a análise feita, reparei que algumas disciplinas se referiam explicitamente ao uso industrial de determinado conteúdo, mas, em nenhum momento, se referiam a outro tipo de uso. Por isso, criei um critério auxiliar, gerando duas novas categorias de disciplinas: de **aplicação industrial** e de **aplicação geral**. Esse critério, no entanto, não interferiu na classificação das disciplinas por tipos. O quadro a seguir mostra quais são as disciplinas de aplicação industrial e em que semestres devem ser cursadas.

**Quadro 8 - Lista de disciplinas industriais**

<b>Sigla</b>	<b>Nome</b>	<b>Semestre</b>	<b>Créditos</b>	<b>Tipo</b>
TA221	Características e Pré-Processamento de Grãos	2	3	2
TA 322	Características e Pré-Processamento de Frutas, Hortaliças, Café, Cacau e Cana	3	3	2
TA 421	Características e Pré-Processamento de Leite e Ovos	4	3	2
TA 521	Características e Pré-Processamento de Carnes	5	3	2
TA 017	Biotecnologia de Alimentos	7	2	2
TA 716	Microbiologia de Processos	7	2	2
TA 726	Segurança dos Alimentos	7	2	2
TA 734	Instalações Industriais	7	6	2
TA 737	Instrumentação e Controle	7	2	2
TA 729	Segurança Industrial	8	1	2
TA 736	Engenharia de Bioprocessos	8	2	2
TA 836	Tratamento de Águas Residuárias	8	2	2
TA 741	Controle de Qualidade na Indústria de Alimentos	9	4	2
TA 109	Introdução ao Curso de Engenharia de Alimentos	1	1	3
TA 623	Embalagem de Alimentos	7	3	3
TA 909	Estágio Supervisionado	10	12	4
TA 832	Formulação e Avaliação de Projetos	8	2	4
TA 932	Projeto Industrial	9	4	4

A disciplina já citada TA 109 – Introdução ao Curso de Engenharia de Alimentos diz em sua ementa que irá tratar da atuação do engenheiro de alimentos no contexto da indústria de alimentos. Outras tantas disciplinas falam do uso industrial de uma determinada matéria-prima (TA 221, TA 421, TA 521) ou de um processo industrial específico, como refrigeração, embalagem (TA 623), segurança (TA 726), controle de qualidade (TA741) etc. As duas últimas disciplinas citadas, por exemplo, apresentam o foco já no nome da disciplina. Importante também destacar que as disciplinas abertas, com exceção do trabalho de conclusão de curso (TA 009) e Projeto Tecnológico (TA 021), apresentam na ementa o foco na aplicação industrial, inclusive o estágio supervisionado obrigatório. A disciplina TA 909, no entanto, além de propor

explicitamente estágio em indústria de alimentos, aceita estágios em “outros órgãos credenciados”.

### 1.3.2 – Quantificação dos tipos de disciplinas

Após analisar qualitativamente cada grupo de disciplina, farei a análise quantitativa. Um aspecto importante a ser analisado é a fração do total do currículo que cada grupo representa. Para isso, a tabela a seguir mostra as informações referentes à quantidade (em porcentagem) de cada um dos tipos. Cada disciplina tem uma determinada quantidade de créditos. Como já foi apresentado, o curso, no total, tem 67 disciplinas, equivalentes a 244 créditos.

A Tabela 1 mostra a distribuição de créditos e de disciplinas por cada tipo:

**Tabela 1 - Quantificação dos tipos de disciplina**

Tipo	Número de disciplinas	Disciplinas (%)	Créditos	Créditos (%)
1	17	25,4	75	30,7
2	37	55,2	123	50,4
3	8	11,9	19	7,8
4	5	7,5	27	11,1
Total	67	100,0	244	100,0

Pela Tabela 1, é possível constatar que as disciplinas dos tipos 1 e 2 representam pouco mais de 80% tanto em relação aos créditos quanto em relação ao número de disciplinas. As disciplinas dos grupos 1 e 2 são centradas em aspectos técnicos. Embora se diferenciem por serem básicas ou aplicadas, ambos os grupos se relacionam com os outros aspectos, além do aspecto técnico, apenas e quando muito de forma superficial. Tanto no tipo 1, que inclui disciplinas de matemática, física, química e biologia, quanto no tipo 2, que inclui processamento de grãos, bioquímica dos alimentos etc., os conteúdos abordados têm como foco os fundamentos técnicos, as técnicas e suas aplicações para a indústria de alimentos. Isso significa que a grande maioria dos conteúdos abordados pelo curso de graduação FEA é apresentada com foco em seus aspectos técnicos. Em alguns casos, os aspectos econômicos também são levados em consideração, mas os aspectos sociais, políticos e culturais não são considerados pela grande maioria das disciplinas.

Já as disciplinas do tipo 3 (múltiplos aspectos) representam 11,9% das disciplinas, mas apenas 7,8% dos créditos, e as do tipo 4 (disciplinas abertas), 7,5% das disciplinas e 11,1% dos créditos. Esses números mostram que não chega a 20% o percentual das disciplinas (e dos créditos) que relacionam (ou têm a possibilidade de relacionar) os aspectos técnicos da engenharia de alimentos com a sociedade.

Outro dado importante que essa análise evidencia é uma divisão significativa entre as disciplinas básicas e as aplicadas. O currículo da FEA apresenta cerca de 30% de disciplinas básicas e 50% de disciplinas aplicadas (valor que passa para cerca de 60%, se considerarmos também as disciplinas do tipo 4), se considero o dado em relação aos créditos.

Sobre as disciplinas com aplicação industrial, elas são 18 (equivalentes a 57 créditos) de um total de 67 (244 créditos no total). Em porcentagem, são 20,9% das disciplinas e 23,4% dos créditos. Se, desse total, excluirmos as disciplinas do tipo 1 (que, por serem básicas, não apresentam relação com sua aplicação), o percentual aumenta para 36% das disciplinas e 33,7% dos créditos.

### **1.3.3 – Distribuição dos tipos de disciplinas no tempo**

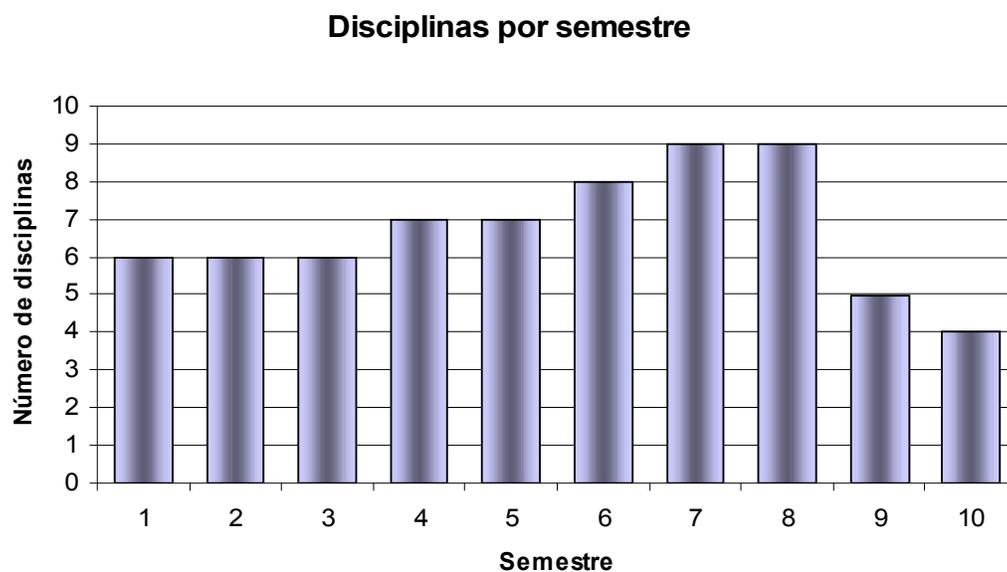
A forma como os diferentes tipos de disciplina se distribuem no tempo é outro importante aspecto para a análise do currículo da FEA. Essa distribuição mostra como cada grupo se relaciona com o outro no tempo e qual é a seqüência de disciplinas que a faculdade julga adequada.

A análise será feita em dois passos. O primeiro irá analisar o total de créditos e de disciplinas por semestre para possibilitar uma visão geral sobre o curso. No segundo passo, será analisada essa distribuição por semestre, mas agora dividido por tipo de disciplina. Para esse segundo passo, analisaremos o número de disciplinas de cada tipo no decorrer do curso (por semestre) e o número de créditos de cada tipo de disciplina também no decorrer do curso.

Essa análise só foi possível pelo fato de existir uma sugestão para o cumprimento do currículo pleno de acordo com a semestralidade do curso. Isso significa que, para cada semestre, há uma sugestão no Catálogo de Graduação – 2006 de que disciplinas o aluno deve cursar. Essa sugestão está descrita nos quatro gráficos a seguir.

O primeiro deles mostra o número geral de disciplinas por semestre:

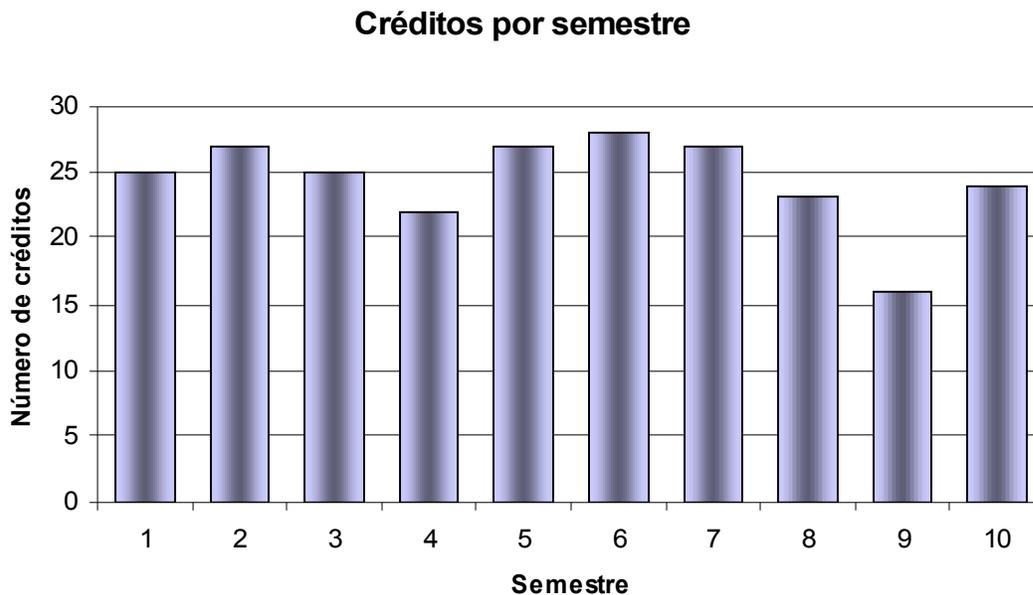
**Ilustração 1 - Distribuição das disciplinas por semestre**



Esse gráfico mostra que há um aumento no número de disciplinas por semestre do primeiro para o sétimo e oitavo semestres (nos quais a sugestão é cursar nove disciplinas) e, posteriormente, há uma redução até o décimo semestre, com apenas quatro disciplinas como sugestão.

O segundo gráfico mostra o número total de créditos do curso por semestre:

## Ilustração 2 - Distribuição dos créditos por semestre

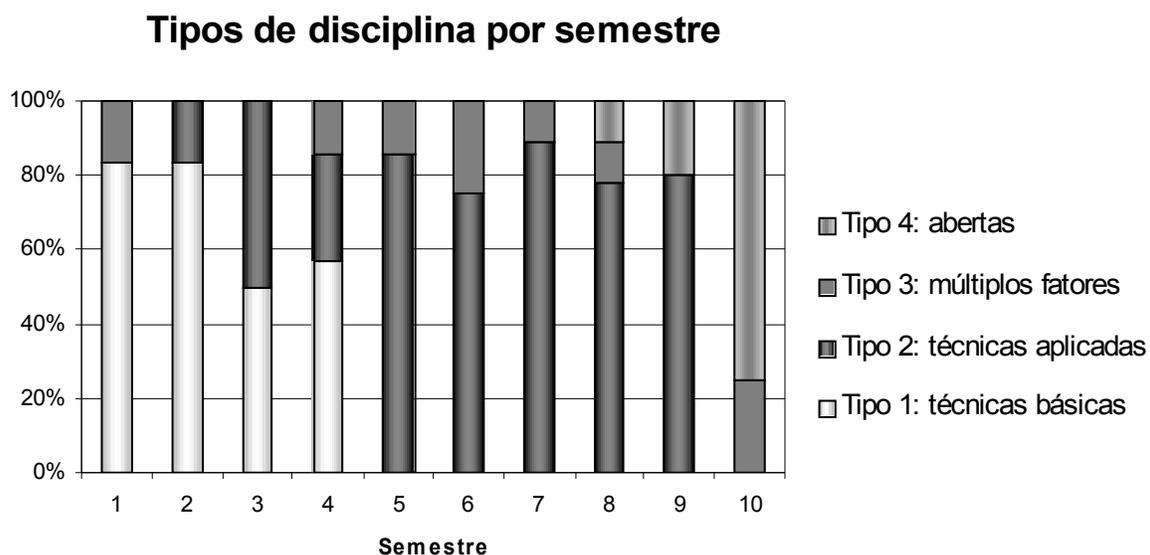


Se é fato que há uma variação significativa em relação ao número de disciplinas, não se pode dizer o mesmo em relação ao número de créditos por semestre. No entanto, ainda assim é possível perceber uma tendência de redução no número de créditos a partir do sexto semestre. No último semestre, há um aumento no número de créditos em relação ao nono semestre, mas ele é devido principalmente aos créditos relativos ao estágio curricular (são 12 créditos). A partir desses dois gráficos, portanto, é possível dizer que há uma concentração dos créditos e das disciplinas nos semestres do meio do curso e uma redução ao final. O aluno fica, portanto, com mais tempo livre nos dois últimos semestres do curso.

Essa característica do currículo está diretamente relacionada com a disponibilização de tempo nos últimos semestre para a realização de estágio. A disciplina específica para estágios tem 12 créditos semanais, durante um semestre. Mas a realidade é que os estágios ocupam muitas horas do fim do curso de um aluno de engenharia. Essa estrutura de distribuição de horas mostra também que o tempo dos alunos está moldado e as atividades práticas (de atuação profissional) têm semestres reservados para elas: o nono e décimos semestres.

O gráfico a seguir é o resultado do segundo passo da análise. Ele ilustra a distribuição (em porcentagem) dos tipos de disciplina ao longo do curso.

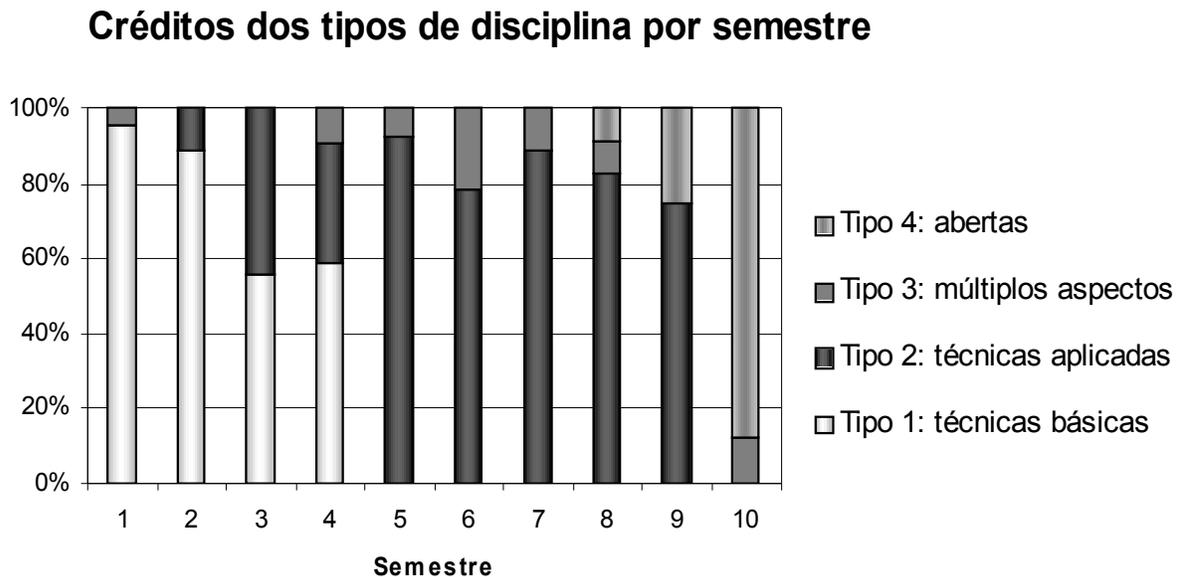
**Ilustração 3 - Distribuição dos tipos de disciplina por semestre**



A ilustração 3 mostra uma clara divisão de tipos de disciplina por período. Enquanto as disciplinas do tipo 1 se concentram nos primeiros quatro semestres do curso, as disciplinas do tipo 2 (embora presentes em quase todos os semestres) se concentram do quinto ao nono semestre. As disciplinas do tipo 3 estão, em pequena quantidade, distribuídas por todo o curso, e as disciplinas do tipo 4 estão presentes apenas nos três últimos semestres.

Em relação ao número de créditos, não há grandes variações em relação à distribuição acima descrita:

Ilustração 4 - Distribuição dos créditos por tipo de disciplina por semestre



Dessas análises podemos tirar duas principais características do currículo da FEA. A primeira é a distribuição das disciplinas básicas (primeiros quatro semestres), aplicadas (considerando os tipos 2 e 4, concentradas do quinto ao nono semestre) e abertas (três últimos semestres) ao longo do curso. A segunda é a concentração dos créditos e das disciplinas nos semestres do meio do curso e uma redução ao final.

Essas duas características do currículo da FEA nos conduzem à conclusão de que a sugestão de cumprimento do currículo pleno presente no Catálogo de Graduação – 2006 leva em consideração os diferentes tipos de disciplina. A sugestão indica que as disciplinas que chamo de básicas (tipo 1) devem ser cursadas durante os primeiros quatro semestres. As disciplinas que chamo de técnicas aplicadas (tipo 2) devem ser cursadas após as disciplinas básicas e durante quase todo o curso, mas de forma concentrada do quinto ao nono semestre. Já as disciplinas chamadas abertas (tipo 4), que também são aplicadas, devem ser cursadas nos três últimos semestres, com a realização de atividades como estágio supervisionado, elaboração de projetos e trabalho de conclusão de curso. Essa sequência é garantida pelo estabelecimento de pré-requisitos obrigatórios.

Por fim, a distribuição das disciplinas com aplicação industrial mostra que elas estão concentradas nos sétimo, oitavo e nono semestres (12 disciplinas de 18), em especial no sétimo

semestre, com seis disciplinas. Essa concentração era de esperar, uma vez que essas disciplinas estão relacionadas com as disciplinas do tipo 2 (13 das 18 disciplinas), que estão também concentradas nesses semestres.

#### **1.4 – A proposta do MEC**

O curso de graduação em engenharia de alimentos foi reconhecido pelo decreto lei nº 68.644, de 21 de maio de 1971. Seu currículo mínimo foi regulamentado pelas resoluções CNE/CES nº 48/76 e nº 52/76. Além disso, o MEC (Ministério da Educação) editou a portaria nº 1.695, de 5 de dezembro de 1994, que também dispõe sobre o currículo mínimo. Outro documento pertinente (e talvez o mais relevante para análise) é a resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002, que institui as diretrizes curriculares para os cursos de engenharia. Já a regulamentação da profissão se deu por meio da lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966, e da resolução nº 218, de 29 de junho de 1973, do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA). Neste momento, no entanto, serão analisadas somente as resoluções referentes ao currículo mínimo dos cursos de graduação em engenharia, em geral, e em engenharia de alimentos, especificamente. A análise da legislação tem como objetivo final comparar o currículo da FEA com as obrigatoriedades e sugestões que os documentos selecionados trazem. Não quero com isso avaliar o quanto a FEA está cumprindo essas legislações (tanto para a engenharia de forma geral quanto para a legislação específica da engenharia de alimentos), mas sim poder avaliar quais características do currículo são recomendações do MEC e quais são escolhas da instituição de ensino. Para isso, os documentos escolhidos (por tratarem especificamente do currículo do curso de graduação em engenharia) foram as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, homologadas em 22 de fevereiro de 2002, a resolução nº 52/76 e a portaria nº 1.695/94.

Além disso, um primeiro dado importante a ser analisado é a carga horária mínima para a engenharia de alimentos que é recomendada pelo MEC para o curso de graduação em engenharia em, no mínimo, 3.600 horas. Segundo o Catálogo de Graduação – 2006 da UNICAMP, a medida do trabalho escolar dos cursos de graduação é o crédito, que corresponde a 15 horas de atividade/aula ou atividades acadêmicas supervisionadas (o número de horas semanais é igual ao

número de créditos). Por isso, se uma disciplina tem dois créditos (isto é, duas horas de atividade/aula por semana), para a integralização do currículo, esses dois créditos equivalem a 30 horas. Portanto, se o currículo em engenharia de alimentos da FEA prevê 244 créditos, serão necessárias 3.660 horas para a integralização do currículo proposto. Não há, no entanto, sugestão de distribuição das horas no decorrer do curso.

#### **1.4.1 – Diretrizes curriculares para os cursos de graduação em engenharia**

A análise das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia será iniciada com o objetivo de saber quais são as obrigatoriedades e sugestões que o Ministério da Educação estabelece para o currículo de um curso de graduação em engenharia. Esse documento, que se refere às engenharias de maneira geral, define

os princípios, fundamentos, condições e procedimentos da formação de engenheiros, estabelecidos (...) para aplicação em âmbito nacional na organização, desenvolvimento e avaliação dos projetos pedagógicos dos Cursos de Graduação em Engenharia das Instituições do Sistema de Ensino Superior (BRASIL, 2002).

Ele define também o perfil do egresso do curso de graduação em engenharia:

(...) com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade (BRASIL, 2002).

Esse documento apresenta as diretrizes para a elaboração ou adequação do currículo do curso de graduação em engenharia e propõe uma classificação para os conteúdos que devem ser abordados. Os conteúdos estão divididos em três núcleos: núcleo de conteúdos básicos, núcleo de conteúdos profissionalizantes e núcleo de conteúdos específicos que caracterizam a modalidade de engenharia. A engenharia de alimentos é uma das modalidades de engenharia, assim como a engenharia civil e a engenharia mecânica, por exemplo. Para cada uma delas deve existir um núcleo de conteúdos específicos que as caracterizem. Esse documento não traz os conteúdos específicos de cada modalidade, mas apenas a indicação de que devem compor no máximo 55% do currículo de qualquer modalidade de engenharia.

O quadro 9 resume as sugestões apresentadas pelo documento:

**Quadro 9 - Classificação dos conteúdos no currículo de engenharia**

<b>Núcleo</b>	<b>Carga horária mínima (%)</b>	<b>Conteúdos</b>
Conteúdos básicos	30	Metodologia científica e tecnológica; comunicação e expressão; informática; expressão gráfica; matemática; física; fenômenos de transporte; mecânica dos sólidos; eletricidade aplicada; química; ciência e tecnologia dos materiais; administração; economia; ciências do ambiente; humanidades, ciências sociais e cidadania.
Conteúdos profissionalizantes	15	Algoritmos e estruturas de dados; bioquímica; ciência dos materiais; circuitos elétricos; circuitos lógicos; compiladores; construção civil; controle de sistemas dinâmicos; conversão de energia; eletromagnetismo; eletrônica analógica e digital; engenharia do produto; ergonomia e segurança do trabalho; estratégia e organização; físico-química; geoprocessamento; geotecnia; gerência de produção; gestão ambiental; gestão econômica; gestão de tecnologia; hidráulica, hidrologia aplicada e saneamento básico; instrumentação; máquinas de fluxo; matemática discreta; Materiais de construção civil; materiais de construção mecânica; materiais elétricos; mecânica aplicada; métodos numéricos; microbiologia; mineralogia e tratamento de minérios; modelagem, análise e simulação de sistemas; operações unitárias; organização de computadores; paradigmas de programação; pesquisa operacional; processos de fabricação; processos químicos e bioquímicos; qualidade; química analítica; química orgânica; reatores químicos e bioquímicos; sistemas estruturais e teoria das estruturas; sistemas de informação; sistemas mecânicos; sistemas operacionais; sistemas térmicos; tecnologia mecânica; telecomunicações; termodinâmica aplicada; topografia e geodésia; transporte e logística.
Conteúdos específicos	Restante	

O núcleo de conteúdos básicos contém, além das tradicionais disciplinas básicas dos cursos de engenharia, conteúdos de humanidades, comunicação e expressão e economia, entre outros. O documento não é muito preciso acerca da obrigatoriedade de esses conteúdos estarem presentes

no currículo dos cursos de engenharia. A resolução diz apenas que o núcleo de conteúdos básicos deve versar sobre os tópicos indicados. Já sobre o núcleo de conteúdos profissionalizantes, fica claro que nem todos os conteúdos enumerados devem ser incorporados ao currículo. Os conteúdos desse núcleo presentes no currículo de um curso específico de engenharia devem formar um subgrupo coerente com os tópicos enumerados nesse documento. Por fim, o núcleo de conteúdos específicos deve se constituir

(...) em extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo de conteúdos profissionalizantes, bem como de outros conteúdos destinados a caracterizar modalidades. (...) Constituem-se em conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais necessários para a definição das modalidades de engenharia e devem garantir o desenvolvimento das competências e habilidades estabelecidas nestas diretrizes (BRASIL, 2002).

Pela definição de cada núcleo, é possível inferir que os núcleos se sucedem no tempo, isto é, um núcleo é decorrente do anterior. A própria definição do núcleo de conteúdos específicos diz que estes são aprofundamentos ou extensões dos conteúdos profissionalizantes. No entanto, o documento não sugere, explicitamente, uma organização dos conteúdos no decorrer do curso de graduação em engenharia.

O documento não trata apenas dos núcleos de conteúdos. Outro ponto que deve ser destacado é a determinação de que haja “trabalhos de síntese e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso” (BRASIL, 2002) e, especificamente, um trabalho de conclusão de curso como uma dessas atividades. Além disso, há referência sobre a obrigatoriedade de haver estágios curriculares obrigatórios sob supervisão direta da instituição de ensino de no mínimo 160 horas e de que haja estímulo da instituição para realização de “atividades complementares, tais como trabalhos de iniciação científica, projetos multidisciplinares, visitas teóricas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores e outras atividades empreendedoras.” (BRASIL, 2002).

Outros pontos importantes são: a obrigatoriedade de atividades de laboratório para os conteúdos básicos de química, física e informática e a ênfase na necessidade de reduzir o tempo em sala de aula, favorecendo o trabalho individual e em grupo.

Um último ponto a ser destacado pela sua relevância para a análise proposta é que cada curso de engenharia deve ter um **projeto pedagógico** “que demonstre claramente como o conjunto das atividades previstas garantirá o perfil desejado de seu egresso”. (BRASIL, 2002).

As diretrizes curriculares para os cursos de graduação em engenharia não tratam em nenhum momento da atuação industrial do engenheiro nem indicam a necessidade de que sejam tratadas as aplicações industriais dos conteúdos abordados.

A legislação foi analisada para responder às perguntas: Quais são os conteúdos que devem ser abordados em um curso de graduação em engenharia? Qual é a sugestão de organização desses conteúdos? Especificamente para a legislação referente às diversas modalidades da engenharia, essas perguntas também serão usadas como referência, mas, ainda assim, tendo como foco a engenharia de alimentos.

Por isso, busquei também uma classificação das disciplinas que pudesse ser comparada com a que realizo. A classificação levou em consideração três critérios: **ênfase nos aspectos técnicos** dos conteúdos abordados, **aplicabilidade do conteúdo abordado** e **flexibilidade** da disciplina em relação à abordagem dos conteúdos. A classificação presente nas diretrizes curriculares para cursos de graduação em engenharia elaborada pelo MEC não leva em consideração o foco dos conteúdos abordados, mas tem como critério central a relação dos conteúdos com a modalidade de engenharia (conteúdos gerais ou específicos) e se os conteúdos são de formação básica ou de formação profissional.

O que há em comum entre as duas classificações é o critério de aplicabilidade. Na taxonomia, o critério gerou duas categorias: conteúdos básicos ou aplicados. Na classificação feita pelo MEC, os conteúdos foram divididos em básicos ou profissionalizantes.

O critério **relação com a engenharia de alimentos**, presente na classificação do MEC e que não foi usado na taxonomia, divide os conteúdos em duas categorias: com ou sem relação direta com a engenharia de alimentos ou específicas e gerais, respectivamente. No entanto, as disciplinas que são específicas de uma modalidade de engenharia não aparecem nesse documento. Ele traz apenas as disciplinas que são comuns para todas as engenharias.

Com essas considerações, o primeiro ponto que chama a atenção a partir da comparação das classificações é que é possível perceber que as disciplinas do tipo 4 (abertas) podem ser chamadas de disciplinas, segundo o MEC, de síntese e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso. E em relação a quando cursar essas disciplinas, não há explicitamente a indicação de que devam estar ao final do curso, mas, no currículo da FEA, elas estão apenas nos

três últimos semestres. É também nas disciplinas do tipo 4 que está o trabalho de conclusão de curso e estágio supervisionado.

As disciplinas do tipo 3 não coincidem com nenhum grupo de conteúdos da classificação do MEC. Entretanto, seis das oito disciplinas desse tipo são específicas da engenharia de alimentos, uma é do núcleo geral e uma é do núcleo profissionalizante. Por isso, pode-se somar uma característica às disciplinas do tipo 3: além de buscarem relacionar os aspectos técnicos com outros fatores, são, na sua maioria, disciplinas específicas da engenharia de alimentos.

As disciplinas do tipo 1 e 2, que foram agrupadas por apresentarem ênfase nos aspectos técnicos dos conteúdos abordados, estão divididas entre os três núcleos propostos pelo MEC. No entanto, as disciplinas do tipo 1 são essencialmente as disciplinas que tratam dos conteúdos contidos no núcleo de conteúdos básicos (em 17 disciplinas, 13 são do núcleo básico).

Já as disciplinas do tipo 2 se encontram nos núcleos profissionalizante e específico. Isso porque as disciplinas do tipo 2 são disciplinas chamadas aplicadas. No entanto, elas podem ou não ser específicas da engenharia de alimentos. De 37 disciplinas, 24 são específicas e 13 abordam conteúdos do núcleo profissionalizante.

É importante chamar a atenção para as disciplinas do núcleo básico que estão presentes no currículo da FEA. O documento sugere 15 conteúdos para o núcleo de conteúdos básicos. Destes, seis não estão presentes no currículo da FEA: metodologia científica e tecnológica, comunicação e expressão, ciências do ambiente e humanidades, ciências sociais e cidadania, expressão gráfica e administração e ciências do ambiente. Os conteúdos faltantes são os com menos ênfase nos aspectos técnicos. No entanto, isso não significa que esses conteúdos não estejam distribuídos em outras disciplinas. Mas a FEA não julgou necessário haver disciplinas específicas desses conteúdos.

De maneira geral, há uma consonância em relação aos conteúdos abordados no curso da FEA e os sugeridos nas diretrizes instituídas pelo MEC. Alguns conteúdos foram deixados de lado (como humanidades, ciências sociais e cidadania), mas a grande maioria foi contemplada. Por outro lado, não há nada explícito no documento relativo à organização dos conteúdos no tempo ou sobre a ênfase que deve ser dada aos diferentes aspectos dos conteúdos abordados no curso de graduação em engenharia. Portanto, é possível inferir que os conteúdos, em grande medida, não são uma escolha da instituição de ensino superior, mas que o enfoque dado aos conteúdos e a

organização dos conteúdos no tempo são escolhas da instituição de ensino. A escolha, não necessariamente consciente, acontece pelo fato de haver certo grau de liberdade quanto a esses aspectos na legislação.

#### **1.4.2 – Legislação específica para a Engenharia de Alimentos**

Os outros documentos analisados foram a resolução n° 52/76 e a portaria n° 1.695/94 do MEC. Esses documentos dispõem sobre o currículo mínimo para habilitação em engenharia de alimentos. Eles se sobrepõem em algumas questões em relação às diretrizes curriculares para engenharia. Esses documentos estabelecem a engenharia de alimentos como uma habilitação específica do curso de engenharia e propõem um currículo mínimo para essa habilitação. No currículo proposto, o tempo mínimo a ser cumprido pelos futuros engenheiros é de 3.600 horas. A divisão de como a carga horária deve ser cumprida encontra-se no quadro 10 a seguir. O quadro foi baseado nas resoluções analisadas:

**Quadro 10 - Classificação das disciplinas do currículo de engenharia de alimentos**

Matéria	Carga horária mínima (h)	Conteúdos
Formação básica	1.200	Matemática Física Química Mecânica Processamentos de dados Desenho Eletricidade Resistência dos materiais Fenômenos de transporte Biologia
Formação Geral	300	Humanidades e ciências Sociais Economia Administração Ciências do ambiente Nutrição humana
Formação profissional geral	900	Métodos analíticos Química e bioquímica Físico-química Materiais Processos físicos, químicos e biológicos
Formação profissional específica	600	Química de alimentos Bioquímica de alimentos Microbiologia de alimentos Matérias-primas Agropecuárias Tecnologia de alimentos
Complementação para integralização do currículo pleno	600	Extensão ou desdobramento das matérias anteriores Outras matérias de caráter profissional específico Estágio supervisionado

Novamente o documento propõe uma divisão dos conteúdos. Essa divisão, por sua vez, diferentemente do documento de 2002, cria cinco grupos de conteúdos. O critério utilizado para a classificação foi mais uma vez a relação com a engenharia específica (matérias específicas ou gerais), além do caráter básico, profissionalizante ou complementar do conteúdo.

Para não tornar a análise repetitiva, apresento a portaria, mas analisaremos apenas os pontos mais relevantes ou que ainda não apareceram na análise do documento anterior.

Na categoria de conteúdos de formação geral, o MEC propõe disciplinas de economia, humanidades, ciências sociais, ciências do ambiente, administração e nutrição. O currículo da FEA se limita às disciplinas de economia e nutrição, deixando de lado, como já tinha sido observado, possibilidades de disciplinas de ciências do ambiente, administração, humanidades e ciências sociais.

É interessante notar que, das categorias criadas, apenas as disciplinas de formação geral têm conteúdos que vão além dos aspectos técnicos da engenharia e, para essa categoria, devem ser reservadas 300 horas (de um total de 3.600 horas), ou seja, 8,3% do total de horas.

Novamente, não há instruções no documento sobre como organizar os conteúdos.

### **1.5 – Considerações Preliminares**

Em relação à resolução CNE/CES nº 11/2002, à resolução nº 52/76 e à portaria nº 1.695/94 do MEC, pode-se dizer que há uma correspondência entre eles e o currículo da FEA. No entanto, há uma diferença significativa entre o currículo da FEA e a legislação. Trata-se, como vimos, da ausência de disciplinas de metodologia científica e tecnológica, comunicação e expressão, ciências do ambiente, humanidades, ciências sociais e cidadania, expressão gráfica, administração e ciências do ambiente no currículo da FEA. Fica uma questão: se a FEA está em consonância com a legislação, por que não incluiu essas disciplinas no seu currículo?

Outro ponto a ser destacado é que a legislação sugere os conteúdos para o currículo do curso de graduação em engenharia, mas não sua organização. No entanto, a legislação apresenta uma separação entre disciplinas básicas e profissionais e o entendimento de que as segundas são decorrentes das primeiras. O currículo da FEA também apresenta essa separação. O seu currículo está organizado da seguinte forma: primeiro, as disciplinas básicas ou gerais e, posteriormente, as disciplinas profissionalizantes ou específicas, e, ao final do curso, atividades de apreensão dos conteúdos de todo o curso e atividades práticas, como estágios, trabalho de conclusão etc. O que se pode inferir dessas observações, por um lado, é que não está em pauta a forma de organização dos conteúdos para o Ministério da Educação e, por outro lado, que a FEA optou por colocar as disciplinas básicas nos semestres iniciais e as disciplinas aplicadas no final do curso. A

organização dos conteúdos interfere na formação e atuação do engenheiro de alimentos? Essa é uma pergunta que merece maior reflexão.

Em relação aos conteúdos, o currículo da engenharia apresenta imensa maioria de conteúdos técnicos, tanto nos documentos do MEC quanto no currículo da FEA, embora essa característica tenha sido exacerbada. Dentro das disciplinas “técnicas”, há ainda um maior número de disciplinas aplicadas ou profissionalizantes do que de básicas. Esse ponto é alvo de muito debate e será posteriormente discutido.

Embora o currículo da FEA apresente esse padrão, existem exceções. Por isso, as disciplinas do tipo 3 merecem maior atenção. Elas aparecem ao longo de todo curso e em pequena quantidade. De maneira isolada, elas não poderiam ser consideradas como um grupo significativo de disciplinas. Porém, por serem as que mais se aproximam de uma visão ampla da técnica (relacionando-a com seus aspectos sociais, ambientais, etc) e por, aparentemente, não serem planejadas, podem ser consideradas como fissuras ou “falhas no sistema”. Esse grupo de disciplina, por isso, expõe o caráter contraditório do próprio currículo. As ementas, assim como o currículo como um todo, escondem contradições e heterogeneidade. Isso era de se esperar quando se olha para o currículo como resultado de um processo histórico e social complexo relacionado com o processo histórico da própria faculdade.

Outro ponto importante é a distribuição de créditos ao longo dos semestres. Como já foi dito, o curso prevê maior tempo livre para os alunos nos dois últimos semestres, tempo geralmente utilizado para realização de estágios. Essa característica aponta para uma não valorização da prática, isto é, para o entendimento que a prática só tem valor quando houver um arcabouço teórico sólido. A teoria seria então, precedente à prática para estudantes da engenharia.

Em relação às disciplinas que focam sua aplicação na indústria, como a legislação analisada não traz nenhuma referência a isso, fica claro que também é uma escolha da FEA. É decorrente dessa análise que a instituição deu preferência à formação de profissionais que atuem na indústria de alimentos em detrimento de outras possibilidades de atuação. É preciso, além de caracterizar o currículo, apontar as decorrências dessas características. O termo indústria de alimentos já contém um viés implícito: o aspecto industrial da atividade, que exclui o aspecto artesanal ou coletivo (auto-organização), exclui as atividades sem a finalidade de lucro e sem orientação para o mercado. Gordillo e Galbarte (2002), sobre esse tema, dizem que as aulas práticas da educação

tecnológica se baseiam não nas técnicas artesanais, mas nas tecnologias industriais devido à divisão existente entre ciência e tecnologia. A atividade tecnológica seria diferente da atividade artesanal justamente pelo caráter científico que a primeira tem, e a segunda, não. Para a atividade tecnológica seria necessária uma carga teórica que a atividade artesanal (baseada na intuição e na tentativa e erro) não tem. Segundo os autores essa é uma visão que parte da valorização do conhecimento científico em detrimento do conhecimento artesanal. E essa valorização reforça a hierarquização da relação existente entre teoria e prática e entre ciência e tecnologia, como se as primeiras fossem necessárias como um primeiro passo para que as segundas fossem possíveis e de qualidade. Essa visão reforça a cisão entre teoria e prática e valoriza a primeira em relação à segunda.

Com essas informações, pode-se apresentar uma caracterização geral do curso de graduação em engenharia de alimentos da FEA.

1. É um curso tecnicista: essa característica está ligada à imensa maioria de conteúdos puramente técnicos e à ausência de determinadas disciplinas indicadas pelo MEC (humanidades, comunicação, metodologia de pesquisa, administração etc.).
2. Apresenta forte separação entre teoria e prática: a separação entre disciplinas básicas/aplicadas e gerais/específicas (corroborada pelo MEC) aponta para essa característica. Além disso, a organização do currículo (primeiro, disciplinas básicas e gerais; depois, aplicadas e específicas) mostra uma priorização da teoria em detrimento da prática. Por fim, o tempo livre ao final do curso, para a realização, entre outras atividades práticas, de estágios demonstra uma visão de que a prática só tem valor se embasada e precedida pela teoria.
3. É um curso fechado: significa dizer que há pouca possibilidade de um estudante escolher diferentes caminhos ou enfoques para o curso. A grande maioria das disciplinas é fechada e, além disso, não há atividades de extensão previstas no decorrer do curso.
4. Apresenta como foco a indústria: não há no currículo da FEA nenhuma disciplina que apresente um foco para os conteúdos abordados, a não ser para o uso industrial desses conteúdos. Isso significa dizer que ou o conteúdo é tratado de maneira geral (não importando para que será usado) ou com foco na indústria de alimentos. Além disso, Tilkian (1990) aponta que a faculdade surgiu com o intuito de atender à indústria de

alimentos. No entanto, em sua apresentação (e na legislação isso também está claro), a faculdade diz esperar que o profissional formado possa atuar em diferentes ambientes, inclusive na indústria. Há aqui um antagonismo entre o que a FEA diz ser e o que de fato ela é. Em seu currículo, a faculdade exclui a possibilidade de atuação com grupos populares, artesanais e que não sejam orientados pelo mercado.

A análise realizada, portanto, confirma as características gerais expressas na hipótese inicial. A hipótese caracterizava o currículo como sendo focado nos aspectos técnicos dos conteúdos, com pouca flexibilidade e estruturado de acordo com a separação das disciplinas básicas das aplicadas. Todas essas características se confirmaram. Além disso, a análise possibilitou um refinamento das características.

## Capítulo 2 – A educação tecnocientífica e a Educação CTS

### ***2.1 – Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade***

A primeira seção deste capítulo busca mostrar as relações existentes entre o campo CTS e um de seus objetos de estudo, a educação. As questões levantadas há mais de 40 anos pelo campo estão, a cada dia, mais presentes na educação. A forma convencional da educação tecnocientífica, que não leva em consideração as relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade, tem sido questionada pela educação CTS tanto em relação aos conteúdos abordados e à sua organização quanto em relação às metodologias de ensino utilizadas.

Um ponto fundamental para o entendimento da crítica que faz a abordagem proporcionada pelo campo CTS e a educação é a neutralidade tecnocientífica. Isso porque a visão que se tem da tecnociência determina a maneira como ela é ensinada. Uma educação baseada em uma visão neutra da tecnociência será descontextualizada das questões sociais, políticas e econômicas que a cercam.

Essa, porém, não é uma afirmação trivial. Para desenvolver o argumento aqui exposto é necessário ter clareza sobre o que se entende por neutralidade tecnocientífica. Dagnino (2002) aprofunda essa questão no trecho a seguir:

A idéia da neutralidade parte de um juízo fundacional difuso, ao mesmo tempo descritivo e normativo, mas abarcante e potente, de que a C&T não se relaciona com o contexto no qual é gerada. Mais do que isto, que permanecer dele sempre isolada é um objetivo e uma regra da “boa ciência”. E, finalmente, que ela pode de fato ser isolada. Ao entender o ambiente de produção científico-tecnológica como separado do contexto social, político e econômico, esta idéia torna impossível a percepção de que os interesses dos atores sociais de alguma forma envolvidos com o desenvolvimento da C&T possam determinar a sua trajetória. (DAGNINO, 2002).

A neutralidade tecnocientífica acarreta a percepção da tecnociência como uma verdade que não é passível de questionamento, uma verdade única e intrinsecamente positiva para a humanidade. Essa visão permeia a educação tecnocientífica e justifica a educação descontextualizada a que faz

referência. Seguindo a lógica da neutralidade, a educação transmite verdades tecnocientíficas inquestionáveis.

A formação convencional que a educação CTS critica e busca transformar está diretamente relacionada com a visão neutra da tecnociência, que o campo CTS busca desmistificar. Há, no entanto, outros aspectos que caracterizam a visão convencional da tecnociência. Além da neutralidade, a essencialidade, o triunfalismo, universalismo, etc. Escolhi focar na neutralidade por acreditar que ela é, em grande medida, mas não apenas, responsável pela manifestação das outras características. Quando a tecnociência é entendida como neutra, conseqüentemente, é tida como universal, pois se ela não carrega os valores e interesses do contexto no qual foi desenvolvida, poderia ser usada para qualquer finalidade e em qualquer lugar, sem prejuízos. Os outros aspectos da visão convencional da tecnociência apresentam especificidades em relação à neutralidade e precisam ser levados em consideração, mas não são determinantes para caracterização da visão de tecnociência proposta para esta dissertação.

Colocada essa primeira convergência entre educação e o campo CTS, buscarei aprofundar as relações existentes entre eles.

### **2.1.1 – O campo CTS**

O campo CTS busca estudar as relações entre ciência, tecnologia e sociedade ou, como diz López Cerezo (1998), entender a ciência e a tecnologia a partir de seu contexto social, em relação tanto aos seus condicionantes sociais quanto às suas conseqüências sociais e ambientais. Como vimos, essa busca se coloca em choque com a visão clássica da neutralidade da ciência. A visão alternativa da tecnociência que o campo CTS defende é apresentada por López Cerezo (1998):

A chave se encontra em apresentar a ciência-tecnologia não como um processo ou atividade autônoma que segue uma lógica interna de desenvolvimento em seu funcionamento ótimo, mas sim como um processo ou produto inerentemente social em que os elementos não técnicos (por exemplo, valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas etc.) desempenham um papel decisivo em sua gênese e consolidação (LÓPEZ CERESO, 1998, p 44).

Ainda segundo López Cerezo (1998), o campo CTS surge com duas principais vertentes: a européia e a estadunidense. A européia teve início nos estudos das determinações históricas e

sociais que condicionam o desenvolvimento científico e tecnológico, com acentuado enfoque na construção social da ciência e da tecnologia e com forte influência da sociologia do conhecimento e da filosofia da ciência. Por sua vez, a estadunidense ocupa-se mais diretamente com os aspectos práticos das implicações sociais da tecnociência. Ou seja, a primeira trata dos antecedentes, e a segunda, das conseqüências. Hoje, porém, essas distinções são menos marcadas, e há autores que incorporam ambas as perspectivas. Atualmente, os estudos CTS, ainda que de forma distinta, rechaçam a imagem da ciência como uma atividade pura, criticam a visão da tecnologia como aplicação da ciência e condenam a tecnocracia.

Sobre a trajetória do campo CTS na América Latina, Vacarezza (1998) aponta seu surgimento no final da década de 1960 e uma forte ligação da reflexão sobre ciência e tecnologia com as políticas públicas. No entanto, se para o autor existe uma unidade no movimento, não se pode dizer o mesmo sobre a homogeneidade. O campo, na América Latina, se caracteriza por ser multidisciplinar e apresentar uma variedade de objetivos e problemas de análise. Representa uma união de perspectivas para tratar de um objeto, mas não uma fusão entre essas perspectivas. Por isso o autor diz que são tratados diversos problemas por diversas disciplinas. A educação é (dentro de um grupo maior que o autor denominou “impacto social da mudança tecnológica”) uma área que, na América Latina, recebeu pouca atenção e não esteve sistematicamente vinculada à problematização geral do movimento CTS.

Sutz (1998), por sua vez, apresenta o surgimento do pensamento latino-americano em CTS como uma resposta local aos questionamentos colocados pelos estudos CTS na Europa e nos EUA. Esse movimento, então, teria como objetivo discutir uma temática já existente em outros países e até então ignorada pela região.

O surgimento do campo CTS, especificamente o surgimento do campo CTS na América Latina, também é objeto de análise de Dagnino (2005). Nesse artigo, o autor explora a trajetória do campo CTS em três países: Brasil, Argentina e Espanha ao longo das últimas quatro décadas. Nele o autor chama atenção para a

diferente apreciação, dos autores dos países avançados e também da Espanha, por um lado, e dos latino-americanos, por outro, acerca da produção dos pesquisadores que, desde o PLACTS<sup>6</sup>, inclusive, tratam de temas ligados à relação CTS na América Latina (...) Os primeiros ou não se referem a ela ou, embora a conheçam, não a consideram como pertinente à categoria ECTS. (DAGNINO, 2005, p. 12).

---

<sup>6</sup> PLACTS é a sigla de Pensamento Latino Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade.

A partir dessa constatação, o autor argumenta que a tradição latino-americana (principalmente Brasil e Argentina, durante as décadas de 1960 e 1970) deve ser considerada, ao lado das tradições estadunidense e européia, como precursora dos ECTS. Ele aponta também que o campo na América Latina surge com especificidades. A respeito do foco do campo estar na política de ciência e tecnologia e não na educação, Dagnino afirma que essa característica é mais uma consequência de uma determinada leitura da conjuntura da região do que uma “falta de atenção” por parte de seus fundadores. Enquanto na Europa e nos EUA o campo CTS surge com foco na ação indireta, na América Latina o foco é a ação direta. Essa diferença de foco, ainda segundo o autor, pode ser explicada por meio da comparação da situação política dos referidos países:

A opção dos fundadores do PLACTS, de privilegiar a atuação direta, via PCT<sup>7</sup>, e não indireta, da educação e da participação pública na ciência, diferentemente do que ocorreu na Europa (incluindo aí a Espanha) e, ainda que em menor medida, nos EUA, talvez se explique pela percepção da distância que separava sua sociedade – autoritária e periférica – do ideal até hoje não alcançado naqueles países da democratização da PCT. (DAGNINO, 2005, p. 42).

Em todas as vertentes do campo CTS, é reconhecido como objetivo desmistificar a visão neutra da tecnociência. A partir dessa crítica, o campo CTS propõe formas de avaliação e controle social do desenvolvimento da tecnociência.

É nesse sentido que o movimento CTS aponta para a participação pública nas decisões sobre o controle do desenvolvimento da tecnociência e também na sua avaliação. Por sua vez, a participação pública aponta para a necessidade de uma educação tecnocientífica coerente com os pressupostos do campo. A tecnociência, quando considerada a partir de sua interação com a sociedade, pressupõe uma educação tecnocientífica também na perspectiva CTS. Isto é, uma educação tecnocientífica que não apresente a tecnociência como neutra, mas condicionada por valores e interesses e, por isso, passível de questionamento e permeada por escolhas. Essa visão da tecnociência implica a formação de cidadãos que sejam capazes de entender as alternativas e tomar decisões fundamentadas acerca das questões tecnocientíficas.

Contudo, se há consensos, há também divergências. Dagnino (2006) problematiza o campo CTS. Para ele, desmistificar a neutralidade da tecnociência e garantir o controle externo não seria suficiente. Essa problematização gerou a classificação que Dagnino faz dos estudos CTS em duas

---

<sup>7</sup> PCT é a sigla para Política Científica Tecnológica.

correntes. A primeira, chamada CTS 1, (com o slogan: não-neutralidade e controle externo) seria contraditória ao aceitar que a tecnociência não é neutra, mas, ao mesmo tempo, supor que seria possível um controle externo ex-post que impusesse um uso coerente com valores e interesses distintos daqueles presentes no contexto em que a tecnociência foi desenvolvida. Em outras palavras, a contradição se expressa da seguinte maneira: se a tecnociência não é neutra e incorpora os valores e interesses predominantes no contexto em que é desenvolvida, como seria possível o controle externo incorporar outros interesses? Já a segunda corrente, chamada CTS 2, (com o slogan: não-neutralidade e reprojeto) não nega a importância da conscientização e participação da sociedade via controle externo, mas defende que os valores e interesses sejam incorporados durante a sua concepção, e não apenas no uso. O que diferencia as duas correntes seria o modo como ocorre o controle social da tecnociência.

A questão que coloco nesta dissertação se alinha à corrente CTS 2, que aceita um controle não apenas no uso da tecnociência mas também na sua concepção, mas procura ir além. Em ambas as correntes, CTS 1 e CTS 2, os engenheiros e cientistas continuariam a fazer tecnociência isoladamente e para a corrente CTS 1 caberia à sociedade determinar seu uso de maneira adequada, enquanto que para a corrente CTS 2 caberia aos próprios cientistas e engenheiros incorporar os valores e interesses ao “fazer tecnociência”. O que defendo é que a participação efetiva da sociedade deve ocorrer durante o processo de “fazer tecnociência”.

Essa questão nos parece muito pertinente para esta dissertação. A partir dessas três possibilidades colocadas, a formação do engenheiro também é colocada em xeque. Extrapolando as três possibilidades para a formação do engenheiro, para a corrente CTS 1, o engenheiro deveria receber uma sólida formação técnica e uma formação humanista que garantisse ética na sua atuação. Para a corrente CTS 2, o engenheiro deveria refletir durante toda a sua formação sobre o caráter do conhecimento que recebe e deveria, ao final do curso, ser capaz de, segundo a sua visão de mundo, reprojeto esse conhecimento. Por isso seria necessária uma formação em engenharia que possibilitasse aos egressos uma visão socialmente referenciada acerca da tecnociência. Para a terceira possibilidade, colocada nesta dissertação, além da formação pensada pela corrente CTS 2, seria necessário fornecer instrumentos para que o engenheiro pudesse ser mediador de processos participativos para a solução de problemas tecnocientíficos. Isto é, o engenheiro deveria ser capaz de resolver problemas tecnocientíficos por meio da participação

efetiva da sociedade e o reprojeto dos conhecimentos, segundo a sua visão de mundo, seria feito com a sociedade (ou grupos específicos) em conjunto com o engenheiro.

### **2.1.2 – A educação CTS**

A educação, como já foi dito, é um dos objetos dos estudos CTS. López Cerezo (1998) organiza os estudos CTS em três principais campos: pesquisa, políticas públicas e educação. Dentro do campo educação CTS há também subdivisões, ligadas às especificidades do ensino secundário e do ensino superior, da educação científica ou educação tecnológica e dos métodos utilizados.

Em relação ao modo como a educação CTS pode ser introduzida em currículos tradicionais ou transformar esses currículos, há também algumas especificidades. A divisão apresentada por López Cerezo e Luján López (1996) indica, para a educação CTS secundária, três grupos de iniciativas. O primeiro grupo, chamado Enxertos CTS, apresenta o ensino em ciências da forma convencional, mas aborda casos CTS como exemplo ou como motivação para o ensino em ciências. Esses casos isolados são apresentados sem grandes alterações curriculares. Por exemplo, em uma aula convencional de física, contextualiza-se o conhecimento apresentado e apontam-se as implicações sociais desse conhecimento. O caso mais emblemático é o SATIS (Science and Technology in Society, no Reino Unido). O segundo grupo, chamado de Ciência e tecnologia através de CTS, organiza os conteúdos da ciência segundo as orientações CTS. É uma estruturação que pode ser feita em disciplinas isoladas ou em cursos pluridisciplinares. Um exemplo desse grupo é o PLON (Projeto de Desenvolvimento Curricular em Física, na Holanda), que organiza seus conteúdos científicos a partir de um problema básico relacionado ao futuro papel do estudante. No último grupo, chamado CTS pura, o conteúdo CTS é ensinado isoladamente e o conteúdo científico tem um papel subordinado. Com isso, o conteúdo científico não é aprofundado, mas é utilizado para a compreensão do conteúdo CTS. Um exemplo é o SISCOON (Science in Social Context) in Schools. Esse exemplo é uma adaptação de um programa universitário com o mesmo nome.

As três iniciativas foram pensadas para o ensino secundário. No entanto, acredito que a taxonomia das iniciativas pode ser transposta para o ensino universitário sem prejuízos. Isso

porque pensar a educação CTS a partir dessas três formas possibilita enxergar opções reais de organizar o ensino universitário de uma forma diferente da que existe. A taxonomia organiza as modalidades de educação CTS de uma maneira simples e estratégica de acordo com diferentes objetivos ou pela realidade dos cursos universitários. A seguir, apresento reflexões acerca da modalidade CTS pura. Essa modalidade foi escolhida por ser hoje a mais usada nas universidades brasileiras. Algumas universidades, como a própria UNICAMP, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Universidade Federal do Paraná (UFPR), entre outras, apresentam disciplinas CTS em cursos de graduação. Essas disciplinas podem ser consideradas CTS pura por terem como foco o conteúdo CTS, e não algum conteúdo tecnocientífico específico.

Sutz (1998) aprofunda o debate sobre a modalidade CTS pura ao propor os objetivos de um curso CTS. A autora diz que os objetivos do curso devem ser: apresentar a ciência e a tecnologia como processos sociais, construir pontes entre perspectivas diversas e ampliar a cultura científica do estudante. Em relação ao primeiro objetivo, a autora afirma que uma consequência do curso deve ser possibilitar ao estudante enxergar campos de influência nos quais pode atuar. O segundo objetivo permite que os conteúdos abordados possam ser tratados por meio de diversos enfoques - e para isso é preciso uma intercomunicação entre linguagens. Em relação ao terceiro objetivo, a autora aponta a necessidade de familiarizar os estudantes de ciências exatas com os problemas das ciências sociais. Sutz (1998) ainda diz que o estudante deverá adquirir uma “capacidade de análise em CTS”, termo, segundo ela, pouco preciso, mas expressivo intuitivamente, que possibilitaria a ele fazer novas leituras da realidade. Outro exemplo de CTS pura é a proposta de uma disciplina CTS para os cursos de engenharia elaborada por Bazzo, Pereira e Linsingen (2000). A proposta tem como objetivo apresentar a estrutura básica que uma disciplina introdutória sobre CTS deve ter. A disciplina, aprovada no colegiado do curso de engenharia mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, busca proporcionar aos estudantes reflexão e análise crítica sobre o tema. Os autores reconhecem a limitação de mudanças curriculares, mas acreditam que iniciativas como essa poderiam significar focos para uma melhoria futura de maior amplitude. Isto é, mesmo com as limitações de ser apenas uma disciplina dentro de uma estrutura curricular convencional, a formação em CTS pura traria consequências de longo prazo significativas para a transformação da educação convencional.

Bazzo (1998) apresenta uma maneira de introduzir o conteúdo CTS na educação superior. Refletindo especificamente sobre a educação tecnológica para os cursos de graduação em

engenharia, o autor menciona a possibilidade de serem criadas estrategicamente disciplinas de pós-graduação para formar um corpo docente qualificado que pudesse, em um segundo momento, ministrar as disciplinas CTS para a graduação. Essas disciplinas seriam exemplos de CTS pura, mas, novamente, como uma estratégia de longo prazo.

Independentemente da modalidade de educação CTS, Sutz (1998) aponta a importância de as mudanças curriculares apresentarem a tecnociência como um espaço de ação. Isto é, que o aluno passe a enxergar na atividade tecnocientífica seus resultados na economia, na cultura, na política e no modo de vida e que a atividade tecnocientífica é também influenciada pelo sistema econômico, sociopolítico e cultural no qual é desenvolvida. O campo CTS deve ser apresentado não apenas como um campo de estudo mas, principalmente, como um campo de ação para os estudantes.

Retomando a seção anterior e relacionando com a idéia do campo CTS ser um campo de ação, acredito que o campo CTS deva buscar promover a avaliação e o controle social do desenvolvimento da tecnociência. Essa busca significa que ele deve promover as bases educativas para uma participação pública informada. A educação CTS deve ser um convite à ação e, por isso, deve ser capaz de formar cidadãos que sejam capazes de agir de forma consciente ao fazer escolhas em relação às questões tecnocientíficas.

No entanto, essa formação pode apontar para diferentes tipos de participação ou de ação. A pergunta colocada ao final da seção anterior indica, pelo menos, dois caminhos possíveis: possibilitar aos egressos dos cursos de graduação uma visão socialmente referenciada acerca da tecnociência ou fornecer instrumentos para que seja mediador de processos participativos para a solução de problemas tecnocientíficos. A escolha de diferentes caminhos, não precisa, necessariamente, ser respondida. A educação CTS deve formar cidadãos que sejam, inclusive, capazes de escolher entre esses diferentes caminhos. Para isso, mesmo as divergências do campo CTS devem ser abordadas na educação CTS.

Outra questão que deve ser tratada com mais profundidade pela educação CTS é a idéia de que o que falta aos engenheiros e cientistas é ética na sua atuação. O problema central relacionado à profissão do engenheiro seria o uso inadequado da formação que recebeu no curso de graduação e não a inadequação da própria formação. Acredito que a ética na atuação de um profissional é uma

questão que não pode ser ignorada e deve, por isso, ser tratada com mais profundidade. Linsingen (2006) trata desta questão especificamente para a educação tecnológica:

Nesse sentido, a relação entre tecnologia e sociedade, para engenheiros e tecnólogos, apresenta-se tão profundamente enraizada que parece não haver qualquer razão para debates. (...) a interação tecnologia-sociedade acabou por tornar-se oculta e, de modo mais contundente, parece não pertencer diretamente ao espaço da atividade técnica como tal, mas apenas ao espaço da ética profissional. (LINSINGEN, 2006, p. 1).

Para pensar a educação CTS para a educação superior, acredito que esses três pontos levantados não podem ser deixados de lado:

- O que se espera que o engenheiro formado segundo a educação CTS seja capaz de fazer?
- Até que ponto a ética na atuação do profissional formado é suficiente para garantir que os objetivos do campo CST sejam atingidos?
- Como e quando as diferentes modalidades de educação CTS podem ser usadas nos cursos de graduação em engenharia?

## **2.2 – Críticas da educação CTS à educação convencional**

Segundo Luján López e López Cerezo (1996), a educação CTS deve buscar desmistificar a imagem que se tem da tecnociência. O movimento CTS tem, portanto, como campo de aplicação direta a educação. As conseqüências práticas da educação CTS são não só promover uma renovação dos conteúdos educativos e da estrutura curricular mas também uma renovação metodológica da educação. O foco da dissertação, como já foi exposto, é a análise dos conteúdos e da estrutura curricular. Existem diversas maneiras de organizar a crítica da educação CTS em relação à educação convencional em tecnociência. Foram escolhidas três formas. As duas primeiras são críticas organizadas especificamente para a educação tecnocientífica. A terceira contribuição é uma crítica organizada para o campo CTS de maneira geral. As três críticas serão utilizadas como instrumental para análise do currículo da FEA. Como já foi dito, existem outras formas de organizar as críticas da educação CTS. As especificidades dessas três formas escolhidas nos possibilitarão usá-las como instrumental de análise. Elas são críticas que apontam também propostas para a superação dos problemas da educação convencional. Por essas razões

elas serão expostas detalhadamente a seguir para que seja possível, posteriormente, usá-las como referência para a análise do currículo.

### **2.2.1 - As visões distorcidas presentes na educação tecnocientífica**

A primeira crítica, elaborada por Gordillo e Galbarte (2002), parte de uma contribuição elaborada por Vilches e Furió (1999) para a educação em ciência. Os autores julgaram necessária uma nova contribuição para a educação tecnológica, e essa é uma primeira especificidade que a torna útil para a caracterização do currículo do caso estudado, um curso de graduação tecnológico. As críticas são organizadas por meio de sete **visões distorcidas da tecnociência** que precisam ser superadas. Essa superação, segundo os autores, tem espaço privilegiado na educação, uma vez que é nela (mas não apenas nela) que os cidadãos formam as imagens sociais acerca da atividade científica. Para esses autores, a educação CTS não só deve refletir acerca de sua finalidade mas também deve elaborar propostas práticas que possibilitem alcançar essas finalidades. As sete visões distorcidas são:

**1. A tecnologia é a ciência aplicada aos processos produtivos:** segundo os autores, esse tópico pode ser explicado pela visão de que a ciência desvela a verdade das leis que governam a natureza, e a tecnologia usa esses conhecimentos para sua transformação. Segundo esse esquema, é a fundamentação em conhecimentos científicos que diferencia a atividade tecnológica da técnica artesanal (na qual as práticas se baseiam na intuição e na experiência passada de sucessivas provas de tentativa e erro). Essa visão geraria, para o ensino tecnológico, duas principais conseqüências. A primeira seria a existência de duas fases bem distintas na educação: uma teórica (análise e desenho conceitual do artefato) e uma prática (produção e realização prática), com ênfase na importância da primeira fase para que o ensino tecnológico não seja reduzido às técnicas artesanais. A segunda conseqüência é o uso das tecnologias industriais, e não das técnicas artesanais, como referência para as aulas práticas. De maneira geral, esse tópico mostra a subordinação do prático ao teórico no ensino tecnológico e a necessidade de superar essa subordinação.

**2. Os produtos tecnológicos são artefatos materiais:** segundo Gordillo e Galbarte (2002), esse tópico parte da idéia de que as tecnologias produzem apenas artefatos físicos, máquinas. A consequência para o ensino tecnológico é não analisar as tecnologias a partir das suas dimensões sociais, mas apenas das suas dimensões físicas. Um exemplo dado por eles que facilita o entendimento do tópico é a televisão. O aparelho de TV pode ser analisado não só fisicamente (desmontar, analisar seus componentes etc.) mas também socialmente (desmontar o meio de comunicação televisivo levando em consideração o conteúdo exibido, a publicidade que incorpora etc.). A crítica feita é que a forma convencional de ensino tecnológico analisa a tecnologia a partir apenas de sua dimensão material, enquanto existem outras dimensões que devem ser analisadas.

**3. A tecnologia é universal e não necessita de contextualização social:** os autores colocam este tópico como consequência lógica dos outros dois. Ele pode ser explicado a partir da seguinte idéia: se a ciência é universal e a tecnologia é a ciência aplicada, logo, a tecnologia produz artefatos eficazes também universais. A consequência para a educação tecnológica é ela ser, assim como a tecnologia, descontextualizada. Quanto a este tópico, Gordillo e Galbarte (2002) apresentam diversos e interessantes exemplos (reprodução, corpo feminino, abridor de latas, pontes, doenças cardiovasculares e infecciosas etc.). A crítica feita é que supor que a educação tecnológica pode ser a mesma, assim como a tecnologia, em qualquer contexto é o mesmo que admitir a dominação de um contexto por outro no qual a educação tecnológica (e a tecnologia) foi desenvolvida.

**4. A evolução dos artefatos tecnológicos é guiada pela otimização funcional, ou seja, pela eficácia e eficiência:** os autores explicam esse tópico segundo a visão de que a história da tecnologia é uma sucessão de artefatos melhores que os anteriores, sempre mais complexos e mais úteis. A consequência para a educação tecnológica é não possibilitar aos alunos a capacidade de avaliar os artefatos como uma construção social. Essa avaliação, segundo os autores, deveria levar em consideração a discussão sobre valores e o questionamento sobre para quem ou para que aquele artefato é melhor.

**5. Os artefatos tecnológicos são produtos da invenção genial de autores individuais:** este tópico coloca a invenção de artefatos tecnológicos como realizações individuais. Além disso, é uma forma de, na educação tecnológica, simplificar os processos de desenvolvimento tecnológico e humanizá-los ao mesmo tempo por meio da idéia heróica e personificada dos inventores. A consequência para a educação tecnológica é o ensino dirigido para o aprendizado e a avaliação individual. Os autores argumentam que a ciência não é feita de forma individual, por isso o trabalho coletivo e em equipe seria mais adequado para aprender como é a realidade do processo tecnológico e mostraria o caráter social necessário na atividade tecnológica.

**6. A atividade tecnológica é neutra, está à margem das controvérsias valorativas:** segundo os autores, ter essa visão significa dizer que, se a tecnologia é a aplicação da ciência (universal e objetiva) baseada em critérios de eficiência e eficácia, então ela está fora das controvérsias valorativas de qualquer tipo (ética, política, estética) e os interesses e opiniões seriam externos à atividade tecnológica. A consequência para a educação tecnológica, além de apresentar a atividade tecnológica como neutra, seria colocar para fora todas as questões valorativas também da educação. Os autores colocam este tópico como um resumo de todos os outros, por estar implícito em cada um deles.

**7. As novas tecnologias não são realmente tecnologias:** este tópico é explicado como uma estratégia dos professores de educação tecnológica. Essas novas tecnologias seriam tão mais complexas e tão diferentes das “antigas” tecnologias que não seriam consideradas tecnologias. As novas tecnologias apontadas são a biotecnologia e as tecnologias de comunicação e de informação. Elas seriam diferentes das outras tecnologias por terem implicações mais profundas do que as anteriores e por colocarem em xeque a definição da própria tecnologia. Como consequência para a educação tecnológica, elas nos levariam a uma revisão da divisão entre teoria e prática e de outros preconceitos colocados nos tópicos anteriores. Isso porque não são tecnologias desmontáveis e reaplicáveis em aula. Por isso, os autores apontam essas novas tecnologias como uma oportunidade para pensar o ensino tecnológico que pretende superar os tópicos anteriores.

## 2.2.2 – As dicotomias a serem superadas pela educação tecnocientífica

A segunda maneira de organizar as críticas feitas pela educação CTS é apresentada por Gordillo, Osório e Lopéz Cerezo (2000), que caracterizam a educação tecnocientífica a partir de cinco **dicotomias**, com valorização do primeiro termo em detrimento do segundo. Essas dicotomias deveriam ser superadas pela educação CTS.

**Teoria vs. Prática:** essa dicotomia seria a idéia na qual mais fortemente se baseia a organização do currículo. A separação entre os dois e a supremacia do saber, do abstrato, da compreensão conceitual frente ao fazer, ao concreto, à produção material, colocando a prática na organização curricular apenas como exemplo posterior do aprendizado da teoria, mostraria uma suposta superioridade da ciência sobre a tecnologia. Diante disso, seria necessário, na atividade educativa, reforçar o vínculo entre teoria e prática e superar a idéia de prioridade da primeira sobre a segunda. Essa dicotomia estaria baseada na visão da ciência como pura e neutra e a tecnologia como uma aplicação dela, que macularia sua pureza com os valores e interesses da sociedade.

**Saberes vs. Valores:** essa dicotomia, segundo os autores, pode ser exemplificada em uma cena clássica: a do cientista de jaleco branco entrando na sala de aula. Essa cena traz a idéia da pureza do cientista e do seu trabalho. A ciência produzida por ele seria livre de opiniões, crenças ou ideologias e seria, portanto, um conhecimento objetivo. É uma separação baseada no mito da neutralidade da ciência, que é um dos valores do currículo oculto transmitidos com mais força em sala de aula. O mito da neutralidade da ciência seria ele mesmo uma crença. Por isso, a educação deve se preocupar em mostrar aos cidadãos, além dos consensos e das certezas, as incertezas e controvérsias dos saberes científicos.

**Especialistas vs. Leigos:** Como corolário das oposições anteriores, haveria uma tendência de distanciamento das opiniões dos especialistas e dos leigos. Os especialistas (minoridade que sabe, por isso pode decidir) são colocados como superiores aos leigos (maioria que não sabe, por isso deve obedecer). No entanto, nem todas as decisões tomadas no desenvolvimento científico são técnicas. Por isso, diminuir a hierarquia entre especialistas e leigos (não apenas cognitiva, mas também social) significaria repensar a educação. Por isso, a educação deveria relativizar essa hierarquia para não ocultar a relação existente entre saber e poder e para reforçar a aposta no compromisso social da educação com a maioria social.

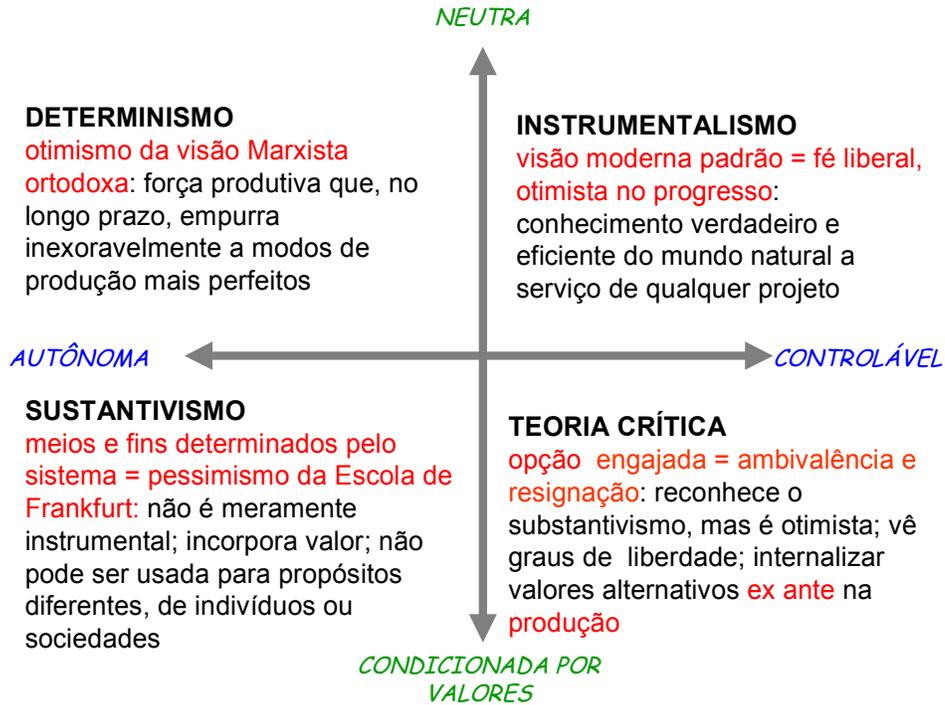
**C&T vs. Humanidades:** dicotomia, segundo os autores, baseada na fronteira intelectual descrita há tantos anos por Snow (apud GORDILLO, OSORIO e LÓPEZ CERREZO, 2000). Segundo essa dicotomia, a árvore do conhecimento se dividiria em dois galhos: as ciências e as humanidades. A primeira obedeceria o rigor lógico, e a segunda teria flexibilidade interpretativa. Segundo os autores, não seria preciso, mais uma vez, falar dos prejuízos dessa divisão, mas sim defender uma organização educativa que não a reproduza.

**Racionalidade vs. Criatividade:** segundo os autores, essa dicotomia teria como pressuposto uma cisão entre as valorações estéticas e as decisões técnicas. Essa cisão deixaria de lado que a própria investigação científica é um processo criativo. Nos espaços educativos, seria preciso buscar a confluência das duas dimensões, pois relacionar a criatividade com a racionalidade seria uma maneira de uma nova forma de educação, na qual as habilidades técnicas seriam compatíveis com as artísticas e a aprendizagem científica seria solidária com o desenvolvimento do juízo estético.

### **2.2.3 – As quatro visões da tecnociência**

A terceira e última forma de organizar a crítica se refere ao campo CTS de maneira geral e foi elaborada por Dagnino (2006). Essa contribuição parte de uma crítica ao próprio movimento CTS. Para evidenciar as contradições existentes no campo, ele apresenta o seguinte esquema:

**Ilustração 5 – As quatro visões da tecnociência**



Dagnino (2006) explica que o quadro acima une as contribuições relativas à tecnologia de Andrew Feenberg e as relativas à ciência de Hugh Lacey. O esquema, que será utilizado de maneira simplificada, apresenta dois eixos. O eixo horizontal permite localizar as diferentes visões da tecnociência em relação à autonomia. Do lado esquerdo, aparece a visão dos que acreditam que a tecnociência é autônoma, se desenvolve segundo um impulso interno e segue um caminho linear e inexorável no seu desenvolvimento. Do lado direito, estão aqueles que acreditam que a tecnociência é controlada pelo homem, isto é, aqueles que acreditam que os grupos sociais podem escolher entre diversos caminhos possíveis. Em relação ao eixo vertical, as visões são divididas segundo a neutralidade da tecnociência. Novamente, duas posições são possíveis. Na parte superior, está a visão de que a ciência é neutra e, portanto livre de valores e interesses. Na parte inferior, por sua vez, estão aqueles que acreditam que a tecnociência incorpora os valores e interesses dominantes no ambiente em que é desenvolvida.

A combinação dos dois eixos gera quatro diferentes visões acerca da tecnociência: o instrumentalismo (tecnociência neutra e controlável pelo homem), o determinismo (neutra e autônoma), o substantivismo (condicionada por valores e autônoma) e a teoria crítica

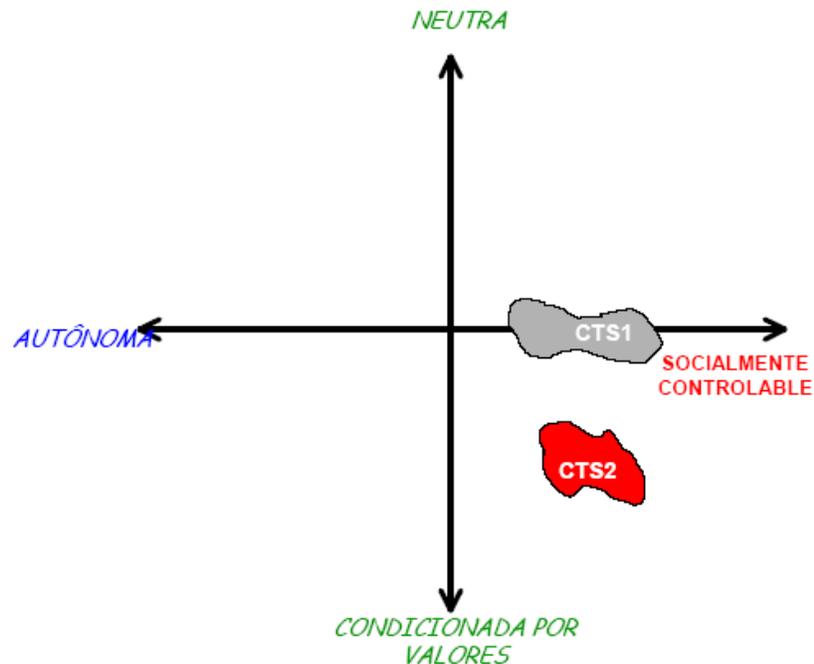
(condicionada por valores e controlável pelo homem). Para esta dissertação, não preciso aprofundar as quatro visões da tecnociência.

Apresentadas as três maneiras de organizar a crítica da educação CTS, é preciso fazer algumas considerações sobre elas. Ao compará-las, algumas diferenças são evidenciadas. A primeira é organizada segundo “visões distorcidas da tecnociência”, a segunda, de acordo com “dicotomias a serem superadas”, e a terceira se organiza segundo “visões sobre a tecnociência”. O que diferencia as duas primeiras da última forma é que esta apresenta uma possibilidade de caminho a ser seguido. As duas primeiras colocam as críticas e as conseqüências dessas críticas para a educação CTS, mas não uma alternativa clara. A sugestão de cada uma é que as visões distorcidas ou as dicotomias devem ser superadas. A terceira apresenta essa possibilidade pelo fato de Dagnino escolher sua visão da tecnociência: a teoria crítica. Segundo essa visão, a tecnociência incorpora os valores e interesses de quem a desenvolve e é controlável pelo homem. Com isso, além de superar as visões que o autor julga inadequadas, o leitor que se identifica com a teoria crítica recebe uma tarefa: controlar o desenvolvimento da tecnociência com os seus valores e interesses. Por isso, pode-se dizer que Dagnino (2006) organiza a crítica de maneira aparentemente simples, mas de modo a levar o leitor à ação.

As três maneiras de organizar as críticas e, a partir delas, apontar caminhos para a educação CTS não são excludentes e serão usadas na próxima sessão para a análise do currículo da FEA. As duas primeiras se mostram mais úteis e didáticas para analisar experiências de educação tecnológica, por evidenciarem as conseqüências da descontextualização da tecnociência. A terceira, no entanto, será útil para a realização de um diagnóstico mais geral.

As diferenças entre diferentes contribuições podem ser explicitadas quando colocadas no diagrama apresentado por Dagnino (2006).

**Ilustração 6 – As correntes CTS 1 e CTS 2**



Podemos dizer que as três contribuições são, ao mesmo tempo, complementares e contraditórias. Isso, no entanto, não impossibilita o uso das três contribuições. Todavia é necessário chamar a atenção para a importância da corrente CTS 2. Isso porque, acreditar que a tecnociência é controlada pelo homem é acreditar que cientistas e engenheiros têm responsabilidades no seu processo de desenvolvimento. Por isso, não basta apenas constatar que a tecnociência carrega interesses e valores e esperar que a ética (ou outro tipo de controle externo) garanta o seu uso “para o bem”. A corrente CTS 2 chama a responsabilidade para si, comunidade de pesquisa, ao colocar a necessidade de reprojeter a tecnociência segundo sua visão de mundo. E essa responsabilidade deve também estar presente na formação do engenheiro.

## **Capítulo 3 - Análise do currículo da FEA a partir da Educação CTS**

A crítica ao currículo da FEA terá como foco as ementas e a estruturação do currículo, mas não as metodologias utilizadas. Essa escolha não se deve a um julgamento de que as mudanças no modo de ensinar sejam menos importantes. Acredito que analisar o currículo é o primeiro passo para outras análises especificamente para os cursos de graduação em engenharia. A escolha de analisar apenas as ementas tem como justificativa o fato de as críticas ao currículo da engenharia e as reformulações curriculares recentes nesses cursos terem como foco os conteúdos abordados e a organização desses conteúdos. Por isso, busco dialogar principalmente com aqueles que sugerem a adição de conteúdos de humanidades ou uma formação humanística para a engenharia, isto é, sugerem mudanças relativas essencialmente aos conteúdos abordados nos currículos. No entanto, acredito que uma mudança efetiva do curso em engenharia deve se pautar tanto pelo currículo quanto pela revisão das metodologias utilizadas.

### ***3.1 – Crítica do currículo da FEA a partir da educação CTS***

O objetivo desta seção é, a partir das críticas feitas pela educação CTS, revisitare as conclusões do primeiro capítulo. A partir do que vimos, essas conclusões ganham um novo significado. O que foi apontado a partir de uma análise detalhada do currículo encontra eco nas críticas feitas pela educação CTS. As características do currículo, apontadas no primeiro capítulo, nos permitem inferir uma quinta característica do curso de engenharia de alimentos da FEA. Para a continuidade deste argumento, resgatarei a caracterização do currículo da FEA. São quatro características gerais:

1. É um curso tecnicista: essa característica está ligada à imensa maioria de conteúdos puramente técnicos e à ausência de determinados conteúdos indicados pelo MEC (humanidades, comunicação, metodologia de pesquisa, administração etc.).

2. Apresenta forte separação entre teoria e prática: a separação entre disciplinas básicas/aplicadas e gerais/específicas (corroborada pelo MEC) aponta para essa característica. Além disso, a organização do currículo (primeiro, disciplinas básicas e gerais, depois, aplicadas e específicas) mostra uma priorização da teoria em detrimento da prática. Por fim, o tempo livre ao final do curso, para a realização, entre outras atividades práticas, de estágios demonstra uma visão de que a prática só tem valor se embasada e precedida pela teoria.
3. É um curso fechado: significa dizer que há pouca possibilidade de um estudante escolher diferentes caminhos ou enfoques para o curso. A grande maioria das disciplinas é fechada e, além disso, não há atividades de extensão previstas no decorrer do curso.
4. Apresenta como foco a indústria: não há no currículo da FEA nenhuma disciplina que apresente um foco para os conteúdos abordados, a não ser para o uso industrial desses conteúdos. Isso significa dizer que ou o conteúdo é tratado de maneira geral (não importando para que será usado) ou com foco na indústria de alimentos. Além disso, Tilkian (1990) aponta que a faculdade surgiu com o intuito de atender à indústria de alimentos. No entanto, em sua apresentação (e na legislação isso também está claro), a faculdade diz esperar que o profissional formado possa atuar em diferentes ambientes, inclusive na indústria. Há aqui um antagonismo entre o que a FEA diz ser e o que de fato ela é. Em seu currículo, a faculdade exclui a possibilidade de atuação com grupos populares, artesanais e que não sejam orientados não só pelo e para o mercado.

Se posso dizer que o currículo é tecnicista, que separa teoria da prática (valorizando a teoria em relação à prática), que é fechado e apresenta como foco a indústria, posso caracterizar o curso também como um curso que se apóia na neutralidade da tecnociência. No entanto, essa característica depende de uma análise a partir do instrumental da educação CTS apresentado no capítulo anterior que será realizada a seguir. O currículo será analisado a partir de cada uma das três perspectivas: as sete visões distorcidas e as cinco dicotomias presentes da educação tecnocientífica e que devem ser superadas e as quatro possíveis visões da tecnociência (classificadas a partir da neutralidade e do determinismo da tecnociência).

### 3.1.1 – As distorções no currículo da FEA

A primeira, parte das sete visões distorcidas da tecnociência.

**1. A tecnologia é a ciência aplicada aos processos produtivos:** esse tópico é relacionado com duas características do currículo da FEA. São elas: separação entre teoria e prática e foco na aplicação industrial dos conteúdos. Em relação à separação entre teoria e prática, o curso de engenharia de alimentos ensina primeiro a teoria (ciência) e depois os usos que se fazem dela (tecnologia). As disciplinas básicas se relacionam com a ciência, e as disciplinas aplicadas, com a tecnologia. Além disso, as disciplinas aplicadas estão, em grande medida, relacionadas com o seu uso industrial. Ou seja, além de elas representarem a aplicação do conhecimento científico, são apresentadas como de aplicação industrial (aplicadas ao processo industrial). Um exemplo disso são as disciplinas do tipo 2, Processos Tecnológicos. São sete disciplinas (20 créditos, equivalentes a 300 horas) que abordam processos produtivos de vegetais fermentados e acidificados, cerveja, vinho, produtos lácteos, produtos de base lipídica etc. São essencialmente disciplinas que tratam da aplicação em processos produtivos do conhecimento teórico adquirido nas disciplinas básicas. Portanto, as duas conseqüências para a educação estão presentes no currículo: o ensino é dividido em duas fases bem distintas (teoria e prática, ou ciência e tecnologia) e o referencial dos conteúdos é a indústria, e não técnicas artesanais. Por isso, pode-se dizer que o currículo da FEA apresenta esta visão da tecnociência.

**2. Os produtos tecnológicos são artefatos materiais:** essa visão também pode ser encontrada no currículo da FEA. A conseqüência apontada por essa visão para a educação (análise da tecnologia apenas do ponto de vista de suas dimensões físicas e não as sociais, políticas, ambientais etc.) tem paralelo com as características 1 (currículo tecnicista) e 3 (currículo ser fechado) do currículo levantadas no capítulo 1 desta dissertação. O currículo ser tecnicista e fechado mostra que ele não percebe a tecnologia além de seus produtos materiais.

**3. A tecnologia é universal e não necessita de contextualização social:** o currículo do curso foi caracterizado como tecnicista por ter 80% das disciplinas com uma contextualização restrita. Isso significa que ele apresenta a principal consequência para a educação desta visão: um ensino descontextualizado em relação aos aspectos sociais e também em relação aos aspectos regionais, ou seja, a própria educação também é descontextualizada. Segundo essa visão, essa educação serviria para qualquer propósito e em qualquer contexto. Seria ingenuidade dizer que a contextualização dos conteúdos não existe. O que ocorre é que ela se dá de uma maneira restrita, ou seja, se relaciona com elementos sociais, políticos, ambientais etc de maneira superficial e intimamente relacionada com a indústria de alimentos.

**4. A evolução dos artefatos tecnológicos é guiada pela otimização funcional, ou seja, pela eficácia e eficiência:** esta visão também pode ser encontrada no currículo da FEA. Por ser um currículo tecnicista e não contextualizar adequadamente os conteúdos tecnocientíficos abordados, cada máquina ou equipamento é apresentado como o mais adequado. Questões como para quem ou para que aquele artefato é adequado não são colocadas. Pelo menos, não nas ementas das disciplinas. E essa é principal consequência para a educação promovida por esta visão. Ao deixar de fazer questionamentos como os aqui colocados, nega-se aos egressos a possibilidade de avaliar diferentes alternativas tecnocientíficas. Eles serão capazes de escolher entre as alternativas dadas dentro da lógica da lógica atual da engenharia (a melhor válvula para determinado processo, o melhor sistema de refrigeração), mas não serão capazes de questionar se, além daquelas alternativas dadas, existem outras soluções possíveis.

**5. Os artefatos tecnológicos são produtos da invenção genial de autores individuais:** deixar de contar a história do surgimento e consolidação das teorias ou artefatos utilizados já é um primeiro passo para chegar à conclusão de que são criação de gênios. Mas existe outra característica que influencia essa visão. Muitos dos conteúdos abordados são relacionados com o nome de seus “inventores”. Por exemplo, na disciplina TA 631 – Operações Unitária I, são trabalhados os fluidos não newtonianos; na disciplina F 328 – Física Geral III, a Lei de Coulomb, Lei de Gauss, equações de Maxwell; na disciplina MA 311 – Cálculo III, as séries de Fourier. Newton, Coulomb, Gauss, Maxwell e Fourier com certeza foram personalidades importantes

para a história da ciência, mas as teorias que desenvolveram também são produtos do seu tempo<sup>8</sup>. Outra consequência desta visão é a educação e avaliação individuais. No entanto, essa característica não pode ser avaliada apenas pelas ementas das disciplinas. Ela é uma característica ligada principalmente às metodologias de ensino.

**6. A atividade tecnológica é neutra, está à margem das controvérsias valorativas:** as quatro características levantadas do currículo da FEA são relacionadas a essa visão. Talvez por ela ser determinante para as outras. A falta de contextualização de maneira mais abrangente, incluindo aspectos sociais, políticos, ambientais etc. e o tecnicismo podem nos levar a uma característica central: o currículo da FEA é baseado na neutralidade tecnocientífica.

**7. As novas tecnologias não são realmente tecnologias:** este tópico é mais uma ferramenta do que uma visão que precisa ser superada. Essas novas tecnologias merecem uma atenção especial do educador por possibilitar debates mais aprofundados da relação existente entre a tecnociência e seu entorno. São tecnologias que não são reaplicáveis em laboratório e os valores e interesses envolvidos em seu desenvolvimento e em suas consequências são difíceis de serem ignorados. Neste ponto, podemos resgatar a ementa da disciplina TA 017 – Biotecnologia de Alimentos. A ementa da disciplina é a seguinte:

Princípios fundamentais de engenharia genética e sua correlação com alimentos in natura e processados. Organismos e vegetais geneticamente modificados. Obtenção de metabólitos de interesse industrial. Biotransformação de produtos por via enzimática e microbiana. (UNICAMP, 2006)

A disciplina tratará dos aspectos técnicos da engenharia genética e dos organismos geneticamente modificados. Esse é um tema que, por suas implicações e pela dimensão do debate já existente na sociedade, não poderia ser tratado descolado das controvérsias que permeiam seu desenvolvimento. Introduzir a discussão acerca das relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade, nesse caso, seria uma estratégia para expandir o debate para outras disciplinas.

---

<sup>8</sup> Há, por exemplo, um texto de Boris Hessen (1985) sobre a contextualização social das “invenções” de Newton.

De maneira geral, pode-se dizer que todas as visões distorcidas da tecnociência são encontradas no currículo da FEA, com ressalva apenas para a quinta visão, que, embora presente, depende de uma análise não apenas do currículo mas também das metodologias de ensino utilizadas.

### **3.1.2 – As visões no currículos da FEA**

Passo agora para a segunda possibilidade de análise do currículo. A segunda ferramenta apresentada se baseia em dicotomias a serem superadas:

**Teoria vs. Prática:** o currículo da FEA apresenta essa dicotomia claramente. Primeiro, por separar as disciplinas básicas das aplicadas e das práticas e, segundo, na organização do seu currículo, por colocar as disciplinas básicas (química, física, matemática) antes das disciplinas chamadas aplicadas. Essa seqüência linear e autocontida, que vai do geral para o particular, revela uma concepção convencional que ainda é usual no ensino das engenharias e de outras disciplinas. Os termos escolhidos propositadamente para denominar as disciplinas “básicas” e “aplicadas” evidenciam essa separação, que tem como fundamento a idéia de que é conveniente proporcionar ao aluno uma visão abstrata, teórica, genérica, baseada em princípios tidos como universais, correspondente às áreas “básicas” do conhecimento, antes de serem familiarizados com as práticas e os conhecimentos específicos da engenharia de alimentos. A educação CTS aponta a necessidade de superar essa forma de organizar os conteúdos. Gordillo e Galbarte (2002) afirmam que essa é uma característica da educação que tem predomínio da influência da tradição platônica. Segundo essa tradição, a educação seria teórica, especulativa, sem referências empíricas ou práticas. Os autores também relacionam essa divisão com a separação entre ciência e tecnologia. A ciência, que precederia a tecnologia, descobriria as verdades da natureza, e a tecnologia utilizaria esse conhecimento para transformá-la. Isso diferenciaria a atividade tecnológica da atividade artesanal e também a atividade artesanal da atividade industrial. Essa dicotomia está diretamente relacionada ao primeiro tópico da análise anterior.

**Saberes vs. Valores:** a segunda dicotomia apresentada também está presente no currículo da FEA. O fato de o curso ser essencialmente composto por disciplinas técnicas, sem contextualização (é bom lembrar que a contextualização a que me refiro é uma contextualização ampla e partindo de uma visão sistêmica da realidade, isto é, relacionando os aspectos técnicos com os aspectos políticos, sociais, ambientais, etc de maneira abrangente) ou sem mostrar as incertezas e disputas no desenvolvimento da tecnociência (e o antagonismo existente na sociedade), mostra uma visão neutra da tecnociência, como se ela própria não carregasse valores e interesses. O saber estaria, então, naturalmente separado de valores e interesses. Essa visão possibilita também a separação dos conteúdos entre básicos e aplicados. Como se o conhecimento básico pudesse ser aplicado universalmente, segundo qualquer valor ou interesse. Isso só seria possível se a tecnociência estivesse desvinculada desses valores.

Voltando aos objetivos da educação CTS, a tecnociência precisa ser apresentada como uma construção social e portadora de valores, interesses. Essa caracterização possibilitaria aos alunos de engenharia ter consciência dos conflitos existentes no desenvolvimento da tecnociência e também na sociedade. E a consequência disso seria a possibilidade de o engenheiro utilizar a formação recebida conforme sua visão de mundo. Isso é, tendo consciência da não neutralidade da tecnociência, reprojeta-la segundo os seus valores e interesses.

**Especialistas vs. Leigos:** essa dicotomia poderia ser analisada tomando como base o currículo oculto na formação do engenheiro. Este, no entanto, não é o objeto de análise desta dissertação. Ela está relacionada mais com a atuação do que com a formação. No entanto, ela pode ser percebida por meio do foco industrial dado aos conteúdos. Ao adotar esse foco e, portanto, deixar de lado outras formas de conhecimento, além do tecnocientífico, o currículo coloca nas mãos de especialistas a autoridade do conhecimento. Apenas um tipo de conhecimento seria válido e ele estaria com os professores e cientistas. As outras pessoas, inclusive os próprios alunos, seriam leigos.

**Ciência e Tecnologia vs. Humanidades:** a primeira característica do curso de engenharia e talvez a crítica mais aceita é o tecnicismo. O curso ter 80% de disciplinas técnicas torna clara a supervalorização da técnica em detrimento das humanidades. Além disso, a FEA deixou de lado, ao compor o seu currículo, as sugestões do MEC de incluir disciplinas de humanidades. Sobre a

superação, não há muito o que ser dito. Parece ser consenso para os críticos da formação do engenheiro e da educação CTS que é necessária a junção das ciências humanas e exatas para lidar com a complexidade de ambas. E, novamente, essa separação só se torna possível pela crença de que é possível separar ciência de valores e interesses por meio da objetividade, isto é, acreditar no mito da neutralidade da tecnociência.

**Racionalidade vs. Criatividade:** essa questão não é sequer citada pelo currículo da FEA e pelo MEC nas legislações analisadas. Não seria errado supor que a atuação do engenheiro não é considerada um processo criativo. A relação entre a criatividade e a racionalidade pode ser considerada uma importante ferramenta para a busca de soluções nos problemas da engenharia. A criatividade não está ligada apenas às artes por meio da estética ou a contemplação, está ligada também à engenhosidade, isto é, a funcionalidade de uma solução. O abismo existente entre o artista e o cientista parte da cisão entre racionalidade e criatividade. A junção das duas características produziria engenheiros capazes de produzir soluções criativas e não menos efetivas. A presença dessa dicotomia, no entanto, seria mais bem avaliada se fossem analisadas as metodologias utilizadas em sala de aula.

Em resumo, todas as dicotomias apresentadas podem ser encontradas no currículo da FEA, mas, novamente, com ressalva em relação a duas dicotomias: especialistas versus leigos e racionalidade versus criatividade, que, embora presentes de forma menos evidente, estão relacionadas com as metodologias utilizadas em sala de aula.

### **3.1.3 – Qual o tipo científico tecnológico da FEA?**

Por fim, a terceira forma de análise, baseada em Dagnino (2006), será feita por meio da decomposição da figura apresentada anteriormente. Primeiramente, irei decompor a figura de acordo com os dois eixos. O primeiro é o eixo da autonomia, representado na figura a seguir:

### Ilustração 7 - Eixo da autonomia

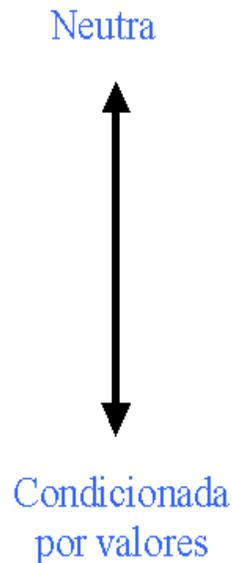


Esse ponto merece especial atenção. Isso porque, até então, pouco se falou sobre a possibilidade de controlar o desenvolvimento da tecnociência. Nas ementas das disciplinas, essa questão não é levantada. Por isso, vou recorrer à seção 1.1 desta dissertação, que contém uma breve apresentação da FEA. Nela, existem alguns indícios que podem ajudar a posicionar a faculdade do lado direito ou esquerdo da figura acima.

Quando a faculdade anuncia que quer que seu graduando desenvolva a capacidade de compreender as relações sociais, econômicas, políticas e ecológicas que envolvem a sua atuação e que, com isso, ele seja capaz de atuar em prol do aumento da qualidade de vida, ela está apontando para um dos lados. Essa posição é reforçada quando, em seu objetivo, diz que os seus egressos devem contribuir para o desenvolvimento tecnológico “comprometidos com sua eficiência, qualidade e competitividade e com a resolução dos problemas de natureza tecnológica, social, econômica e ambiental associados com a produção e consumo de alimentos” (Faculdade de Engenharia de Alimentos, 2007). Essas duas passagens dão a entender que a faculdade vê a tecnociência controlada pelo homem. Isto é, o seu desenvolvimento depende de algumas características de quem as desenvolve, e não segue um único caminho linear e inexorável. A FEA, inclusive, escolhe um caminho: a profissão em prol da qualidade de vida e o desenvolvimento tecnológico para a resolução de problemas de natureza também social e ambiental. O desenvolvimento da tecnociência, por essa leitura, depende da formação que o engenheiro recebe e da forma como ele irá atuar. Por isso, coloco o curso (e o seu currículo, conseqüentemente) no lado direito da figura: **controlável pelo homem**.

O segundo passo é analisar o currículo de acordo com a neutralidade. A figura a seguir mostra as duas possibilidades:

### Ilustração 8 - Eixo da Neutralidade



Essa classificação é mais direta e está relacionada com uma característica central do currículo da FEA. As duas outras análises feitas apontaram para essa característica: o currículo da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP é apoiado na visão neutra da tecnociência. Em especial, a sexta visão da primeira análise (“a atividade tecnológica é neutra, está à margem das controvérsias valorativas”), constatada no currículo da FEA, é determinante para a classificação da visão da tecnociência como neutra.

Com a união dos dois eixos e das duas posições do currículo, chega-se à conclusão que o currículo da FEA se apóia em uma visão instrumentalista da tecnociência. Dagnino (2006) explica essa visão da seguinte maneira:

O instrumentalismo aceita a possibilidade de um controle externo e ex-post da tecnociência. Isto é, a possibilidade de que, depois de produzida (...), se poderia exercer um controle social baseado num conjunto de princípios éticos de tipo moral, social, ambiental, étnico, de gênero, reconhecido como consensual e explicitamente como positivo. (DAGNINO, 2006, p. 7).

Ainda segundo Dagnino, essa seria a visão moderna padrão, caracterizada pela “fé liberal otimista no progresso”. Em decorrência dessa visão, qualquer tecnociência poderia ser usada para qualquer objetivo. Fazendo um paralelo com a educação, a tecnociência poderia ser ensinada da mesma maneira, sem nenhuma contextualização, independentemente do propósito daquela

educação. Logo, uma educação em uma universidade pública ou privada, ou um curso em engenharia com ou sem foco na indústria, poderiam ter o mesmo currículo.

### **3.2 – Considerações finais**

A análise crítica feita por esta dissertação trouxe principalmente uma caracterização do currículo da FEA que compreendeu duas etapas. Na primeira, realizada no capítulo inicial, o currículo foi caracterizado segundo uma taxonomia das disciplinas elaborada a partir de 3 critérios: ênfase nos aspectos técnicos, aplicabilidade do conteúdo e flexibilidade da disciplina. Esses critérios geraram quatro tipos: básica, aplicada, múltiplos aspectos e fechadas. Além deles, foi utilizado um critério auxiliar: o foco na aplicação industrial do conteúdo abordado. Os tipos de disciplinas foram então quantificados e analisados segundo a distribuição no decorrer dos semestres. Como resultado dessa primeira etapa, obtivemos características gerais do curso: tecnicista, fechado, com clara separação entre teoria e prática e foco na indústria de alimentos, entendida esta como empresa privada. Essas características serviram de base para a etapa seguinte, realizada no segundo capítulo. Elas foram comparadas com críticas que o campo CTS faz à educação tecnocientífica convencional. Para isso foram utilizadas três contribuições de autores do campo. A primeira, de Gordillo e Galbarte (2002) apresenta a crítica segundo sete visões distorcidas presentes na educação tecnocientífica convencional. Gordillo, Osório e López Cerezo (2000) apresentam a segunda crítica por meio de cinco dicotomias presentes na educação convencional. Por fim, Dagnino (2006) organiza sua crítica em quatro possíveis visões da tecnociência.

Em relação ao instrumental utilizado para analisar o currículo da FEA, ele se mostrou muito pertinente para o objetivo proposto pela dissertação. A caracterização feita no primeiro capítulo foi ressignificada a partir da comparação com as críticas feitas pela educação CTS. No entanto, as três ferramentas usadas, embora complementares, se mostraram em alguns momentos repetitivas. Um olhar atento sobre elas pode apontar duas causas para isso. A primeira é o fato de elas partirem de um mesmo pressuposto: a negação da neutralidade tecnocientífica. Era de esperar que essa crítica aparecesse nos três instrumentais. A segunda decorre do fato de elas mesmas serem repetitivas. A primeira ferramenta utilizada (apresentada na forma de sete visões distorcidas a serem superadas) não está organizada de modo a evidenciar qual visão é decorrente da outra, isto

é, quais daquelas visões apresentadas são causa e quais são consequência. Por outro lado, essa mesma ferramenta chama a atenção para detalhes que as outras duas não mostram. Já a terceira ferramenta, que é sucinta e direta, deixa escapar aspectos mais detalhados da caracterização das diferentes visões da tecnociência.

Tanto a primeira quanto a segunda crítica, com as devidas ressalvas em relação à limitação de a análise incluir apenas o currículo explícito da faculdade, mostram que as visões distorcidas da tecnociência e as dicotomias estão presentes no currículo da FEA.

Resumidamente, é possível dizer que, segundo a primeira perspectiva de análise, o currículo apresenta as seguintes visões distorcidas da tecnociência:

1. A tecnologia é a ciência aplicada aos processos produtivos;
2. Os produtos tecnológicos são artefatos materiais;
3. A tecnologia é universal e não necessita de contextualização social;
4. A evolução dos artefatos tecnológicos é guiada pela otimização funcional, ou seja, pela eficácia e eficiência;
5. Os artefatos tecnológicos são produtos da invenção genial de autores individuais;
6. A atividade tecnológica é neutra, está à margem das controvérsias valorativas;
7. As novas tecnologias não são realmente tecnologias.

Já a segunda perspectiva de análise aponta para dicotomias presentes no currículo:

1. Teoria vs. Prática;
2. Saberes vs. Valores;
3. Especialistas vs. Leigos;
4. C&T vs. Humanidades;
5. Racionalidade vs. Criatividade.

Por sua vez, a terceira crítica levou à classificação do currículo da FEA como balizado pela visão instrumentalista da tecnociência, segundo a qual, independentemente do foco do curso, a engenharia de alimentos pode ser aprendida da mesma forma e usada, sem prejuízos, para qualquer finalidade. Não haveria, segundo essa visão, razão para repensar o currículo da faculdade mesmo que o interesse da sociedade e da instituição fosse explicitamente mais amplo que atender a indústria de alimentos. A **visão instrumentalista da tecnociência** é baseada na visão moderna padrão da tecnociência, caracterizada pela “fé liberal otimista no progresso”. Em decorrência dessa visão a educação tecnocientífica poderia ser ensinada da mesma maneira, sem contextualização, independentemente do seu propósito.

A conclusão que se pode tirar, a partir do resultado da comparação das três análises com a caracterização feita do currículo, é que as críticas feitas pela educação CTS são pertinentes ao curso de graduação da FEA.

Isso me permite dizer que o currículo (conteúdos e organização) traz implícita uma visão de tecnociência e que essa visão é contraditória com a visão que tem o campo CTS que objetiva, principalmente, o entendimento da tecnociência como socialmente construída, permeada por controvérsias e que carrega valores e interesses do contexto no qual é desenvolvida. Por isso, é possível inferir que o currículo da FEA é baseado na visão neutra da tecnociência.

Uma outra característica do curso deve ser objeto de uma análise mais detalhada. Se o curso privilegia a indústria de alimentos em seu currículo, é possível dizer que ele dificulta a atuação de engenheiros segundo outra lógica que não a industrial. Essa característica se vista de maneira isolada pouco diz sobre o currículo da FEA. Contudo, quando somada à visão socialmente referenciada do campo CTS da tecnociência, ela evidencia que o egresso do curso estará mais apto a trabalhar sob a lógica da indústria do que outra lógica qualquer. Isso porque, a formação recebida pelo engenheiro precisará ser adequada, ou reprojeta, se este for atuar com outras demandas da sociedade. Por isso, se a tecnociência carrega os valores e interesses do contexto no qual é desenvolvida, se ela é ensinada privilegiando os valores e interesses de um segmento, podemos inferir que o curso da FEA não é plural.

Esse diagnóstico traz um desafio. Isso porque essa problematização deve ser ampliada para outras faculdades e para as outras modalidades da engenharia. Todos os cursos em engenharia no país devem basear seus currículos na legislação do MEC. As características apontadas por esta

dissertação ficaram mais evidentes no currículo da FEA, no entanto, características semelhantes foram constatadas nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, de 2002. Por isso, o desafio colocado deve ser expandido.

O debate sobre a formação do engenheiro tem se dado principalmente em relação ao anacronismo/inadequação do currículo das diversas modalidades de engenharia e, freqüentemente, a solução encontrada é a adição de conteúdos humanísticos ao currículo para uma atuação ética do profissional.

A grande maioria das críticas à formação do engenheiro aceita, sem questionamentos, a caracterização que quem fez o currículo pensou. Essas críticas sugerem adição de conteúdos e/ou disciplinas com formatos alternativos (participativas, integradoras), mas não questionam pontos característicos da forma de ensinar engenharia. A maneira convencional (e predominante) de ensinar engenharia (e de ensinar tecnociência em geral) é passível de outros questionamentos. Até que ponto essa maneira de ensinar, de organizar os conteúdos, de uma forma muito sutil, quase subliminar, não está passando para os estudantes uma visão segmentada, autoritária e elitista?

Essa visão corrente mostrou não ser um caminho adequado. Ela pode ser encaixada na classificação feita por Dagnino (2006) das visões da tecnociência. Assim como o currículo da FEA, essa visão instrumentalista é baseada na idéia de neutralidade da tecnociência. Acreditar que a ética na atuação seria suficiente para que engenheiros atuassem de forma “consciente” e de acordo com a sua visão de mundo é acreditar que existe uma tecnociência única e universal, livre de valores e interesses e que, por isso, serviria a qualquer objetivo indistintamente.

Uma característica que ficou muito evidente no currículo e que é ignorada pela maioria das críticas ao currículo é a separação entre teoria e prática. A idéia de partir de um conhecimento geral, abstrato, que serviria para qualquer atuação, parece estar baseada em uma supervalorização da própria engenharia em relação às outras atividades técnicas que não passaram pelo “pedágio” ou pelo “castigo” dos primeiros anos de engenharia. O engenheiro é um profissional que trabalha essencialmente com a prática, mas, diferentemente de um trabalhador de chão de fábrica ou de um técnico, possui uma carga teórica que o diferencia e o qualifica. Sua atividade, a atividade tecnológica, é diferente da atividade artesanal por ter uma carga teórica, uma carga científica, que

precede a prática. Ensinar adotando a separação entre teoria e prática passa a ser então um modo de buscar essa diferenciação do saber empírico em relação ao saber científico.

Acredito que essa maneira de ensinar não é necessária e muito menos conveniente. Parece mais adequado, para os objetivos aqui colocados pela educação CTS, o caminho contrário. A formação em engenharia deve se dar a partir de um problema colocado pela sociedade, e a solução desse problema, não apenas teoricamente mas também na prática, colocaria a necessidade de se aprender conhecimentos teóricos.

A tecnociência deve ser mostrada e ensinada por meio de suas controvérsias, refletindo a contradição existente na sociedade. Deve ser ensinada sem deixar de lado, inclusive, os diferentes projetos de sociedade existentes. O engenheiro deve ser capaz de formar a sua visão de mundo, escolher seu projeto de sociedade e atuar conforme as suas escolhas.

Acredito que a educação CTS deve promover as bases educativas para que engenheiros sejam capazes de agir indo à raiz do problema, reprojutando a tecnociência segundo a sua visão de mundo e de maneira participativa durante o “fazer ciência”.

Além disso, a idéia de que existe um núcleo científico-teórico comum, universal, que serviria a um grande número de aplicações reforça o tecnicismo do curso. A tecnociência é então apresentada não como uma construção social, como quer a educação CTS, mas como algo neutro e descontextualizado. A suposta universalidade de um conhecimento está intimamente ligada à suposta neutralidade desse mesmo conhecimento. Porém, o próprio currículo da FEA está diretamente ligado à indústria de alimentos, privilegiando, como já foi dito, os valores e interesses desse segmento da sociedade.

O debate talvez não fizesse sentido se a universidade na qual está inserida a FEA não fosse pública. Por ser pública, a universidade deveria ser plural e democrática e estar a serviço do conjunto da população, e não apenas de uma parcela identificada com os interesses de empresas privadas, como parece ser o caso.

Essa análise também aponta para uma reflexão sobre o que a FEA coloca como seu objetivo principal. Para isso, resgato a missão colocada pela instituição em seu planejamento estratégico, documento mais recente consultado. A missão da FEA é:

Criar e disseminar o conhecimento da engenharia, ciência e tecnologia de alimentos e nutrição, em todos seus subcampos, inclusive naqueles que demandam interação com outras áreas do conhecimento, formando profissionais independentes cujas principais características sejam as de resolver problemas de forma crítica, eficaz e criativa, ciente de seu compromisso com a sociedade, o ambiente e a cidadania. (PLANES, 1994, p. 7)

Segundo esse documento, a FEA busca formar engenheiros “independentes”, comprometidos com questões sociais, ambientais e da cidadania e que sejam capazes de resolver problemas de forma crítica. O currículo da FEA, no entanto, não está organizado de modo a atingir esse objetivo. O currículo explícito não busca contextualizar a engenharia em um contexto mais amplo do que a indústria de alimentos, não estimula a criatividade nem a solução de problemas de maneira crítica. Além disso, o comprometimento do egresso com as questões sociais, ambientais e da cidadania requer uma educação tecnocientífica também comprometida, isto é, uma educação que apresente a tecnociência como um processo controverso, com diferentes atores e interesses em disputa.

O pluralismo que defendo, contudo, não desconsidera o controle social. Entendo a universidade, assim como a sociedade, como um campo em disputa política. Isso significa que a universidade reproduz os conflitos e as contradições da sociedade na qual está inserida. Por esse motivo, a formação em engenharia em uma universidade pública deve garantir que o egresso seja capaz de entender essas contradições e atuar conforme a sua visão de mundo.

A análise feita mostrou que a forma como os conteúdos são apresentados e a forma como o currículo está organizado dificultam a possibilidade de o aluno atuar como cidadão. Isso porque ele é induzido pela via técnico-científica a não questionar o *status quo* e muito menos a ter a capacidade de mudá-lo. Partindo da neutralidade da tecnociência, tanto a formação quanto a atuação do engenheiro passam a ser únicas, isto é, não são passíveis de questionamento e são as mesmas para qualquer visão de mundo (se a ciência é neutra, que diferença faz um profissional ou um aluno ter uma visão de mundo diferente?). Por isso, acredito que um dos principais obstáculos a ser superado é o mito da neutralidade da tecnociência, para que o aluno e o engenheiro sejam capazes de perceber os valores e interesses existentes nos conteúdos e nas técnicas aprendidos e sejam capazes de reprojeta-los de acordo com a sua visão de mundo.

## **A educação CTS**

Pelo fato de no Brasil (e na América Latina como um todo) o campo ser ainda embrionário, as tradições européia e estadunidense representam uma referência para a educação CTS. Isso não deve significar, entretanto, que devamos esquecer as condições periféricas do país e principalmente as contribuições latino-americanas no campo CTS. A emulação das experiências dos países de capitalismo central é uma contradição dentro do movimento CTS. Se a tecnociência é tão dependente de seu contexto social, é errado ignorar que somos um país de capitalismo periférico. Outro erro que não deve ser cometido é refletir sobre CTS na América Latina como se ninguém o tivesse feito antes. Embora nos anos 80 e 90 a reflexão sobre o tema tenha empobrecido (mas não desaparecido), nos anos 60 e 70 pensadores latino-americanos deixaram um legado de importância incontestável. Como um dos desafios colocados para a educação CTS é construir sua reflexão a partir da realidade da América Latina, esse pensamento, voltado para a superação da condição periférica da região e com foco na ação direta, via Política de Ciência e Tecnologia, evidencia a necessidade de não pensar a educação como uma via suficiente para a mudança desejada. Ignorar o pensamento latino-americano é ignorar as condições históricas de dependência. Se na Europa e nos EUA o cenário é de uma democracia consolidada, no Brasil, o que temos é um cenário de dependência cultural, econômica e tecnocientífica.

Além disso, a existência, no campo CTS, de divergências significativas deve ser levada em consideração. As diferentes correntes abordadas por Dagnino (2006) trazem um questionamento que precisa ser levado em conta em qualquer iniciativa CTS. Para a educação, não poderia ser diferente. Resgatando o debate da seção 2.1.1 desta dissertação, nos parece contraditório aceitar a não-neutralidade da tecnociência e supor que seja possível um controle externo que contemple outros valores e interesses. Nas palavras de Dagnino

Como aceitar a idéia de que a tecnociência não é neutra e que, pelo contrário, carrega consigo os valores predominantes no ambiente em que é gerada (...) e, ao mesmo tempo, supor que poderia haver mecanismos de controle social (baseados em princípios éticos) ex-post suficientemente efetivos e poderosos para garantir a sua utilização no sentido de alcançar objetivos que contemplem outros valores e interesses? (DAGNINO, 2006).

Por isso, acredito que a segunda corrente apresentada por Dagnino (2006) apresenta uma alternativa mais coerente com os princípios do campo CTS. Todavia, acredito que, para pensar a

formação e a atuação de um engenheiro, é preciso ir além e propor formas de controle da tecnociência durante a sua concepção por meio da participação efetiva da sociedade. Em ambas as correntes, como já foi dito, os engenheiros e cientistas continuariam a fazer tecnociência dentro do laboratório. O que defendo é que a participação efetiva da sociedade seja a participação no processo de “fazer tecnociência” por meio de processos coletivos e participativos.

Entendo ser necessário um controle externo, mas a maneira pela qual entendo ser possível incorporar os valores e interesses dos usuários diretos da tecnociência é por meio de processos participativos de reprojetoamento dessa tecnociência. Essa diferença não é sutil e traz conseqüências importantes para a formação do engenheiro. Esse tema, que não foi tratado com a profundidade necessária nesta dissertação, é um tema a ser desenvolvido pela educação CTS.

### **Recomendações**

Por fim, gostaria de indicar algumas recomendações. A primeira delas é a necessidade de o Projeto Pedagógico da FEA, junto com os programas de cada disciplina, se tornar público. Isso tornaria possível um debate mais aprofundado tanto de pesquisadores quanto da própria comunidade da FEA.

Uma segunda recomendação, e essa não compete à FEA sozinha, é a necessidade de pensar uma maneira alternativa de ensinar tecnociência, sem a separação entre teoria e prática e entre disciplinas básicas e aplicadas. Essa recomendação, embora não seja novidade, é um grande desafio para as engenharias.

A terceira e última recomendação tem relação mais com a atuação do que com a formação dos engenheiros. Partindo da visão de tecnociência da corrente CTS 2, na qual se acredita ser necessário o reprojetoamento da tecnociência segundo os seus valores e interesses, acredito que a pesquisa-ação merece maior atenção. Thiollent (1996) define a pesquisa-ação como

um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a solução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. (THIOLLENT, 1996, p. 14).

Obviamente essa reflexão precisa ser aprofundada, mas pensar em um processo de solução de um problema tecnológico que tenha um engenheiro como mediador, e não mais como responsável

pela solução, demanda uma metodologia que viabilize esse processo. Essa metodologia tem que garantir a participação dos atores envolvidos, inclusive com as divergências inerentes ao “fazer ciência”. Addor (2004) relata um caso interessante de atuação de engenheiros na solução de um problema coletivo (não exatamente de reprojeto da tecnociência) e pontos positivos e negativos da metodologia. A recomendação que faço é que haja uma interação entre a engenharia, o campo CTS (em especial com a idéia de reprojeto da tecnociência) e a pesquisa-ação na solução de problemas tecnocientíficos. E que essa interação esteja presente na formação em engenharia.

Esta dissertação abre portas para outros questionamentos, mas, principalmente, para a busca de sugestões de como formar engenheiros segundo uma visão socialmente referenciada de tecnociência.

Essa busca não deve, como mostrou esta dissertação, se resumir a uma formação humanística. A partir das conclusões da análise realizada, não parece que a introdução de humanidades no currículo seja capaz de torná-lo mais plural. Isto é, de proporcionar ao engenheiro a capacidade de conceber formas tecnológicas que atendam a outros atores que não os que formam a indústria. Alavancar uma sociedade alternativa, baseada em outros valores, interesses e atores, exige do engenheiro uma reflexão profunda sobre a não neutralidade da tecnociência e a relação que esta tem com as forças que estruturam a sociedade.

## Referências Bibliográficas

ADDOR, Felipe. **Pesquisa-Ação na Cadeia Produtiva da Pesca em Macaé: uma Análise do Percorso Metodológico**. 2006. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

APPLE, Michael. **Ideologia e currículo**. São Paulo: Brasiliense, 1982.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, Barcelona, v. 5, n. 2, p.337-355, 2006.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Educação CTS: Articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. **Las Relaciones CTS En La Educación Científica**, Málaga, n. , p.1-7, 2006.

BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**. Florianópolis: Edusfsc, 1998. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/walter01.htm>>. Acesso em: 5 maio 2007.

BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale; VON LINSINGEN, Irlan. **Educação Tecnológica: Enfoques para o ensino de engenharia**. Florianópolis: Edusfsc, 2000. 173 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria n. 1695, de 05 de dezembro de 1994.

BRASIL. Lei Nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966. Regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências.

DAGNINO, Renato. Enfoques sobre a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade: Neutralidade e Determinismo. *Datagramazero*, v. 3, n. 6, 2002.

DAGNINO, Renato ; NOVAES, Henrique. **O Fetiche da Tecnologia**. *Org & demo*, Marília, v. 1, n. 4, p. 30-51, 2004.

DAGNINO, Renato. Mais além da participação pública na ciência: buscando uma reorientação dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade em Ibero-américa. *CTS+I*, México, v. 7, 2006.

DAGNINO, Renato. **Os estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Política Científica e Tecnológica: buscando coerência na Ibero-América**. Campinas, 2005. 104 p. [Ainda não publicado].

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS (Campinas). **Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos**. Disponível em: <<http://www.fea.unicamp.br/>>. Acesso em: 13 maio 2007.

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS. **Planejamento Estratégico: Planes Fase II**. Unicamp. Disponível em: <[http://www.cgu.unicamp.br/pei/planejamento/Planes\\_FEA.pdf](http://www.cgu.unicamp.br/pei/planejamento/Planes_FEA.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2007.

FERRAZ, Hermes. **A formação do Engenheiro: Um questionamento humanístico**. São Paulo: Ática, 1983. (Ensaio, 89).

FRAGA, Lais Silveira. **Competências para um Projeto de Desenvolvimento do país**. 2004. 13 f. Monografia - Curso de GA 128 - Desenvolvimento, recursos naturais e meio ambiente, DGRN - Unicamp, Campinas, 2004.

GORDILLO, Mariano Martín; OSORIO, Carlos; LÓPEZ CERREZO, José Antonio. **La educación en valores a través de CTS**. Contribución al Foro Iberoamericano sobre Educación en Valores. Montevideo 2-6 de Octubre de 2000. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/mgordillo.htm>>. Acesso em: 5 maio 2007.

GORDILLO, M Martín; GALBARTE, J C González. Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, n. 28, p.17-59., 2002. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/revista/rie28a01.htm>>. Acesso em: 30 out. 2006.

HESSEN, Boris. **Las Raíces Socioeconómicas de la Mecánica de Newton**. La Habana: Editorial Academia, 1985.

KAWAMURA, L. K. **Engenheiro: trabalho e ideologia**. 2.ed. São Paulo: Ática, 1981.

LEVY, Clayton. Inovação marca nascimento da FEA. **Jornal da Unicamp**, Campinas, p. 5. 13 a 16 abr. 2006. Disponível em: <[http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp\\_hoje/ju/abril2006/ju318pag5.html](http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/abril2006/ju318pag5.html)>. Acesso em: 13 maio 2007.

LUJÁN LÓPEZ, José L.; LÓPEZ CERREZO, José A (Org.). Educación CTS en acción: Enseñanza Secundaria y Universidad. In: GONZÁLEZ-GARCÍA et al. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**.: Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Tecnos, 1996. p. 225-252.

LÓPEZ CERREZO, José Antonio. Ciencia, Tecnología y Sociedad: Bibliografía comentada. **Revista Iberoamericana de Educación**, [s.i.], n. 18, p.171-176, set. 1998.

Ministério da Educação. **Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002**: Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2006.

Ministério da Educação. Resolução n. 48 de 27 de Julho de 1976. Fixa os mínimos de conteúdo e de duração do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília.

MOTOYAMA, S. E OUTROS (2004) “1964 – 1985: sob o signo do desenvolvimentismo”. In: MOTOYAMA, S. (org.) (2004). **Prelúdio para uma história: ciência e tecnologia no Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual de São Paulo.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta ; von LINSINGEN, Irlan . Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o Ensino de Ciências. *Convergência* (Toluca), v. 13, p. 95-116, 2006.

NOVAES, Henrique Tahan. **Para além da apropriação dos meios de produção? O Processo de Adequação Sócio-Técnica em Fábricas Recuperadas**. 2005. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Política Científica e Tecnológica, Unicamp, Campinas, 2005.

OSORIO, Carlos. La educación científica y tecnológica desde el enfoque en ciencia, tecnología y sociedad.: aproximaciones y experiencias para la educación secundaria. **Revista Iberoamericana de Educação**, Madri, n. 28, Jan-Abr 2002.

SNOW, C. P. **As duas culturas e uma segunda leitura**. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo. 1997. (Edição original, 1959).

SUTZ, Judith. Ciencia, Tecnología y Sociedad: argumentos y elementos para una innovación curricular. **Revista Iberoamericana de Educación**, [s.i.], n. 18, p.145-169, set. 1998. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/oeivirt/rie18a06.htm>>. Acesso em: 5 maio 2007.

TILKIAN, Sonia M. **Evolução da capacidade científica e tecnológica na área de alimentos no Brasil: um estudo de caso**. 1990. 278 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Política Científica e Tecnológica, Unicamp, Campinas, 1990.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia de pesquisa-ação**, 7ª ed., São Paulo: Cortez, 1996.

TOFFLER, A. **A terceira onda**, 3ª ed., Rio de Janeiro: Editora Record, 1980.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (Campinas). **Catálogo de Graduação**. Campinas, 2006.

VACAREZZA, Leonardo Silvio. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. **Revista Iberoamericana de Educación**, [s.i.], n. 18, p.13-40, set. 1998. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/oeivirt/rie18a01.htm>>. Acesso em: 5 maio 2007.

VILCHES, A., FURIO, C. Ciencia, Tecnología, Sociedad: Implicaciones en la Educación Científica para el Siglo XXI. Biblioteca Digital da OEI (Organização de Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura, 1999. Disponível em <http://www.campusoei.org/salactsi/acevedo2.htm>. Acesso em 08 dez. 2002.

von LINSINGEN, Irlan ; PEREIRA, Luiz Teixeira Do Vale ; BAZZO, Walter Antonio . Uma disciplina CTS para os cursos de Engenharia. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2000, Ouro Preto. Anais do COBENGE 2000, 2000.

von LINSINGEN, Irlan; PEREIRA, Luiz Teixeira Do Vale. Considerações sobre a neutralidade dos fatos e artefatos tecnológicos.: Enfoques para a educação tecnológica. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia Experiências Concretas no Ensino de Engenharia - Da teoria à prática, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais do COBENGE 2001**. Porto Alegre, 2001. p. APP47 - APP57. CD-ROM.

von LINSINGEN, Irlan . **CTS na educação tecnológica: tensões e desafios**. In: I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Innovación CTS+I, 2006, México D.F.. Memórias del Congreso Ibero CTS+I, 2006. v. 1. p. 1-14.