

DOUGLAS RICARDO SLAUGHTER NYIMI

O PARADIGMA COMPLEXO: A ENERGIA E A EDUCAÇÃO

São Paulo
2006

DOUGLAS RICARDO SLAUGHTER NYIMI

O PARADIGMA COMPLEXO: A ENERGIA E A EDUCAÇÃO

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para a obtenção do
Título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração: Sistemas de Potência

Orientador: Prof. Dr. José Aquiles Baesso Grimoni

São Paulo
2006

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 24 de abril de 2006.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Slaughter, Douglas Ricardo Nyimi

**O paradigma complexo: a energia e a educação / D. R. N. Slaughter. – ed. rev. – São Paulo, 2006.
83f.**

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas.

1.Energia 2.Desenvolvimento sustentável 3.Complexidade 4.Sistemas I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas II.t.

FOLHA DE AVALIAÇÃO

SLAUGHTER, Douglas Ricardo Nyimi
O paradigma complexo: a Energia e a Educação

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Engenharia Elétrica.

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

A Eiko Nyimi, minha querida avó.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Aquiles Baesso Grimoni, orientador. Sempre acessível e disposto a ajudar, foi muito atencioso e nunca negou seu tempo, ficava o máximo que podia comigo. Encurtou muitos caminhos e facilitou todo o processo de mestrado. Apesar da abordagem ousada, permitiu-me alçar vôos para além das questões típicas de Engenharia, apoiando o trabalho como um todo.

Ao Prof. Dr. Marco Antônio Saidel por disponibilizar todo o material da disciplina PEA 2200 – Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Ao Prof. Dr. Lineu Belico dos Reis pela ajuda e sugestões.

A minha família, em especial, a Neide, minha mãe, por seu respaldo e a Christian, meu irmão, pelas conversas de cunho mais filosófico. E aos meus tios Dirce e Edson.

A minha namorada e companheira Jennifer, que me inspira, todos os dias, com seu espírito transparente, sincero e esforçado.

Aos amigos: Alexandre Lisboa e Alexandre Céó, também pelas longas conversas filosóficas e pelas contribuições multi-disciplinares de seus respectivos estudos e idéias.

À Escola Politécnica e à Universidade de São Paulo pela oportunidade de realizar um mestrado de alto nível de forma gratuita e oferecer toda a infra-estrutura para o seu desenvolvimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos que proporcionou as condições financeiras para a elaboração deste trabalho.

“... quando o Rei, de um reino da antiga China, presenteou Bodhidharma com uma grande tesoura de ouro, com a qual também cortaria uma fita inaugural,

este balança a cabeça e diz:

- Não quero a tesoura.

Desorientado, o Rei pergunta:

- E o que quer?

- Quero uma agulha de latão.

Desconcertado, o Rei indaga:

- Por quê?

- Já basta de separar as coisas! - responde Bodhidharma.”

Lenda Zen-budista sobre Bodhidharma

RESUMO

SLAUGHTER, D. R. N. **O paradigma complexo: a energia e a educação.** 2006. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

Atualmente, a Energia com valor econômico, tecnológico, social e ambiental, tem sido abordada de forma essencialmente reducionista. Ou seja, separando-a de seu contexto, subdividindo-a em partes e isolando cada uma destas. Separaram-se as demandas econômicas das demandas da natureza, disto decorreram diversos problemas ambientais.

A abordagem reducionista ultrapassa o domínio energético e afeta a sociedade moderna de forma geral.

No começo do século XX, o pensamento científico reducionista começou a ruir com diversas descobertas ocorridas, em especial, as da Física Moderna e emergiu com grande força um novo paradigma. Chamado de sistêmico ou complexo, este paradigma surge não apenas por questões teóricas, mas, sobretudo, por questões práticas.

Este trabalho tratará de examinar a questão da Energia de um enfoque complexo. Assim, será mostrada uma nova abordagem para as interações da Energia com a Biosfera, a esfera social e a esfera econômica. Assim é possível avaliar melhor as questões tecnológicas, econômicas, sociais, ambientais e políticas.

A transmissão desse novo paradigma se daria, em boa parte, através da Educação. No trabalho se dará um exemplo aplicado a uma disciplina de graduação do ciclo básico do curso de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: PEA 2200 - Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade.

Palavras-chaves: Energia, Desenvolvimento sustentável, Complexidade, Sistemas, Ecologia, Educação.

ABSTRACT

SLAUGHTER, D. R. N. **The complex paradigm: Energy and Education**. 2006. 83 f. Dissertation (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

Currently, the Energy, with economic, technological, social and environmental value, has been studied through an essentially reductionist form. In other words, separating it from its context, subdividing it into parts and isolating each one of them. The economic demands were separated from the demands of nature, and from this environmental problems have elapsed.

The reductionist approach overcomes the energetic domain and affects the modern society in general.

In the beginning of the XX century, the reductionist scientific thought started to collapse mainly with the discoveries of Modern Physics and a new paradigm emerged with great force. Called systemic or complex, this paradigm is born not just because of theoretical aspects but, above all, because of practical aspects.

This work examines the aspect of Energy in a complex approach. With this, a new approach for the interactions of Energy with the biosphere, the social sphere and the economical sphere, will be shown. With this it is possible to evaluate the technological, economical and political aspects better.

The new paradigm can be transmitted, mainly, through Education. The following study applies this new concept in one of the basic subjects in the Electrical Engineering course of the Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: PEA 2200 - Energy, Environment and Sustainability.

Key words: Energy, Sustainable development, Complexity, Systems, Ecology, Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa com a taxa de incidência de câncer 2002.....	18
Figura 2 - Organização dos sistemas em rede.....	34
Figura 3 - Esferas e subsistemas.....	36
Figura 4 - Vista geral do recipiente e das células da "instabilidade de Bénard".....	38
Figura 5 - Detalhe das "células de Bénard".....	38
Figura 6 - Tai Chi Tu.....	43
Figura 7 - Thomas Young.....	45
Figura 8 - Biosfera como sistema aberto e dissipativo.....	48
Figura 9 - Quantidade e destino dos fluxos de energia do Sol.....	49
Figura 10 - Esferas que recebem energia artificial.....	50
Figura 11 - As 3 esferas como sistemas abertos e dissipativos.....	52

LISTA DE SIGLAS

DS	Desenvolvimento Sustentável
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
PEA	Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da EPUSP
PIB	Produto Interno Bruto
PNB	Produto Nacional Bruto
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	LIMITAÇÕES NA ABORDAGEM DA ENERGIA.....	14
1.2	AMPLITUDE DA CRISE. ISSO É DESENVOLVIMENTO?.....	17
1.3	OBJETIVOS.....	22
2	PARADIGMAS	24
2.1	O QUE É PARADIGMA?.....	24
2.2	PARADIGMA REDUCIONISTA.....	25
2.3	PARADIGMA COMPLEXO.....	28
3	COMPLEXIDADE	31
3.1	SISTEMAS.....	32
3.2	SISTEMAS E SUBSISTEMAS.....	36
3.3	SISTEMAS ABERTOS.....	37
3.4	ESTRUTURAS DISSIPATIVAS.....	37
3.5	PROPRIEDADES DOS SISTEMAS.....	39
3.5.1	Independência e soma	41
3.5.2	Especialização e mecanização progressiva	41
3.5.3	Centralização progressiva	42
3.6	OS 3 PRINCÍPIOS.....	42
4	ENERGIA E COMPLEXIDADE	44
4.1	O PRIMEIRO CONCEITO DE ENERGIA.....	44
4.2	ENERGIA CONTEXTUALIZADA: O MACROCONCEITO.....	47
4.3	BIOSFERA, SOCIEDADE E ECONOMIA: SISTEMAS ABERTOS E DISSIPATIVOS.....	51
4.4	ENERGIA E ORGANIZAÇÃO.....	52
4.5	ENERGIA E COMPLEXIFICAÇÃO.....	53
4.6	ENERGIA E AS PROPRIEDADES DE SISTEMAS E COMPLEXIDADE.....	53
4.6.1	Energia, especialização e mecanização progressiva	53
4.6.2	Energia e princípio dialógico	54
4.6.3	Energia e princípio de recursão organizacional	54
4.6.4	Energia e princípio hologramático	54
5	A DISCIPLINA PEA 2200 - ENERGIA, MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE	55
5.1	AULAS E ABORDAGEM.....	56
5.2	SUGESTÕES.....	58
6	CONCLUSÕES	63
6.1	OBJETIVOS ALCANÇADOS.....	63
6.2	REFLEXÕES.....	65
6.3	TRABALHOS FUTUROS.....	66
	REFERÊNCIAS	68

