



Volume 1, Outubro-dezembro de 2005.

UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA NA DISCIPLINA PRINCÍPIOS DE SISTEMAS DO MESTRADO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL DA FURG

Rita de Cássia Gnutzmann Veiga¹
Arion de Castro Kurtz dos Santos²

RESUMO

Este artigo trata-se de um relato da experiência de estágio de docência como bolsista da CAPES dentro da disciplina de Princípios de Sistemas do Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental da FURG, nível Mestrado. Como o conceito de sistemicidade é uma das premissas da Educação Ambiental, a disciplina tem por objetivo auxiliar os alunos a compreenderem sistemas através do estudo de sua estrutura e comportamento dinâmico com a utilização de programas computacionais e métodos de modelagem. A experiência leva a crer que o método de modelagem se mostra um caminho eficaz na direção da compreensão de sistemicidade por parte dos alunos.

Palavras-Chave: Sistemas; Educação Ambiental; Modelagem Computacional.

ABSTRACT

This paper is a report about a teaching experience during a scholarship sponsored by CAPES in the Master's Program in Environmental Education at Fundação Universidade Federal do Rio Grande. As the concept of system is fundamental for Environmental Education, this topic target to help students understanding systems by studing their structure and dynamic behavior through the use of software and modeling method. The experience made us believe in the effectiveness of the modeling method as a way of understanding systems by students.

Key Words: Systems; Environmental Education; Computational Modeling.

¹ Arquiteta Urbanista. Especialista em Marketing para Gestão Empresarial. Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande. (ritagveiga@aol.com)

² Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental da FURG (dfsarion@furg.br).

1 INTRODUÇÃO

Princípios de Sistemas é uma disciplina optativa oferecida regularmente no primeiro semestre letivo do Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande e que tem como um de seus objetivos trabalhar a visão sistêmica com os mestrandos através da utilização de conceitos de Dinâmica de Sistemas. Na visão de um dos alunos, participantes deste relato, a disciplina se apresenta:

“Importante por demonstrar meios melhores de organizar o pensamento. Facilidade em conseguir demonstrar graficamente a interação de variáveis dentro de um problema. Portanto tudo o dito anteriormente demonstra a importância e as infinitas possibilidades de uso do conhecimento adquirido ao longo desta disciplina.” (ALUN@ D)

A Dinâmica de Sistemas é um método que se propõe a estudar o comportamento e a estrutura de sistemas que se alteram através do tempo: os *sistemas dinâmicos*. Como exemplo de sistemas dinâmicos podemos citar os ecossistemas urbanos e o sistema do Mundo, ambos alvos de estudos e publicações tais como o livro *Urban Dynamics* (Forrester, 1969) e *Limites do Crescimento* (Meadows, 1973) com conteúdos baseados em simulações a partir de modelagem computacional.

Os fundamentos e os métodos que envolvem a Dinâmica de Sistemas, criados por Jay W. Forrester ainda na década de 60 no MIT³ (<http://web.mit.edu/sysdyn/index.html>), são a base da disciplina de Princípios de Sistemas que se utiliza da modelagem computacional com a ajuda de softwares como STELLA⁴, IDONS⁵, VISQ⁶ e, nesta última edição da disciplina, o *game* SimCity⁷.

Este artigo tem como objetivo explicitar algumas interações com alunos, abordagem de conteúdos e técnicas utilizadas na disciplina para auxílio à

³ Massachusetts Institute of Technology.

⁴ Software de modelagem quantitativa cujo nome é acrônimo para **S**tructural **T**hinking **E**xperimental **L**earning **L**aboratory with **A**nimation (Laboratório de Aprendizagem Experimental com Animação para o Pensamento Sistemático) desenvolvido e distribuído pela High Performance Systems Corporation Inc. <http://www.hps-inc.com>. Permite a construção de modelos de sistemas dinâmicos e a geração de gráficos, animações e tabelas.

⁵ Software de modelagem qualitativa com a utilização de figuras geométricas – ídones - tais como hexágonos.

⁶ Software de modelagem semiquantitativa desenvolvido pelo Prof. Dr. Arion de Castro Kurtz dos Santos – Universidade Federal do Rio Grande. <http://www.fisica.furg.br/modelciencias>.

⁷ Jogo de computador do tipo simulação, que trabalha em 4D (tridimensional e também a dimensão tempo), desenvolvido pela Máxis e distribuído pela Electronic Arts, cujo objetivo é criar e administrar uma cidade, baseado na dinâmica de sistemas o jogo permite o acompanhamento no tempo dos diversos padrões de comportamentos de variáveis tais como emprego, população, faixa etária, orçamento, habitação, etc.

compreensão de algumas das estruturas e dos comportamentos dos sistemas dinâmicos.

2 EDUCAÇÃO, TECNOLOGIA, AMBIENTES DE APRENDIZAGEM E SIMULAÇÃO

De acordo com Seabra (1994), “não há máquina que substitua o professor, e quando isso ocorre é porque o professor o merece”. Tecnologia educacional para este autor, está em utilizar, por exemplo, “uma lata de água com um pedaço de madeira e uma pedra para explicar a flutuação dos corpos”. Em contrapartida para ele, nada há de tecnologia ao se “simplesmente apertar um botão de um vídeo sobre o assunto e deixar que os alunos o assistam passivamente”. (SEABRA, 1994 p. 5). Sobre este assunto, o mesmo autor comenta:

Isso nos aponta para a formação de um novo educador. Por mais que pensemos em utilizar o vídeo, o computador ou mesmo o velho e bom quadro-negro, é na formação do professor que desenvolveremos a tecnologia educacional, preparando líderes, mediadores e estimuladores, mais do que detentores de determinados conhecimentos. O professor do final do século deve saber orientar os educandos sobre onde colher a informação, como tratar essa informação, como utilizar a informação obtida. Esse educador será o encaminhador da autoformação e o conselheiro da aprendizagem dos alunos, ora estimulando o trabalho individual, ora apoiando o trabalho de pequenos grupos reunidos por área de interesses. (SEABRA, 1994 p. 5)

Para conseguir uma formação educacional compatível com nossa realidade tecnológica atual, devemos soltar as amarras *conteudistas* e ter em mente que mais do que quantidade de informação – disponível em toda parte com o advento do ciberespaço - nossos alunos precisam aprender a “pensar”, a gostar de utilizar o intelecto e a ter gosto pela pesquisa de forma que eles próprios tenham condições de buscar o conhecimento de que carecem ou que desperta seu interesse. A esse respeito, Seabra (1994) sustenta que:

Há que transformar a sala de aula num ambiente interativo facilitador da aprendizagem. Uma espécie de bolha no espaço-tempo que leve a classe a navegar pela história da humanidade, pelas galáxias e pelos mundos microscópicos, onde calcular e argumentar sejam as ferramentas de interação lúdica entre os alunos e seus objetos de reflexão e pesquisa. (SEABRA, 1994 p. 5-6).

Normalmente, quando se fala na inserção da tecnologia de informação na educação aparecem argumentos que fazem referência ao baixo poder de investimento das escolas públicas, à falta de estrutura física, merenda escolar ou salários baixos de professores. São realmente dificuldades que nosso país enfrenta, porém é de suma importância a consciência de que, segundo Seabra (1994), “é apenas com muita e da melhor tecnologia que evitaremos uma clivagem social ainda

maior entre a escola pública e a privada [...]” (ou entre o Brasil e as nações que se dizem *desenvolvidas*).

Devido à dinâmica, propiciada pela tecnologia, a informação está descentralizada, permitindo a alunos acessá-la *de* e *em* qualquer lugar do mundo. Porém, como essa informação é produzida em tamanha quantidade que nem mesmo durante uma vida toda teremos condições de internalizá-la na íntegra, o aluno precisa *aprender a aprender*. Ter condições de selecionar informação, processar essa informação e adaptá-la a seus interesses, ou seja: *precisa desenvolver o pensamento crítico*. Essa mesma dinâmica e velocidade de produção de informação acabam por gerar também cada vez mais uma impossibilidade de se planejar e homogeneizar conteúdos que sejam compatíveis com todo mundo por todo o tempo. O que decorre disso é que cada vez mais educadores devem ter condições de acompanhar essa dinâmica e falar uma linguagem compatível com a de seus alunos. “Esse uso do computador exige, mais do que nunca, um professor preparado, dinâmico e investigativo, pois as perguntas e situações que surgem na classe fogem do controle pré-estabelecido do currículo”. (SEABRA, 1994 p. 6).

Frente a todas essas questões, os ambientes de aprendizagem tais como os softwares de modelagem, STELLA, por exemplo, e os jogos de simulação como o SimCity, se mostram uma alternativa para introduzir em sala de aula a linguagem contemporânea que o ciberespaço propiciou, estimulando a criatividade, o trabalho cooperativo, a produção de conhecimento individual, e a auto-construção de conhecimento.

De acordo com Forrester (1991), o sistema educacional tem ensinado através de fotografias estáticas do mundo real. A mente humana percebe imagens, mapas e relações estáticas de uma forma efetiva. Mas em sistemas de componentes interativos que se alteram através do tempo, a mente humana é um pobre simulador de comportamentos dinâmicos. Contudo, mesmo um estudante iniciando o ensino médio com um computador pessoal e **instrução em comportamentos dinâmicos** pode avançar notavelmente no entendimento de sistemas complexos.

3 A EXPERIÊNCIA COM ALUNOS DO MESTRADO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A experiência relatada deu-se como acompanhamento e docência sob a supervisão do Prof. Dr. Arion de Castro Kurtz dos Santos na disciplina *Princípios de Sistemas* (03013P), oferecida no primeiro semestre de 2005, no curso de Mestrado em Educação Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande.

A turma foi composta por oito alunos, sendo dois alunos especiais e seis alunos regulares. Como o estágio iniciou na sétima aula da disciplina, os alunos já haviam tido contato com os softwares STELLA e VISQ, e estavam em pleno desenvolvimento das atividades semanais propostas para cada aula para serem realizadas em casa e entregues ao professor. Quando propusemos a implantação de aulas extracurriculares em horário distinto ao da disciplina, os alunos se mostraram bastante interessados, pois sentiam necessidade de aprimorar seus conhecimentos em modelagem através da prática com os softwares utilizados. Ficaram combinadas um número de três aulas extras, sendo que, a pedido dos alunos na última aula, foi oferecida aula extra adicional, o que totalizou quatro encontros extracurriculares de três horas cada, totalizando doze horas aula. Nas aulas extracurriculares foram abordados os softwares STELLA, VISQ e SimCity. Os materiais, utilizados para aprimorar os conhecimentos dos alunos, foram elaborados por antigos orientandos e bolsistas do Prof. Arion, e estão disponíveis no Modelciências (<http://www.fisica.furg.br/modelciencias>). Como espaço físico optou-se pelo laboratório de informática do Programa. Esta escolha se deu devido à constante proximidade com os computadores e softwares e também pela integração entre alunos e professores propiciada pela mesa central única onde todos se acomodavam em um grande grupo. Do ponto de vista didático essa aproximação mostrou-se muito benéfica pois além de garantir a efetiva participação de todos os presentes estimulou discussões e reflexões.

4 O PROCESSO DIDÁTICO UTILIZADO

Como amostra do processo didático utilizado na disciplina, será apresentado um recorte descrevendo duas aulas que podem caracterizar bastante a metodologia e os resultados obtidos.

4.1 Aula nº 07

Nesta aula, o conteúdo programático previa a discussão do Capítulo 7 (ELOS DE RETROALIMENTAÇÃO NÃO LINEARES ACOPLADOS) de Kurtz dos Santos, A. C. et al. (2002) e trabalho com a técnica de Modelagem com Hexágonos, com base no capítulo HEXAGONS FOR SYSTEMS THINKING, de Hodgson, A. M. (1994). Foram utilizadas como ferramentas didáticas, projeção de transparências, discussão e hexágonos construídos em E.V.A., como exercício de construção de modelos utilizando a referida técnica.

Na primeira parte da aula foi apresentado um modelo em STELLA, com auxílio de transparências, que encontra-se em Kurtz dos Santos, A. C. et al. (2002), desenvolvido por Jay W. Forrester (1990) e que foi adaptado pelos autores.

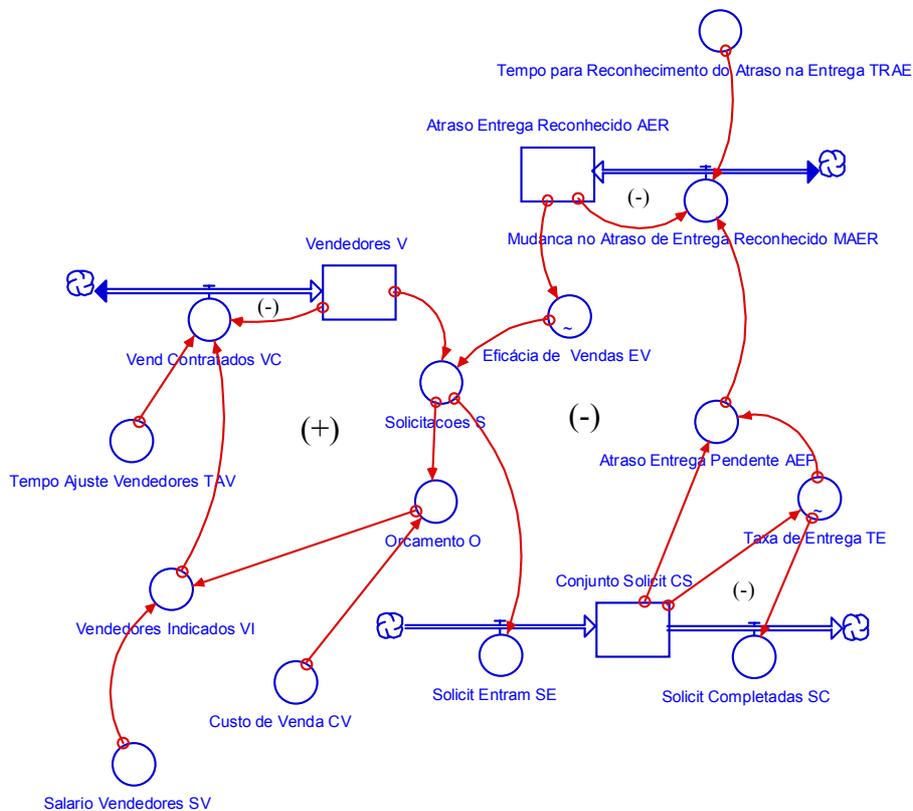


Figura 01 – modelo em STELLA sobre contratação de vendedores, trabalhado pelos alunos.

O modelo mostra processos que fazem parte da produção e comercialização de produtos sob o enfoque da força de vendas, ou seja, a contratação de vendedores como sendo dependente de outras variáveis tais como *número de solicitações de produto, eficácia de vendas, capacidade de produção e possibilidade de atraso na entrega do produto, bem como a percepção por parte do cliente neste atraso.*

O objetivo do capítulo é introduzir conceitos como atraso dentro do sistema, que em dinâmica de sistemas chamamos '*Delay*', e o contraponto oferecido por elos negativos e positivos que equilibram o sistema através de pressões sobre o elo dominante evitando um crescimento ou decaimento exponencial com eventual colapso do mesmo.

Após a discussão do capítulo e do modelo apresentado, deu-se sequência ao assunto através do exercício com os hexágonos, que havia sido solicitado pelo professor titular da disciplina como parte do questionário referente à aula, porém para que fosse feito em casa e entregue em cartolina.

A seguinte questão para modelagem foi fornecida:

2) Desenvolva, em grupo, um modelo com ídones para a situação apresentada no texto a seguir:

"Uma empresa possui seu quadro de vendedores e o expande dependendo da produção, ou da solicitação de seus produtos pelos clientes. Contudo, existe um atraso entre a solicitação e a entrega do produto, que é percebido pelo cliente. Dependendo do atraso, o cliente poderá, até mesmo, procurar outro fornecedor, comprometendo a contratação de novos vendedores.

Como é possível perceber analisando-se o modelo em STELLA apresentado anteriormente, a questão está diretamente ligada ao assunto trabalhado no capítulo 7 de Kurtz dos Santos, A. C. et al. (2002).

Como atividade para a segunda parte da aula, propôs-se que os alunos trabalhassem em um grupo tentando compor um modelo utilizando a técnica dos hexágonos. O material em E.V.A teve bastante aceitação por parte dos alunos, que pareceram divertir-se em montar os modelos com os hexágonos coloridos, determinando um código de cores para os hexágonos e escrevendo seu significado em etiquetas adesivas. O processo pode ser conferido nas fotos a seguir, figuras 2 a 5.



Figura 02 - tentativa de inter-relacionamento das variáveis criadas para o Modelo.



Figura 03 – conclusão preliminar acordada pelo grupo com relação ao modelo.



Figura 04 – conclusão final de que as variáveis criadas faziam parte de subgrupos.



Figura 05 – comparação pelo grupo, do modelo feito em aula com o modelo feito por uma das colegas em casa.

Como o artigo solicitado para leitura era em língua inglesa, optou-se pela criação de um resumo deste, que foi apresentado em transparência assegurando que todos tivessem tido a mesma compreensão do texto. Os seguintes pontos foram apresentados para discussão:

Proposta – construir uma ponte entre o pensamento generalista e o pensamento especializado dos modeladores.

Método – combinação de uma idéia e um ícone gráfico que o autor chamou de Ídone (Idon) como o hexágono, por exemplo.

Objetivo – tornar modelos tácitos visíveis e disponíveis para análise de todas as pessoas envolvidas (equipe de trabalho).

Hexágonos – flexibilidade e velocidade no arrançamento constante que acontece quando o pensamento criativo se faz visível.

Possibilita – pensar sobre possíveis novos hexágonos representando eventos, processos, objetos ou grupos de conceitos correspondentes à variáveis que estariam faltando para que o modelo conceitual pudesse ser mais completo.

Vantagens – pode-se trabalhar com pessoas que não tenham experiência em modelagem mas que dominem seu campo de trabalho ou tenham algum conhecimento intuitivo que se queira elicitar.

A técnica dos hexágonos é baseada no provérbio “uma imagem vale mais do que mil palavras”.

1. Cada unidade de significado (estado, fato, opinião) é gravado em um objeto que chamamos de **Ídone**.
2. Os ídones são constantemente movidos no processo, encorajando flexibilidade.
3. Ídones podem ser adicionados, subtraídos, revisados no decorrer do processo e podem ser enriquecidos com setas, textos, etc.
4. Várias convenções, em particular as cores, podem ser usadas para criar níveis adicionais de entendimento, especialmente acerca de conectividade e significado.
5. Estas convenções podem portar significado em termos de delimitação de conceitos ou mesmo em termos da natureza de um conceito em particular.
6. O processo pode ter a participação simultânea de mais de uma pessoa em colaboração, integrando e unindo seus pensamentos em modelos comuns.
7. Os mapas de representação são ferramentas práticas de controle para discussões, memória de grupo, tarefas organizacionais, construção de modelos compartilhados, suporte a decisão e recuperação de informações.

Tendo sido feita a exposição passou-se à etapa de construção propriamente dita.

Os alunos atestaram que obtiveram um maior entendimento da técnica proposta com a atividade feita em aula do que com a simples leitura do texto. A maioria não havia conseguido desenvolver o modelo em cartolina por não conseguir expressar seus modelos mentais sobre o assunto com a utilização da técnica, possivelmente por não ter entendido perfeitamente a própria técnica. A experiência em grupo enriqueceu os modelos individuais e trouxe à tona conhecimentos que se complementaram às idéias dos outros participantes permitindo um crescimento do entendimento sobre o assunto modelado por todos os envolvidos. Os alunos fizeram uso das diferentes cores de hexágonos que foram oferecidas e definiram a seguinte convenção:

Amarelo – situação ruim

Verde – situação boa

As cores laranja e azul não obtiveram uma convenção muito clara e situaram-se nelas geralmente processos da empresa.

As seguintes variáveis foram criadas pelos alunos com as respectivas cores escolhidas:

Amarelo: redução de vendedores, despesas, inadimplência, procura o concorrente, atraso na entrega, devolução.

Verde : lucro, consumismo, vendas, entrega dos produtos.

Azul: clientes, propaganda, produção, solicitação de produtos.

Laranja: quadro de vendedores, admissão de vendedores, orçamento, mundo externo, produto/bens.

Chamou a atenção, o fato de os alunos serem mestrandos em Educação Ambiental e não haverem inserido variáveis sobre o assunto *poluição* ou *meio ambiente*, e também a colocação da variável *consumismo* como sendo convencionada de “boa”, o que de fato seria, mas apenas para a empresa, pois em termos ambientais o consumo excessivo apresenta-se como uma das causas de desequilíbrio ambiental. Apenas com essa pequena observação, pode-se perceber que a técnica dos hexágonos pôde explicitar os modelos mentais das pessoas envolvidas através de suas escolhas e decisões na ocasião da modelagem. Como eram alunos no primeiro semestre do curso, seria interessante a aplicação da técnica aos mesmos alunos ao final da conclusão das disciplinas para verificar se houve alguma alteração neste aspecto modelado (o ambiental) após as discussões e internalização de conceitos propiciada pelo curso em outras disciplinas.

4.2 Aula nº 10

Nesta aula foi previsto a Discussão do Capítulo 10 (APLICAÇÕES DE STELLA EM ECOLOGIA EM DINÂMICA DE POPULAÇÕES: EXPLORANDO O CAOS NA EQUAÇÃO LOGÍSTICA) de Kurtz dos Santos, A. C. et al. (2002). O objetivo seria mostrar conceitos e padrões de comportamento que apresentassem Caos. Mostrou-se aos alunos que a teoria do caos não é uma teoria de *desordem*, mas busca no aparente acaso uma ordem intrínseca determinada por leis precisas. Clima e outros processos aparentemente casuais apresentam certa ordem como, por exemplo, o quebrar das ondas do mar, crescimento populacional, arritmias cardíacas, flutuação do mercado financeiro, etc...

O que pode gerar caos é uma pequena diferença nas condições iniciais do sistema, que levam a diferenças acumuladas que podem levar a comportamentos aleatórios.

A complexidade e o caos têm muito a haver entre si. O primeiro trata do estudo de como sistemas *complicados* podem gerar comportamentos simples. O segundo, é como um sistema simples pode gerar comportamentos complicados. As investigações modernas em caos, iniciadas na década de 1960, conduziram ao entendimento de que equações matemáticas simples, por exemplo, podem modelar sistemas tão complicados quanto a dinâmica de uma epidemia de sarampo.

Foi abordado nesta aula o comportamento caótico que certas populações podem apresentar no tempo. Foram analisadas as equações logísticas correspondentes partindo para a apresentação do modelo em STELLA e suas diferentes saídas gráficas simulando pequena variação na variável “K” que corresponde ao coeficiente de alteração para Caos, isto é uma taxa de crescimento. O modelo, muito simples, pode ser visto na figura 6 a seguir:

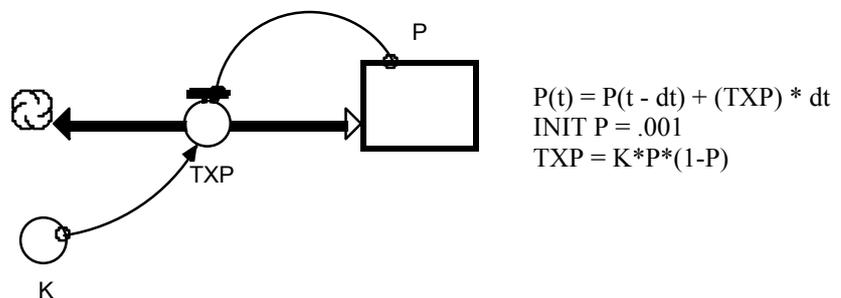


Figura 06 – Modelo em STELLA comportamento de população contra o tempo.

Este método de trabalhar comportamentos caóticos provenientes de sistemas simples através da modelagem, mostrou-se muito efetivo com os alunos, pois a demonstração gráfica e a construção do modelo facilitam a assimilação e a visualização de um conteúdo que por estar sendo oferecido à alunos com múltiplas formações pode encontrar muita dificuldade e forte resistência no aprendizado. Isso não ocorreu com a turma, que demonstrou um grande interesse pelo assunto, contribuindo com conteúdos de outros livros e exemplos que trouxeram pela sua própria investigação. As figuras 7, 8 e 9 mostram os comportamentos dinâmicos de

uma população evidenciando bifurcação, divisão por quatro e caos, para diferentes valores de k .

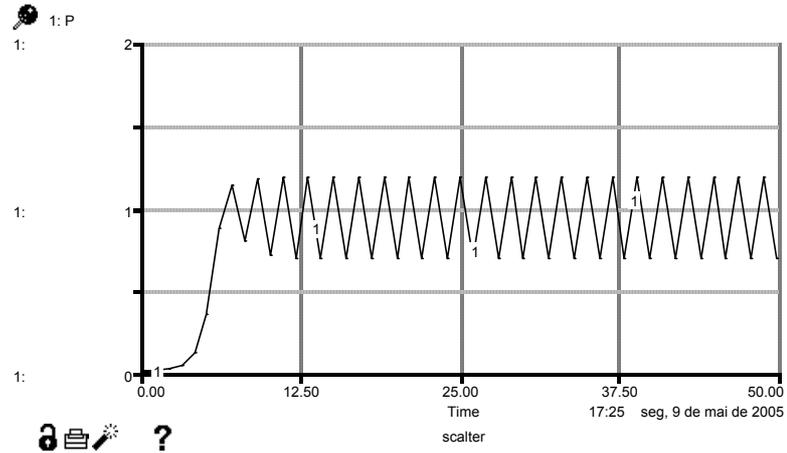


Figura 07 – Gráfico mostrando o comportamento da população em 50 anos com $K = 2,3$. Oscilação bifurcada.

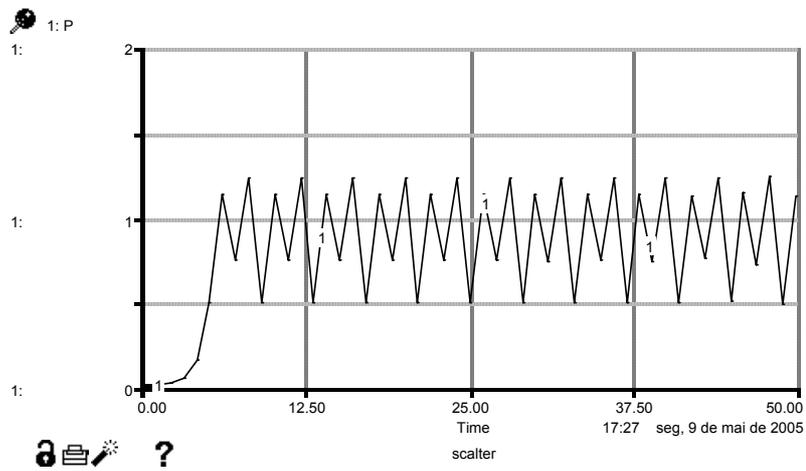


Figura 08 – Gráfico mostrando o comportamento da população em 50 anos com $K = 2,57$. Os valores agora oscilam entre quatro pontos.

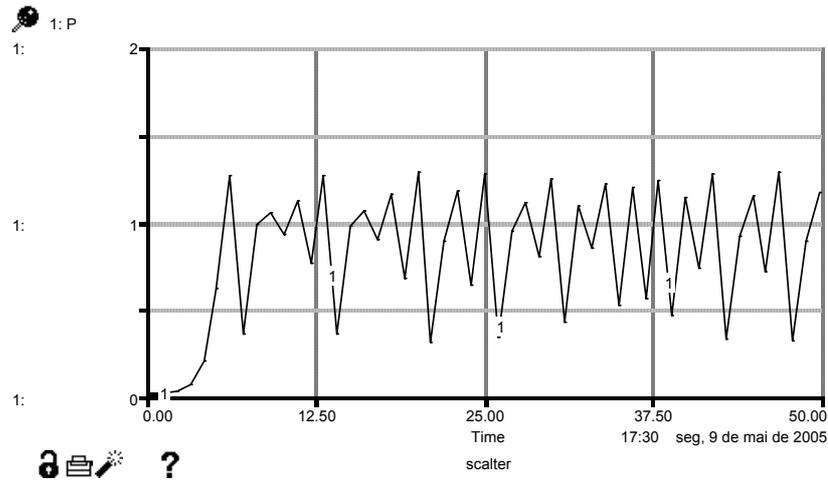


Figura 09 – Gráfico mostrando o comportamento da população em 50 anos com $K = 2,75$. Não existe mais um padrão de comportamento regular.

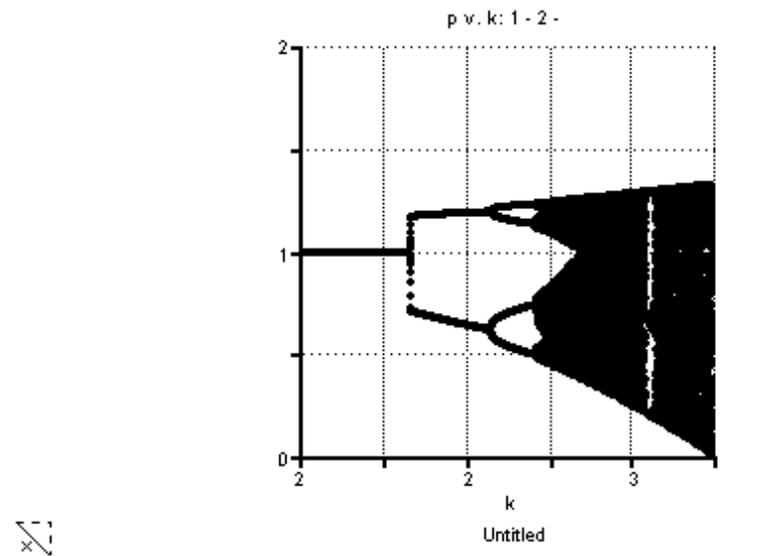


Figura 10 – Gráfico de P contra K, tradicional na bibliografia sobre caos, mostrando os valores bifurcados, para posteriormente se dividirem em quatro e entrarem em regime caótico.

Na figura 10 temos o gráfico da população contra os valores de k , tradicionalmente mostrado na bibliografia sobre o caos, mostrando valores bifurcados, para posteriormente se dividirem em quatro e entrarem numa região de regime caótico.

Maiores detalhes sobre complexidade e comportamentos dinâmicos caóticos poderão ser obtidos em Kurtz dos Santos (2004a), disponível em http://www.remea.furg.br/edicoes/vol_e_1/art01.pdf.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E AVALIAÇÃO DA DISCIPLINA PELOS ALUNOS

Ao final da disciplina, foi proposta uma avaliação onde os alunos tivessem espaço para manifestar suas opiniões sobre o transcurso do semestre, sobre o desempenho da estagiária e do conteúdo proposto.

De maneira geral, as avaliações foram extremamente positivas. Os alunos salientaram aspectos que mostram que o estágio, do ponto de vista deles foi bem sucedido. Os depoimentos demonstram motivação com a disciplina, boa assimilação de conteúdos, satisfação com o professor e estagiária e com a metodologia proposta como podemos conferir no depoimento exemplificado a seguir:

“Muito boa, ampliou muito a capacidade de perceber o funcionamento do mundo, como as coisas funcionam.” (ALUN@ G)

Como pontos a serem reavaliados, foram levantadas questões que dizem respeito a um desejo de conteúdos mais próximos à Educação Ambiental propriamente dita, a questão do horário da disciplina ter sido “comprimada” neste semestre, a possibilidade de tornar a disciplina obrigatória, a inserção de mais atividades práticas, a exemplo das aulas extraclasse, e a continuidade na utilização de bolsistas/monitores como forma de reforçar os conteúdos.

Chamou a atenção o depoimento d@ alun@ “F” que sugere que el@ e @s colegas sentir-se-iam “decepcionados” com o mestrado por exigir menos do que eles esperam no que diz respeito a leituras e oferecer poucos “conhecimentos novos”. Nos diz “F”:

“Para mim foi uma das disciplinas mais difíceis, mas com certeza uma das mais proveitosas, pois tratamos de conhecimentos novos. A modelagem servirá tanto para o projeto como para as demais disciplinas. Acredito que quando entramos no mestrado **ficamos decepcionados, pois as disciplinas exigem pouco e esperamos mais leituras, conhecimento desafiante, teorias novas.** A disciplina de sistemas proporcionou esta abertura e com certeza contribuirá muito.” (ALUN@ F grifo nosso)

Partindo desse fragmento caberia refletir se ações semelhantes a essa, que propiciassem uma avaliação das disciplinas ao seu final, bem como do próprio mestrado, não seria interessante para o próprio aprimoramento do Programa, uma vez que abriria espaço para que os alunos, que a nosso ver, são a razão da

existência do mestrado, pudessem expressar suas inquietudes, expectativas e descontentamentos. Isto possibilitaria que cada vez mais o curso de Pós-Graduação em Educação Ambiental se destacasse no meio acadêmico com produções ainda melhores por parte de alunos mais motivados.

No que diz respeito às considerações referentes a uma maior inserção de conteúdos mais diretamente ligados à Educação Ambiental, acreditamos que isso possa ser possível através da introdução de modelos em STELLA que mostrem uma ligação maior entre a questão do capitalismo e do consumo às questões ambientais. Isso se faz possível, através da exploração pelos alunos de modelos tal como o Mundo3, que foi recentemente traduzido e parcialmente adaptado às condições regionais do sul do Rio Grande do Sul por Vianna (2005) ou modelos ecológicos e urbanos, como os que estão sendo utilizados por Veiga (2005), ainda em desenvolvimento, trazendo assuntos que propiciem uma maior identificação por parte dos alunos com questões tratadas em outras disciplinas. Poderiam ser propostas atividades, em grupo de forma a explorar os modelos e instigar os alunos a fazerem reflexões, que poderiam inclusive ser expressas em pequenos artigos a serem entregues ao professor.

A experiência de docência propiciou um maior embasamento e fundamentação para o trabalho de pesquisa em desenvolvimento no Mestrado em Educação Ambiental, que utiliza os mesmos conceitos abordados na disciplina Princípios de Sistemas, pois concluiu-se que os métodos utilizados permitem o claro entendimento por parte dos alunos dos conceitos, estruturas e comportamentos pertinentes aos sistemas dinâmicos.

6 BIBLIOGRAFIA

FORRESTER, J. W. – **Urban Dynamics** – Portland. Productivity Press, 1969; 1998.

FORRESTER, J. W. - **System Dynamics and the Lessons of 35 Years** - A chapter for The Systemic Basis of Policy Making in the 1990s - Massachusetts Institute of Technology – Abr. 1991. Disponível em <<http://sysdyn.clexchange.org/road-maps/home.html>> Acesso em jul. 2005.

FORRESTER, J. W. - **Principles of Systems** – Portland. Productivity Press. 1990.

FORRESTER, J. W. – **World Dynamics** – Portland. Productivity Press. 1973.

HODGSON, A. M. - Hexagons for Systems Thinking. In Morecroft J. D. W. & Sterman, J. D. (Eds.), **Modeling for Learning Organizations** (pp. 359-374). Portland, Oregon: Productivity Press, 1994.

KURTZ DOS SANTOS, A.C et al. – **Modelagem Computacional Utilizando STELLA – Considerações Teóricas e Aplicações em Gerenciamento, Física e Ecologia de Sistemas** - Rio Grande: Ed. da Furg, 2002.

KURTZ DOS SANTOS, A.C. – **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental - Complexidade e a Utilização de Ferramentas Computacionais no Ensino e Pesquisa** – Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Disponível em <http://www.remea.furg.br/edicoes/vol_e_1/art01.pdf>. Acesso Out. 2004a.

KURTZ DOS SANTOS, A.C. - **A Dinâmica de Sistemas como uma Metodologia para a pesquisa Educacional** - Fundação Universidade Federal do Rio Grande - FURG Disponível em <<http://www.fisica.furg.br/profecom>>. Acesso Jul. 2004b.

MEADOWS, D. L. et al. – **Limites do Crescimento** – São Paulo. Ed. Perspectiva, 1973.

SEABRA, Carlos. Uma Educação para uma nova era. In: Tecnologia e Sociedade. **A revolução tecnológica e os novos paradigmas da Sociedade**. Belo Horizonte: Oficina de Livros, 1994. Disponível em <<http://www.cidec.futuro.usp.br>> acesso em Jul 2005.

VEIGA, Rita de Cássia Gnutzmann. **Sistemas Urbanos sob o Enfoque da Educação Ambiental**: uma proposta utilizando o *game* SimCity e o programa STELLA . Rio Grande, 2005. Relatório de Qualificação Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2005.

VIANNA, J. C. T. - **Representações do Tempo e Clima na formação Agrônômica para agricultura (in)sustentável através de técnicas de modelagem** - Tese de

doutorado em Agronomia. 278p. Área: Produção Vegetal. Faculdade de Agronomia
Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2005.