

*Arion de Castro Kurtz dos Santos*

Depto de Física – FURG

*Ana Alzira Kleer*

Bolsista de Iniciação Científica do CNPq

*Marcelo Resende Thielo*

Bolsista de Iniciação Científica da FAPERGS

*Maria Helena Gravina*

Depto de Física – FURG

Rio Grande – RS

## **I. Introdução**

O Projeto “Desenvolvimento e Uso de Ferramentas Computacionais para o Aprendizado Exploratório de Ciências” coordenado pelo Prof. Arion, vem sendo desenvolvido desde 1993, pelo Setor de Física, no Departamento de Física da Universidade do Rio Grande.

O projeto tem como objetivo promover a melhoria da qualidade do ensino de Ciências na cidade do Rio Grande através do uso do microcomputador no ensino, especialmente no que concerne à interação do usuário (estudante ou professor) com programas educacionais em Ciências. As atividades que vêm sendo desenvolvidas pelo grupo têm ênfase na exploração de diferentes representações (do pesquisador ou professor) e nas atividades expressivas (onde o usuário constrói suas próprias representações). Maiores detalhes são encontrados em Kurtz dos Santos et al. (1993).

Temos desenvolvido materiais instrucionais, com base nas ferramentas computacionais disponíveis, em tópicos relativos aos conteúdos de 1º e 2º graus. Objetivando o aprimoramento dos materiais aplicamos, a um pequeno grupo de alunos, tarefas direcionadas a uma das ferramentas do projeto – o programa VISQ. Apresentaremos, aqui, os resultados da análise realizada.

---

<sup>1</sup> Trabalho financiado pela CAPES, CNPq e FAPERGS.

## II. Algumas idéias sobre a Educação Ambiental (EA)

A primeira conferência intergovernamental em EA foi realizada de 14 a 26 de outubro de 1977 em Tbilisi, na Geórgia, CEI (ex-URSS). Essa conferência é considerada o marco fundamental para a EA. Segundo Dias (1993), entre os princípios básicos que devem nortear a EA coloca-se que o meio ambiente deve ser considerado em sua totalidade, ou seja, em seus aspectos naturais e criados pelo homem, isto é, tecnológico e social, econômico, político, histórico-cultural, moral e estético. O enfoque da EA deverá ser interdisciplinar, examinando as principais questões ambientais, do ponto de vista local, regional, nacional e internacional, concentrando-se em situações ambientais atuais. Dias acrescenta que a EA deve destacar a complexidade dos problemas ambientais e, em consequência, a necessidade de desenvolver o senso crítico e as habilidades necessárias para resolver tais problemas. Deve-se, também, utilizar *diversos ambientes educativos* e uma ampla gama de métodos para comunicar e adquirir conhecimentos sobre o meio ambiente. O meio ambiente deve ser tratado como um *sistema real*, desenvolvendo-se o *enfoque sistêmico*, considerando-se as dimensões temporais passada, presente e futura.

Brilgger (1994) coloca que existem diferentes abordagens da questão ambiental na educação e que podemos distinguir duas tendências mais gerais: as oferecidas pelas Ciências Humanas em que fatores histórico-sociais são evidenciados e as em que a questão ambiental vem sendo tratada quase que exclusivamente sob suas dimensões naturais e técnicas. Segundo a autora a questão ambiental exige a busca de novos paradigmas filosóficos, os quais incluem questões éticas que perpassam os universos científico, técnico, sócio-econômico e político. Em sua opinião, novas práticas pedagógicas, em nossa sociedade, impedem a transcendência de um plano meramente técnico.

## III. O Programa VISQ

O programa VISQ<sup>6</sup>, acrônimo para Variáveis que Interação de modo Semi-Quantitativo, foi desenvolvido pelo bolsista Marcelo, sob a orientação do Prof. Arion, baseado em idéias originais de Jon Ogborn<sup>7</sup>. VISQ é uma versão implementada de IQON (Kurtz dos Santos, 1991). VISQ foi desenvolvido no ambiente cT (Kurtz dos Santos et al., 1993) e pode ser executado tanto em computadores compatíveis IBM 386, como em 'Macintosh Quadra 605'.

O programa utiliza-se da matemática das redes neurais, fazendo com que neurônios e sinapses, representados por caixas e elos, respectivamente, descrevam um comportamento dinâmico. O programa anima diagramas causais (veja Roberts, 1983 e Kurtz dos Santos, 1989) que são construídos na tela do computador pelo usuário. A matemática utilizada para a interpretação dos diagramas fica escondida do usuário que somente manipula ícones. Para operar o programa não é necessário ter-se experiência prévia com o microcomputador, já que sua utilização é intuitiva.

---

<sup>6</sup> Menção Honrosa na III Feira de Iniciação Científica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), realizada de 17 a 21 de outubro de 1994.

<sup>7</sup> Professor do 'Institute of Education University of London'

#### **IV. O Programa VISQ e a Educação Ambiental**

O programa VISQ permite o desenvolvimento de modelos semi-quantitativos, independentemente de conteúdo. Isto é, o programa pode ser utilizado para o trabalho em qualquer área do conhecimento, tanto em Ciências Humanas como em Ciências Naturais. Com isso os modelos desenvolvidos poderão conter variáveis de diferente natureza. Por exemplo, num mesmo modelo o usuário poderá considerar os aspectos biológicos e técnicos bem como os psicológicos, sociais e éticos envolvidos num problema de poluição industrial. Ao deparar-se com uma simulação, ou ao criar seu próprio modelo, o estudante tem a oportunidade de criticar e melhorar o modelo, discutindo com o professor ou colega os aspectos diversos do problema em questão. Iniciando o processo de modelagem utilizando seu modelo mental sobre certa situação, ao implementar esse modelo, no computador, o estudante tem a oportunidade de interagir e manipular o mesmo, fornecendo versões bem mais elaboradas ao final do processo de modelagem.

Acreditamos que o tipo de trabalho que começamos a desenvolver em nosso projeto, embora modesto, está de acordo com as recomendações de Tbilisi. Temos proposto questões que dizem respeito à realidade local do aluno como, por exemplo, a qualidade do ar na cidade do Rio Grande e a pesca do camarão. Acreditamos estar transcendendo o plano meramente técnico, permitindo que o computador seja um meio de promover discussões entre os estudantes. Além disso, ao utilizar o novo ambiente educativo VISQ, estamos trabalhando com um enfoque sistêmico, levando em consideração a evolução temporal das várias variáveis dos modelos. Com a possibilidade de envolver diversas variáveis de natureza distinta, e modelos com mesma estrutura (diagramas causais semelhantes) em diferentes áreas, estamos, na medida do possível, dando ênfase a um enfoque multidisciplinar.

#### **V. O Material Instrucional e os tipos de atividades**

O material instrucional aplicado é constituído de atividades exploratórias e expressivas.

As atividades exploratórias são aquelas em que um modelo é apresentado ao estudante e o mesmo deve alterar os parâmetros e observar a evolução temporal das variáveis.

As atividades expressivas são aquelas onde o aluno se depara com situações, e desenvolve o modelo de acordo com sua própria interpretação.

O material, em sua primeira parte, inicia com atividades exploratórias sobre pares de causa e efeito, elos de retroalimentação e uma atividade expressiva sobre a situação clássica do sistema presa-predador. Seguindo, os estudantes trabalham em atividade expressiva sobre a 'qualidade do ar', Na segunda parte do material, eles trabalham com atividades expressivas sobre a 'explosão populacional de ratos' e o problema da 'pesca do camarão de tamanho irregular'. (Veja exemplos dos textos utilizados no Apêndice). A Fig. 1 mostra a distribuição das atividades realizadas no mês de setembro de 1994.

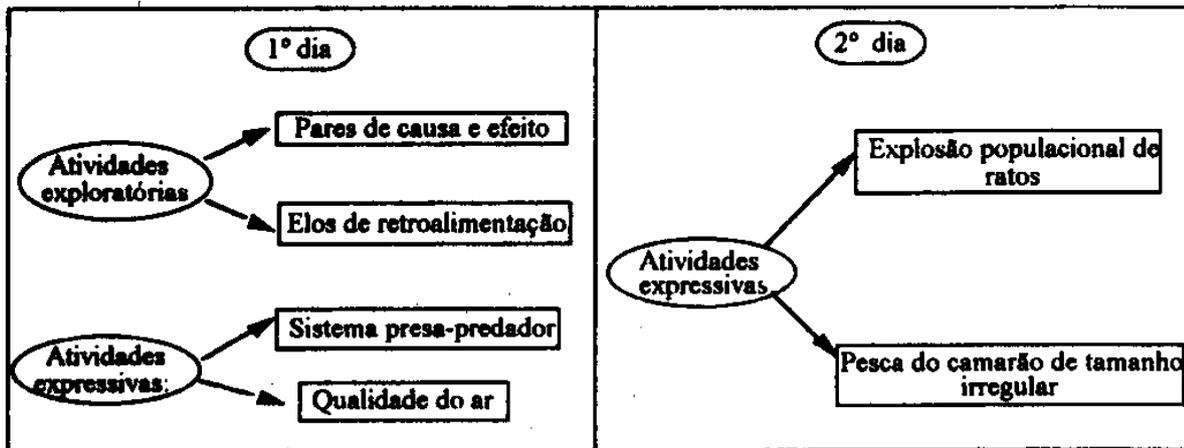


Fig. 1 – Estrutura do material instrucional aplicado.

## VI. Histórico dos alunos

O material instrucional foi aplicado a um grupo de 04 alunos da 8ª série da Escola Cenecista Nossa Senhora Medianeira da cidade do Rio Grande (vide Tabela 1), em duas sessões de duas horas e meia cada uma. Os alunos Cristiano e Éverton trabalharam em uma sala e as alunas Aurora e Angélica em outra, tendo sido possível colocar um aluno por microcomputador. Nenhum dos quatro tinha experiência prévia com microcomputadores.

Nome	Idade
Angélica	16
Aurora	18
Cristiano	14
Éverton	14

Tabela 1 – Alunos e idades

## VII. A Aplicação

A primeira parte do material continha uma pequena introdução sobre o significado de pares de causa e efeito (ver Fig. 2). Em seguida, eram colocadas algumas situações de causa, onde o aluno deveria indicar, com lápis e papel, qual seria o provável efeito.

Após esta etapa, os alunos construíram os pares de causa e efeito, utilizando o programa VISQ, a fim de se familiarizarem com o mesmo, isto é, dominar o uso do teclado, do *mouse* e entender o funcionamento do programa.

Depois de modelarem pares de causa e efeito, como por exemplo, o par *pressão dos pais* ----> + *horas de estudo* (o que pode ser lido como “se a pressão dos pais é alta, aumenta o número de horas de estudo”) e o par

*horas de estudo* ----> + *notas*, o material solicitava aos alunos que relacionassem estas variáveis num só modelo. Veja, na Fig. 3, o modelo da aluna Angélica.

Ao executar o modelo, o aluno observa o movimento contínuo dos níveis verticais dentro das caixas, correspondendo a diferentes estados semi-quantitativos das variáveis (abaixo do normal, normal e acima do normal).

Por exemplo, para o modelo da Fig. 3. quando a *pressão dos pais* está alta, o número de *horas de estudo* aumenta, levando a um aumento nas notas e a conseqüente diminuição da *pressão dos pais*.

Paralelamente às atividades no microcomputador, os alunos preenchem o material instrucional que continha perguntas acerca do comportamento do modelo em função do tempo e da análise gráfica das variáveis de cada modelo. Um exemplo de pergunta é apresentado a seguir.

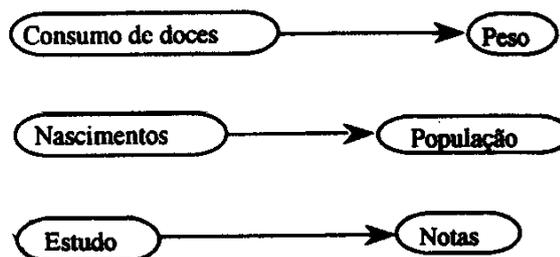


Fig. 2 – Pares de causa e efeito

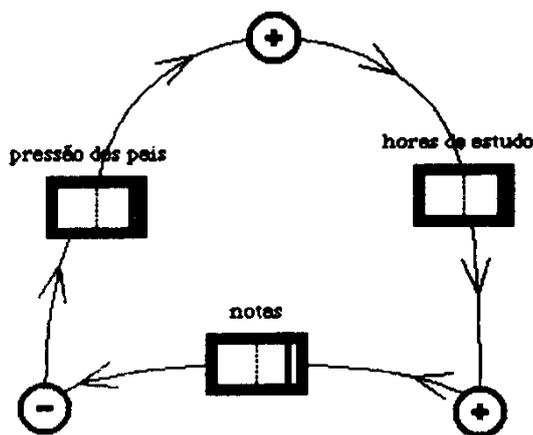


Fig. 3 – Elo de retroalimentação: Pressão dos pais e notas

Agora, considere que a *pressão dos pais* seja baixa, o que ocorrerá com o número de horas de estudo? Por quê?

Pudemos notar que os alunos, em geral, utilizaram seu conhecimento de mundo para criar os modelos e responder às questões, o que foi positivo para o desenvolvimento de atividades expressivas. No caso da atividade exploratória, mostrada na Fig. 3, devido ao modelo apresentado não ter correspondido ao modelo mental dos alunos, observou-se dificuldades na análise do mesmo.

Na seqüência, o material propunha duas situações expressivas para eles modelarem. Relataremos, aqui, apenas uma.

A situação proposta consistia em um texto, extraído do Jornal Agora (veja Apêndice), relatando a problemática da qualidade do ar na cidade do Rio Grande, causada pela emissão de poluentes oriundos das indústrias. A Fig. 4 apresenta o modelo do aluno Cristiano.

Inicialmente, o modelo limitava-se a três variáveis: *poluição*, *qualidade do ar* e *saúde*. Sobre este modelo, o aluno escreveu o seguinte: “A poluição vai diminuir a qualidade do ar e, com isso, fazer as pessoas ficarem doentes”.

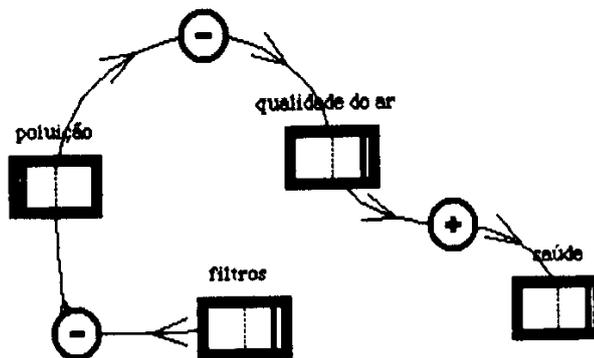


Fig. 4 – Qualidade do ar na cidade Do Rio Grande

Dando continuidade, solicitava-se ao aluno que arrumasse um modo de solucionar o problema causado pela poluição. Após analisar o modelo em execução o aluno resolveu adicionar a variável *filtros*. Veja que o modelo é representado de forma linear, através de uma corrente de causas e efeitos.

Após os alunos terem criado seus modelos, foi sugerido que explicassem o funcionamento dos mesmos, através de um recurso do programa VISQ, chamado *hipertexto*.

Na Fig. 5, apresentamos o texto que o aluno Éverton elaborou sobre a variável *poluição*, com o uso do hipertexto. A palavra sobre a qual o cursor está posicionado é chamada de *hotword* e, na tela do computador, aparece escrita em vermelho. Logo abaixo da janela de texto, pode ser visto o significado que o aluno atribuiu à mesma.

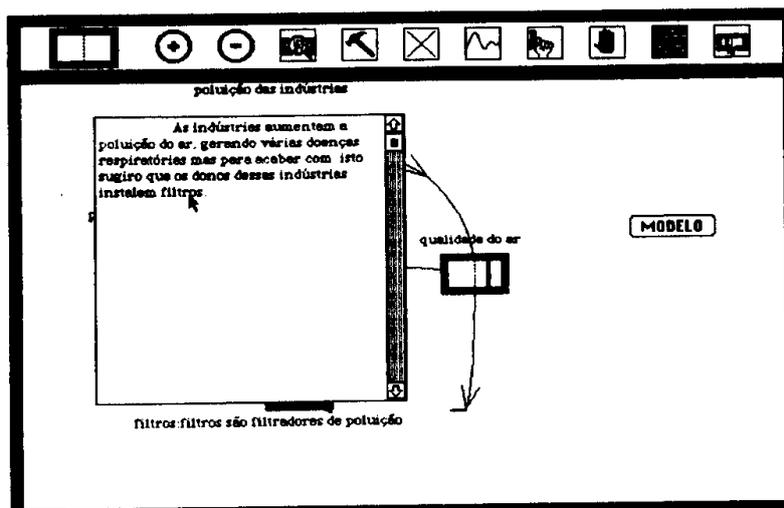


Fig. 5 – Hipertexto construído por um aluno

A segunda parte do material, aplicada no segundo dia, propunha duas atividades expressivas, as quais apresentaremos a seguir.

Uma das atividades apresentava um texto sobre a explosão populacional de ratos e os problemas por isto causados.

A aluna Aurora (veja Fig. 6) criou a variável limpeza para amenizar os problemas causados pelos ratos. Sua análise sobre o modelo (veja Fig. 6) foi a seguinte: “Quanto maior a população, mais sujeira. Da sujeira, vem mais ratos e aumentam as doenças, trazendo mortes. Com a limpeza, diminuem os ratos. Se a população limpar mais, vão haver menos ratos e menos doenças”.

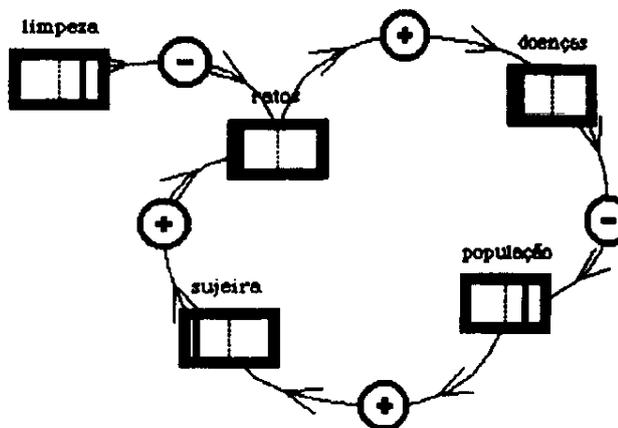


Fig. 6 – Explosão populacional de ratos.

A Fig. 7 mostra a saída gráfica obtida pela aluna para este modelo.

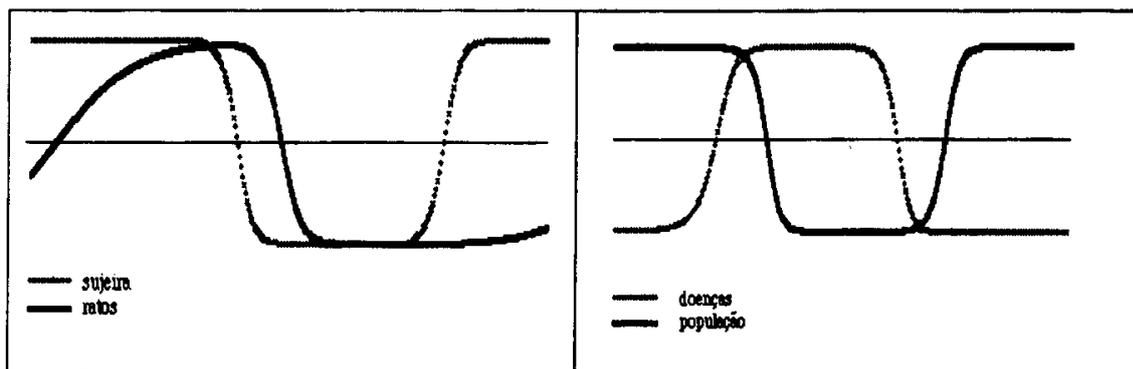


Fig. 7 – Gráficos obtidos para o modelo da Figura 6. O computador sobrepõe os quatro gráficos, em cores diferentes, simultaneamente. Os gráficos foram separados para facilitar a leitura, tendo em vista a ausência de cor.

Outra atividade colocava os alunos frente à problemática da pesca do camarão em tamanho irregular. Durante a atividade, os alunos discutiram bastante sobre os problemas envolvidos na questão e sobre as prováveis soluções para impedir que os mesmos tomassem proporções ainda maiores. Notamos que, ao longo das atividades, os modelos evoluíram bastante, tornando-se bem mais complexos, não sendo constituídos apenas de correntes (forma linear), mas também, de elos de retroalimentação. A Fig. 8 apresenta o modelo do aluno Éverton.

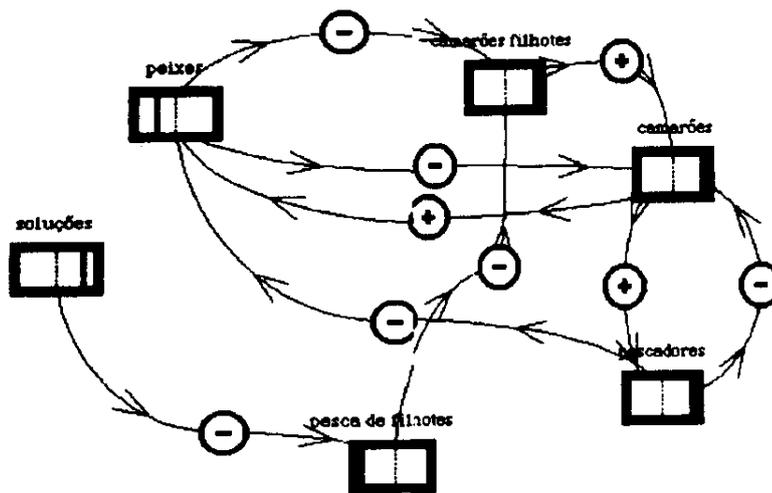
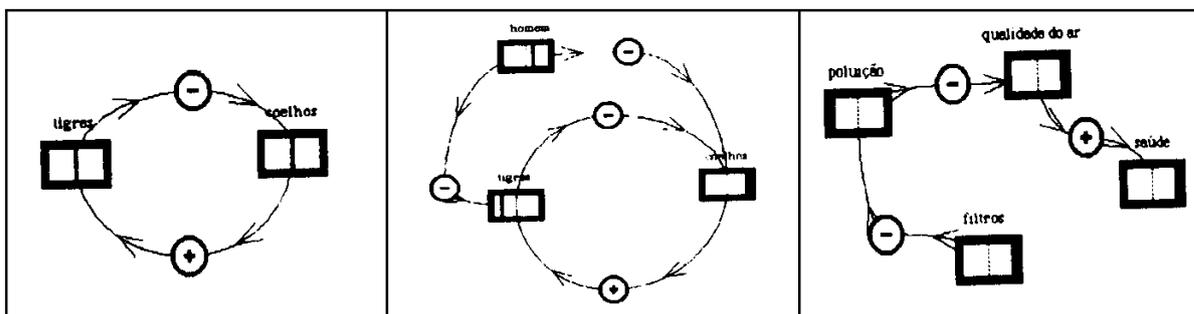


Fig. 8 – Pesca do camarão em tamanho irregular. O modelo apresenta cinco elos de retroalimentação.

Pudemos notar, através dos modelos e das discussões dos alunos, que os mesmos compreenderam os problemas ambientais causados pela pesca de camarões filhotes, inclusive na economia da atividade pesqueira. Note que Éverton criou a variável *soluções* para diminuir a pesca de camarões filhotes. A princípio, não sabíamos o que esta variável significava, mas, no entanto, através de discussões, o aluno deixou claro que a variável *soluções* seria um conjunto de fatores, tais como: “fiscalização do governo e conscientização dos pescadores.” Note que a variável *soluções* pertence à esfera política e sócio-econômica.

### VIII. A evolução de um aluno

A Fig. 9 apresenta os modelos desenvolvidos pelo aluno Cristiano para as diversas situações propostas.



Modelo 1

Modelo 2

Modelo 3

Modelo 1 – Situação presa-predador. Um elo de retroalimentação.

Modelo 2 – Situação presa-predador com a interferência do homem. Um elo de retroalimentação com dois pares externos *homem ---> tigres* e *homem ---> coelhos*.

Modelo 3 – Qualidade do ar na cidade do Rio Grande. Corrente de causas e efeitos.

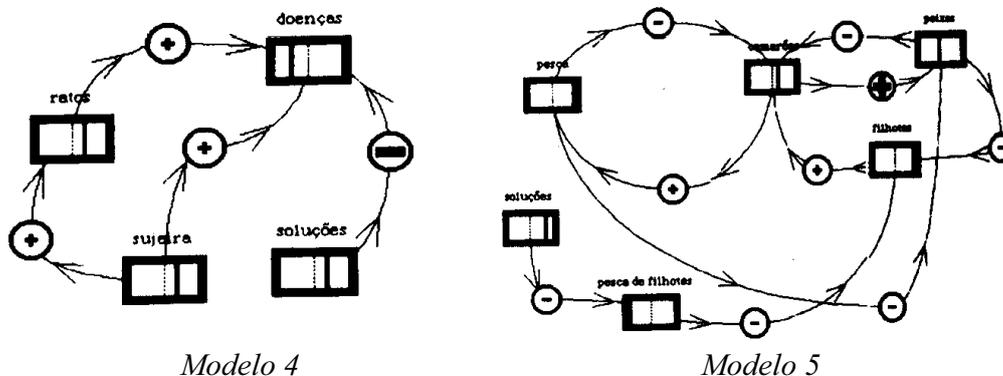


Fig. 9 – Modelos feitos por um aluno para as diversas atividades propostas.

Modelo 4 – Explosão populacional de ratos. Uma corrente e dois pares de causa e efeito. Não há retroalimentação.

Modelo 5 – Pesca de camarão em tamanho irregular. Número superior de variáveis com vários elos de retroalimentação.

O Modelo 3 apresenta apenas uma corrente de causas e efeitos. A simplicidade desse modelo pode refletir a dificuldade do estudante de perceber quais seriam as variáveis principais.

De modo geral, percebe-se uma evolução no raciocínio do estudante, no que diz respeito à estrutura dos modelos desenvolvidos.

As atividades propostas, em geral, permitem que sejam desenvolvidos modelos muito elaborados e com vários elos de retroalimentação. O fato do Modelo 5 ser mais elaborado pode ser interpretado como devido a ter sido a última atividade desenvolvida, após os alunos terem adquirido um maior domínio da linguagem dos diagramas causais. Além disso, a atividade diz respeito a uma situação bem conhecida e de acordo com a realidade do estudante.

## IX. Notas a partir da observação

No decorrer das atividades, observamos que os alunos Cristiano e Éverton utilizavam o mesmo método para a construção dos modelos: primeiro identificavam as variáveis colocando, na tela, as caixas que as representavam e depois relacionavam-nas, ligando-as com os elos. Também pensavam da seguinte forma: o que aumenta (ou diminui) o que; quanto mais (ou menos) isto mais (ou menos) aquilo. Em alguns textos, os alunos tiveram certa dificuldade com o vocabulário, perguntando o significado de algumas palavras. Isto não chegou a comprometer a compreensão dos mesmos já que as dúvidas eram solucionadas através da interpretação conjunta (alunos e instrutores).

É visível a evolução dos modelos dos alunos. Nas primeiras atividades, os modelos são constituídos apenas de correntes, ou seja, as variáveis são ligadas de forma linear. Já nas atividades posteriores, existem elos de retroalimentação e os modelos são mais elaborados.

## **X. Conclusão**

O programa VISQ permite aos alunos a manipulação de várias variáveis numa mesma situação. Isso faz com que o programa seja adequado para o trabalho em Ciências, com sistemas complexos. As atividades relatadas nesse artigo sugerem que o programa seja adequado para utilização em Educação Ambiental, pois num mesmo modelo o estudante pôde considerar variáveis que representavam tanto aspectos biológicos, como sociais e econômicos. Ao observar o modelo rodando na tela do computador, os alunos discutiam e tiravam suas próprias conclusões, o que muito contribuía para um melhor entendimento da situação analisada. Observamos que, quando discutiam os modelos, os alunos analisavam as situações de forma sistêmica, pensando em todas as variáveis envolvidas e como elas se relacionavam. Isto permitiu que refletissem sobre os problemas ambientais e suas possíveis soluções, adotando uma postura crítica e consciente acerca dos assuntos enfocados.

Ao implementar um modelo no computador, o estudante inicia com a utilização de seu modelo mental a respeito da situação trabalhada. Ao aperfeiçoar este modelo, a partir da discussão com os colegas, o estudante altera, também, a estrutura de seu modelo mental inicial, o que leva a um melhor entendimento da situação e, como se deseja a uma Educação mais efetiva.

O projeto “Desenvolvimento e Uso de Ferramentas Computacionais para o Aprendizado Exploratório de Ciências” continua suas atividades de aperfeiçoamento dos materiais instrucionais com a colaboração dos estudantes de 1º grau do CAIC/FURG, que têm trabalhado uma vez por semana em nossa mini-central.

O projeto coloca desde já sua mini-central á disposição dos professores de 1º grau que queiram discutir aspectos do programa VISQ e das atividades aqui apresentadas. Consideramos que a participação de professores conhecedores da realidade, de 1º grau é de grande valia para a adequação do material instrucional desenvolvido.

## **XI. Referências Bibliográficas**

- BRÜGGER, P. *Educação ou adestramento ambiental?* Ilha de Santa Catarina: Letras Contemporâneas, 1994.
- DIAS, G. F. *Educação Ambiental – Princípios e Práticas*. São Paulo: Editora Gaia, 1993.
- KURTZ DOS SANTOS, A. C. STELLA no Modelamento de Equações Diferenciais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 6, n. 3, 1989.
- KURTZ DOS SANTOS, A. C. Alguns Aspectos do Uso do Sistema de Modelamento IQON no Ensino da Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 8, n. 2, 1991.

KURTZ DOS SANTOS, A. C. **Computational Modelling In Science Education: A Study of Students Ability to Manage Some Different Approaches to Modelling.** Institute of Education University of London. Unpublished PhD thesis. 359p., 1992.

KURTZ DOS SANTOS, A. C. et al. O Projeto “Desenvolvimento e Uso de Ferramentas Computacionais para o Aprendizado Exploratório de Ciências”. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 10, n. 2, 1993.

ROBERTS, R. Introduction do Computer Simulation - A Sistem Dynamics Modelling Approach. Addison-Wesley Publishing Company, Reading, 1983.

## Apêndice

Apresentamos, aqui, alguns dos textos utilizados para as atividades expressivas.

### Indústrias reduzem atividades para não comprometer qualidade do ar

Nos últimos 60 dias, as indústrias de fertilizantes instaladas em Rio Grande tiveram que reduzir suas atividades para não comprometer a qualidade do ar na cidade, Com o prazo até o final do ano que vem para instalarem equipamentos antipoluentes, as quatro indústrias (Trevo, Defer, Manah e Fertisul) já atenderam por duas vezes o pedido da gerência regional da Fepam em Rio Grande, de interromperem as atividades em virtude da concentração das emissões aéreas principalmente quando os ventos sopram em direção à zona urbana Em alguns dias desta semana, o rio-grandino pôde sentir os efeitos das emissões aéreas sobre o centro da cidade e bairros como Santa Tereza, Vila Dom Bosquinho, Junção e Bairro Municipal.

Para a gerente da Fepam, Gislane Calvete, as indústrias precisam levar em conta a qualidade do ar da população e, até instalarem os equipamentos antipoluição, terão que diminuir ou até mesmo paralisar suas atividades, quando as condições climáticas não forem as melhores. Calvete explicou que dias chuvosos e com cerração, aliados à direção dos ventos, são fatores que ajudam a concentrar os gases, sem a dissipação. Gislane Calvete afirmou que as emissões aéreas de uma indústria de fertilizantes são os materiais particulados e os fluoretos. Ela disse ainda que nos próximos dias deverá ocorrer um encontro com os diretores das indústrias para encontrar a melhor solução.

(Jornal Agora, 23 e 24 de outubro de 1993).

### Pesca de camarões

A pesca de camarões em tamanho irregular influencia a pesca de peixes, já que estes se alimentam, também, de camarões. Devido à este tipo de pesca ocorre uma diminuição no número de camarões “filhotes” e, em consequência, o número de camarões adultos começa a diminuir e os peixes tendem a se tornar escassos nestas regiões. Devido a isto, os pescadores ficam prejudicados e exigem do governo a proibição da pesca de camarões em tamanho inadequado.

(Baseado em uma Reportagem exibida pela RBS TV Rio Grande)