

CADEIA ALIMENTAR: MODELOS E MODELIZAÇÕES NO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

Vera Lúcia Bahl de Oliveira

Alfredo Müllen da Paz¹

Ilse Abegg

Márcio da Silva²

Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica/UFSC

Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, SC, Brasil

oliveir@sercomtel.com.br

José de Pinho Alves Filho

Departamento de Física/UFSC

Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, SC, Brasil

jopinho@fsc.ufsc.br

Resumo

Este trabalho tem por objetivo abordar o processo de modelização no Ensino de Ciência Naturais e suas Tecnologias, mais especificamente no ensino de Biologia. Para tanto foi analisada uma situação didática desenvolvida na 4ª série do ensino fundamental sobre o tema “cadeia alimentar”. Foram utilizados neste processo de ensino os modelos e representações apresentadas nos livros didáticos das séries iniciais. Mas, para fundamentar nossa análise, utilizaremos os modelos e representações sobre cadeia alimentar apresentados em livros didáticos de diferentes séries, inclusive do nível médio e superior. Com isso pretendemos, também, analisar se os modelos e representações utilizados na situação didática em questão foram adequados ou não.

Palavras-chave: Modelos; Modelizações; Ensino de Ciências; Cadeia Alimentar.

I Introdução

O estudo de modelos e modelizações de diversos autores, Bunge (1974), Astolfi (2001), Bassanesi (1994), Martinand (1986), Pietrecola (1999), Pinheiro (1996, 2001), mostrou-nos a aplicabilidade destas teorias na área das ciências exatas, e mais especificamente na matemática. Enveredar por um estudo, envolvendo modelos e modelização de um conteúdo das ciências biológicas mostrou-se uma tarefa extremamente ousada. Principalmente, porque temos que considerar o fato dos participantes estarem em formação continuada e pela primeira vez estudando o tema modelos e modelizações no ensino de ciências. A opção pelo tema, levou em conta a formação diversificada dos autores, dois ligados ao ensino de física, um ligado ao ensino de biologia e o quarto ligado ao ensino de ciências nas séries iniciais. Utilizando-se das conceituações teóricas de modelos, enfrentamos o desafio de estudar uma seqüência programática, no caso a modelização de uma cadeia alimentar, aplicada na 4ª série do ensino fundamental de uma escola pública. A primeira questão levantada foi a constatação de que uma seqüência, como por exemplo,

¹Doutorandos

²Mestrados

capim=>caramujo=>passarinho=>gato (cadeia alimentar) como definida pelos autores é um modelo. Assumindo esta premissa, **cadeia alimentar é uma representação conceitual esquemática** de uma situação real, na qual há uma seqüência de seres vivos relacionados unidirecionalmente pelo fluxo de energia. A seguir, descrevemos a situação transcorrida em sala de aula e, finalmente, como mostraremos, observamos a adequação desta situação no processo de ensino aprendizagem.

II Modelos e modelagem no Ensino de Ciências Naturais e suas Tecnologias

As discussões do trabalho de Bunge (1974), sobre modelos e modelagem iniciam-se pela análise da *função dos modelos* na constituição do conhecimento teórico das ciências. Para ele, a capacidade de produzir conhecimento teórico é uma característica da ciência desenvolvida pelas sociedades modernas, pois nas sociedades pré-industriais, crença, opinião e conhecimento pré-teórico eram suficientes. A ciência contemporânea não é somente experiência, é sim, teoria mais experiência planejada, executada e entendida à luz de teorias.

Desta forma, o uso de *modelos simples* assumem importância e valor educacional quando tiverem como objetivos facilitar a compreensão, ou seja, que estes não se constituam em modelos que se prendam à fundamentação teórica não relevante. Como Fourez (1997) destaca – a simplificação do modelo não é considerada como um inconveniente, mas uma necessidade. Deter-se na complexidade dos modelos é essencial para a gestão científica.

Os modelos, segundo Bunge (1974), são abordados na medida em que se procura relações entre as teorias e os dados empíricos. Estes são os intermediários entre duas instâncias limítrofes do fazer científico: conceito e medidas. Ressalta que os dados empíricos apesar de bem próximos da realidade, não podem ser inseridos em sistemas lógicos e gerar conhecimento. Desta aparente dicotomia entre teórico e empírico, a modelização pode se constituir em uma instância mediadora.

Para Bunge (1974), a conquista conceitual da realidade começa com as idealizações. Isso ocorre quando, pela classificação de traços comuns, estabelece-se o "objeto-modelo" ou "modelo conceitual" de uma coisa ou *de um fato* e se atribui a ele propriedades possíveis de serem tratadas por teorias. A construção de uma teoria do objeto-modelo implica na construção, segundo Bunge, de um *modelo teórico*. Ele enfatiza também que todo modelo teórico "*é parcial e aproximativo*" (Bunge, 1974:30), uma vez que a observação, a intuição e a razão, que são componentes do trabalho científico, não podem, por si só, permitir o conhecimento do real. Entretanto, assinala que o método da modelagem e da sua comprovação mostrou-se bem sucedido na apreensão da realidade.

De maneira geral, podemos dizer que um modelo é resultado de uma reflexão sobre uma parte da realidade e da tentativa de entender e ou agir sobre ela (Bassanezi, 1994).

Na Didática das Ciências, os modelos e a modelização vem sendo abordados nos últimos anos. Martinand (*in Astolfi, 2001:103*), considera que os modelos permitem a apreensão da realidade em virtude de facilitar a representação do "escondido", pois "*substituindo as primeiras representações por variáveis, parâmetros e relações entre variáveis, fazem com que se passe a representações mais relacionais e hipotéticas*". Além disso, continua Martinand (*in Astolfi, 2001:103*), os modelos também auxiliam a pensar o "complexo", porque "*identificando e manipulando bons sistemas, permitem descrever as variáveis de estado e de interação, as relações internas entre essas variáveis, os valores de imposições exteriores*".

Para Astolfi (2001), a modelização apresenta sua utilidade na sala de aula quando o estabelecimento de uma relação causal não é suficiente para a compreensão de uma determinada explicação. O autor alega ainda que, de maneira geral, os modelos científicos são

apresentados para os alunos "*como a realidade diretamente interpretada muito mais do que representações construtivas, conscientemente reduzidas e calculáveis*" (Astolfi, 2001: 105, grifos nossos). Nesse sentido, considera que modelização na Didática das Ciências pode possibilitar que o aluno perceba e conceba o caráter arbitrário do modelo. O aluno como modelizador pode distinguir dois aspectos complementares do modelo que, necessariamente, se encontram presentes no processo de modelização: o modelo teórico e o modelo empírico. O modelo teórico está relacionado ao caráter hipotético. O modelo empírico é resultado de um tratamento de dados, tendo por base o modelo teórico.

O trabalho didático sobre a modelização pode ser complementar ao trabalho experimental diz Astolfi (2001). Fica claro que nem todos os modelos científicos se equivalem, e cada um deles faz com que atuem de forma específica três elementos em interação:

Uma figuração mais ou menos visual (maquetes, modelos de estrutura...);

Uma construção teórica substitutiva em relação aos dados empíricos;

Uma formalização matemática que permita a previsão e o cálculo.

Devemos destacar a distância entre os modelos reduzidos, construídos para descrever uma função ou organização biológica, e os modelos formalizados em forma de equações, como destaca Canguilhem in Astolfi (2001:107): "*distância que separa a analogia do homotético e da homologia*".

Visualizando desta forma, a natureza dos modelos é que indica o estado de avanço de uma ciência ou de uma teoria: vem um momento, como diz Bunge in Astolfi (2001:107), "*em que não se recorre mais aos "como se", mas em que se produzem apenas explicações literais*". Entretanto, "*ela está igualmente ligada à natureza das disciplinas, e um modelo em biologia nunca atingirá a formalização de um modelo em física*". Bunge ressalta ainda que se deve estar constantemente atento quanto as tentativas reducionistas do tipo físico-química, pois as mesmas podem levar a um quadro mecanicista das propriedades específicas do ser vivo.

Observadas estas condições, podemos dizer que cada vez mais se faz necessário o uso de modelos no ensino de ciências naturais e suas tecnologias, sejam na área de ensino de Física como na Química e Biologia, para não falar na Matemática. Para Martinand (1986), o uso de modelos possibilita ao aluno uma apreensão dos aspectos maiores da realidade seja ela natural, técnica, econômica ou social. Ainda, diz que há um duplo caráter: *hipotético* e *sistemático* que é constitutivo dos modelos que constroem as ciências e que os alunos devem, pois se apropriar.

A modelização no ensino de ciências naturais surge da necessidade de explicação que não satisfaz o simples estabelecimento de uma relação causal. Dessa forma, o professor passa a fazer uso de maquetes, esquemas, gráficos, etc. para fortalecer suas explicações de um determinado conceito, proporcionando assim, uma maior compreensão da realidade por parte dos alunos. Portanto, se para Bunge (1974) os modelos são a essência do próprio trabalho científico, concordamos com Pietrocola (1999:12) quando afirma que:

Da mesma forma **acreditamos que eles devam também o ser para o ensino de ciências**, pois ao construirmos modelos exercita-se a capacidade criativa com objetivos que transcendem o próprio universo escolar. A busca de construir não apenas modelos, mas modelos que incrementem nossas formas de construir a realidade, acrescenta uma mudança de "qualidade" ao conhecimento científico escolar (grifos nossos).

Na verdade, o que o professor busca ao fazer uso de modelos e trabalhando modelização com seus alunos, é a melhoria da qualidade do ensino de ciências. Ou seja,

melhorar a "*qualidade do conhecimento científico escolar*" ensinado, assegurando assim, uma melhor relação com o mundo em que vivemos.

Pietrocola (1999:13) nos quatro pontos abaixo mostra que modelos e o processo de modelização podem ser um meio de transformação dos conteúdos de ensino, pois:

1. se modeliza visando apreender o real;
2. todo modelo científico se traduz como um incremento à compreensão da realidade do mundo;
3. assim como na ciência, a construção de modelos é resultado de um processo criativo mediado pelos/e entre os homens pela ação da razão;
4. a sala de aula deveria conter atividades de onde se passasse de um real imediato (forjado pelo senso comum) a um real idealizado pela ciência.

Portanto, a modelização no ensino de ciências naturais e suas tecnologias mostra-se além de útil, necessário. Mas, para isso a formação inicial dos professores deve ter contemplado em seus currículos disciplinas que oportunizam aos futuros professores leituras destas teorias para potencializar mudanças significativas no ensino de CN&T.

III *Cadeia Alimentar como um modelo*

Um dos elementos fundamentais para a manutenção da vida é o alimento. Ele fornece aos organismos os componentes que participam de todos os processos bioquímicos responsáveis pela existência e pela continuidade da matéria viva.

Segundo Lopes (1999), na natureza, as plantas e outros seres clorofilados produzem, por fotossíntese, os alimentos de que necessitam e os degradam por meio da respiração para a execução das funções celulares, estes organismos são denominados autótrofos. Já os organismos que não conseguem produzir seus próprios alimentos, precisam se alimentar dos produtores (*autótrofos*) ou de outros consumidores (*heterótrofos*)³.

Esse elo alimentar entre os seres vivos pode ser facilmente observável na natureza: as plantas são consumidas pelos animais *herbívoros*, que são consumidos pelos *carnívoros*⁴. Essa seqüência onde 'um ser vivo serve de alimento para outro', pode ser modelizada no que se denomina de *cadeia alimentar*. Portanto, este modelo descreve também como ocorre a transferência de matéria e de energia entre os seres vivos numa cadeia alimentar.

Dessa maneira dos conteúdos abordados em Ecologia, a *Cadeia Alimentar* representa "***uma seqüência de organismos onde um serve de alimento para o outro, a partir do produtor***". Uma forma de representar as cadeias alimentares é ligar os nomes dos organismos com setas ou colocar cada ser vivo num nível da pirâmide de energia (figura 1).

Os modelos sugeridos para representação de uma *Cadeia Alimentar e Pirâmide Alimentar*, conforme os apresentados na figura 1, têm como propósito apresentar uma representação seqüencial linear, a partir de um vegetal, sugerindo que os animais menores são consumidos pelos maiores durante a sua alimentação para a sua sobrevivência, na pirâmide a representação dos níveis tróficos é uma representação de como a energia do alimento flui ao longo da cadeia alimentar.

³ Os seres vivos de um ecossistema podem ser divididos em **autótrofos** e **heterótrofos**. A maioria dos seres autótrofos (algas, plantas e certas bactérias) faz **fotossíntese**, captando energia luminosa do Sol e utilizando-a na fabricação de matéria orgânica. Existem, ainda, alguns poucos seres autótrofos que fazem **quimiossíntese**, como, por exemplo, certas bactérias, e obtêm energia para a vida através de reações químicas inorgânicas.

Os animais, fungos, protozoários e a maioria das bactérias são heterótrofos, isto é, necessitam obter substâncias orgânicas (alimento) a partir de outros seres vivos ou de seus produtos.

⁴ Animais herbívoros alimentam-se de plantas enquanto que os carnívoros alimentam-se de outros animais.

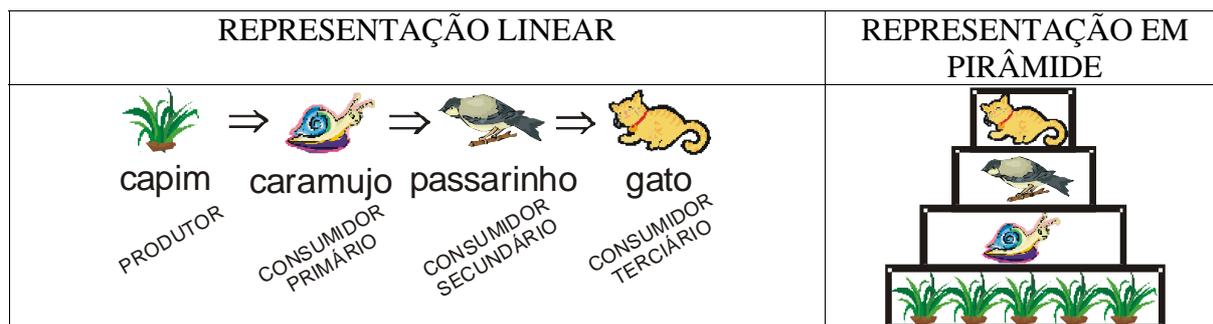


FIGURA 1 - DUAS POSSÍVEIS REPRESENTAÇÕES DE UMA CADEIA ALIMENTAR (FIGURAS SEM PROPORÇÃO DE TAMANHO ENTRE SI)

No *início* de uma cadeia alimentar como na pirâmide, é obrigatória a presença de planta clorofilada, única capaz de absorver diretamente a energia da luz e nutrientes do solo. Essa energia, no entanto, diminui à medida que passa pelos consumidores, visto que uma parte dela é utilizada para a realização dos processos vitais do próprio organismo (respiração, digestão, circulação, etc) e a outra parte é liberada na forma de calor. Portanto, os organismos que se situam em níveis mais elevados recebem menor quantidade de energia. Na transferência de energia, através de um fluxo **unidirecional**, não há reaproveitamento da energia liberada, contudo a matéria pode ser reciclada, ou seja, uma cadeia é também uma representação de um *ciclo de matéria*.

Na cadeia alimentar ou na pirâmide são representados os níveis tróficos⁵. Cada nível é constituído por organismos que desempenham um papel diferente. Os organismos que constituem a base da cadeia alimentar, ou seja, o **primeiro nível trófico** é representado pelos autótrofos por serem **produtores** de alimentos, já o **segundo nível trófico** é representado pelos **consumidores ou heterótrofos**.

Os organismos que se alimentam dos produtores são os **consumidores primários**, e os organismos que se alimentam destes, são os **consumidores secundários**; os que se alimentam dos secundários são os **consumidores terciários** e assim sucessivamente.

Alguns animais alimentam-se tanto de vegetais quanto de animais, podendo desta forma ocupar mais de um nível trófico. O homem é um exemplo, quando este se alimenta de autótrofos (vegetais) ele ocupa o segundo nível trófico (consumidor primário). Quando se alimenta de carne (boi), ocupa o terceiro nível trófico (consumidor secundário).

Ao abordar o assunto cadeia alimentar, normalmente o professor (a) inicia o conteúdo a partir de um modelo, tendo implícito a “organização” de uma seqüência de seres vivos, que se relacionam de forma natural em busca de alimento à sua sobrevivência. Segundo Bunge (1974:16), cada modelo teórico, se constitui num sistema hipotético-dedutivo que corresponde a um objeto-modelo. O objeto-modelo representa os objetos-reais e o modelo teórico o comportamento deles. Temos deste modo uma interpretação de parte da realidade, comum na Natureza, visto que os animais buscam alimentar-se de acordo com seus hábitos alimentares e sistema digestório para metabolizar seus alimentos.

Assim, no modelo da cadeia alimentar, os **primeiros** seres vivos são os **vegetais**, visto que estes, por meio da fotossíntese, conseguem fixar em sua estrutura (cloroplastos) a energia luminosa absorvida durante o dia.

No mesmo modelo, os animais aparecem após os vegetais, seguindo a indicação das *setas*, numa representação de animais que consomem outros animais, uma vez que estes não conseguem sintetizar seus alimentos; buscam desta forma, alimentos prontos.

⁵ Nível trófico – conjunto de organismos de um ecossistema com o mesmo tipo de nutrição.

Em sala, alguns professores sentem certa insegurança em abordar este assunto - a cadeia alimentar, sem conhecer o modelo do livro ou de um texto de referência. Seria interessante que a conquista conceitual começasse por idealizações, buscando traços comuns de indivíduos ostensivamente diferentes, agrupando-os em espécies, nascimento do objeto-modelo ou modelo conceitual (Bunge, 1974:13). A formação de cada modelo começa por simplificações, mas a sucessão histórica dos modelos é um progresso de complexidade (Bunge, 1974:14).

Seria interessante o professor saber que somente modelos construídos por meio da intuição e da razão e submetidos à prova da experiência foram bem sucedidos, e, sobretudo são suscetíveis de ser corrigidos segundo a necessidade (Bunge, 1974:15). A construção coletiva de uma cadeia alimentar a partir de organismos conhecidos pelos alunos se constitui numa oportunidade de experiência onde a modelização aparece como atividade criadora.

IV Situação Didática

a) Descrição

Descrevemos agora a situação didática a ser analisada, desenvolvida nas aulas de Ciências Naturais e suas Tecnologias na 4ª série do Ensino Fundamental de uma escola pública Federal de Florianópolis/SC, no ano de 2002. Atuavam nesta ocasião duas professoras (a professora regente e uma mestrande da UFSC). A situação didática a ser analisada compõem um total de 4 aulas sendo que na primeira a professora regente distribuiu diversos livros didáticos de 1ª a 4ª série e solicitou que os alunos fizessem uma pesquisa sobre Cadeia Alimentar. Em grupo os alunos localizaram nos livros o assunto e copiaram as informações para seus cadernos, formando um pequeno texto. Já na segunda e terceira aula (que são as que nos interessam, juntamente com os resultados obtidos na avaliação escrita – prova – na quarta aula), foram elaborados os planejamentos que seguem abaixo e seus respectivos relatos.

As aulas foram organizadas em três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990) que consistem em: 1) Problematização Inicial (PI), caracteriza-se por carregar um recorte temático e se apresenta sob a forma de um desafio ou problema a resolver; 2) Organização do Conhecimento (OC), este é o momento que apresentamos os conceitos envolvidos no desafio inicial sob a forma de conteúdos escolares, organizado por ordem de prioridade e de responsabilidade do professor; 3) Aplicação do Conhecimento (AC), propomos aos alunos um novo problema envolvendo os conceitos científicos trabalhados na aula, ou seja, colocamos os alunos frente a novos desafios cuja resolução requer os conhecimentos estudados na aula em questão.

Aula 1 (Tempo 45 min)

Faça uma pesquisa nos livros e escreva um texto explicando o que é uma cadeia alimentar. (atividade desenvolvida em grupo)

Aula 2 (Tempo 90 min)

Problematização Inicial -- (PI)

Escreva um exemplo de uma cadeia alimentar utilizando apenas 3 espécies de seres vivos.(atividade desenvolvida individualmente)

Organização do Conhecimento – (OC)

- a) A prof. explica as regras do jogo “Jogo da cadeia alimentar” (Costa, CHC, n° 83), montando uma tabela (tabela composta por 4 colunas indicando n° da rodada do jogo, n° de produtor, consumidor primário, consumidor secundário).
- b) Desenvolvimento do jogo conforme as orientações do texto “jogo da Cadeia” (Costa CHC n° 82)
- c) Ler e discutir o texto “A teia da vida” Costa (CH na Escola n° 82).
- d) Análise dos resultados da tabela.

Aplicação do Conhecimento – (AC)

Considerando os dados da tabela, escreva o que aconteceu com a cadeia alimentar do nosso jogo.

Relato⁶ aula 2: *Na resolução da PI todos os alunos montaram uma cadeia, mas muitos fizeram a cadeia contrária ao fluxo de energia. Por exemplo: cachorro gato rato. Fechamos esta etapa explicando a ordem hierárquica. Após explicamos as regras do jogo e fomos ao pátio para jogar. Realizamos 6 rodadas e obtivemos os dados para preenchimento da tabela.(...) Lemos o texto e destacamos as classificações de Produtor, Consumidor Primário, Secundário, Carnívoro, Herbívoro; Decompositores. Montamos uma pirâmide mostrando o fluxo de energia e analisamos a tabela concluindo que as capivaras estavam ameaçadas de extinção e conseqüentemente as onças. Encerramos mostrando a necessidade de uma alimentação variada dos carnívoros superiores.*

Aula 3 (Tempo 90 min)

Problematização Inicial -- (PI)

Escreva por que as cadeias alimentares devem começar pelas plantas.

Organização do Conhecimento – (OC)

- a) Assistir fragmentos do vídeo “cadeia alimentar” aula 34 do Telecurso2000;
- b) Ler o texto “Cadeia alimentar” (Costa, CHC n° 82) e abordar os conceitos:
 1. produção de energia (plantas e animais);
 2. fluxo de energia e ciclo de materiais (pirâmide);
 3. posição dos vegetais e animais na pirâmide (produtor, consumidor primário, consumidor secundário...)

Aplicação do Conhecimento – (AC)

Monte uma cadeia alimentar e faça a pirâmide de energia.

Relato aula 3: *... Ao fazermos a PI percebemos que poucos alunos responderam corretamente ou próximo da resposta. Assistimos ao vídeo e os alunos acharam interessante, pois além de curto aparecia desenhos para ilustrar. Ao voltarmos à sala retomamos a PI para conferir as respostas. Neste momento discutimos o processo de produção e aquisição de energia nas plantas e animais. Distribuimos o texto destacando os conceitos de Fluxo de energia e Ciclo de materiais. Após montamos uma cadeia e fizemos a distribuição na pirâmide de energia.(...) Executamos o AC sistematizando no quadro a resposta.*

Aula 4 (Tempo 90 min)

Avaliação escrita obrigatória (Prova)

⁶Todos os relatos foram elaborados pela professora mestranda que implementou as aulas juntamente com a professora regente.

(Mesmo que a avaliação tenha ocorrido processualmente nos momentos de Aplicação do Conhecimento, fizemos um dia de prova escrita obrigatória pois precisávamos cumprir com uma exigência institucional.)

b) Análise

A situação didática descrita foi analisada a luz da teoria de modelos e modelagem. Foram tomados como base os dados descritos nos planejamentos e seus respectivos relatos de implementação dos conteúdos/conceitos, juntamente com algumas respostas das questões da prova escrita aplicada pela professora e que chamaram nossa atenção.

Considerando a série de desenvolvimento da pesquisa (da 4ª série do ensino fundamental) as professoras partiram da premissa que os alunos já possuíam o que Bunge (1974) considera de objeto-modelo ou modelo conceitual, relativos ao tema em estudo. Ou seja, deveriam apresentar uma conquista conceitual, começando por idealizações, buscando traços comuns em indivíduos ostensivamente diferentes e agrupando-os em espécies. De fato, nas séries anteriores o que os alunos mais aprendem em termos de ensino de biologia são as características e a classificação ou agrupamento dos animais por espécies. Por isso, a solicitação de uma representação esquemática de uma cadeia alimentar (conforme PI aula 2), possibilitou o desenvolvimento criativo dos alunos, construindo assim uma primeira modelização para o tema. Podemos conferir no relato desta aula “*Na resolução da PI todos os alunos montaram uma cadeia, mas muitos fizeram a cadeia contrária ao fluxo de energia. Por exemplo: cachorro gato rato*”.

O interessante é que neste momento os alunos, por conhecimentos anteriores, já utilizavam as setas que representam o fluxo de energia, mesmo sem saber sua função. Ou seja, já tinham noções do modelo científico. Mas isso não era suficiente para a situação didática em desenvolvimento, pois o objetivo era ensinar “cadeia alimentar” em seus conceitos e teorias científicas envolvidos. Ou seja, que a ***cadeia alimentar é uma seqüência de organismos em que um serve de alimento para o outro, a partir do produtor***. Nesta teoria está implícito o conceito de *fluxo de energia e ciclo de materiais*.

Portanto, é neste momento que se constrói o que Bunge (1974) denomina de objeto-modelo ou modelo conceitual. Pois, um modelo conceitual começa-se por simplificações, negligenciando numerosos traços. Ainda, segundo Bunge, para apreender o real é necessário afastar-se da informação, adicionando elementos imaginários ou hipotéticos. Constituindo assim, um objeto-modelo e que este deverá ser enxertado por teorias suscetível de serem confrontadas com os fatos (Bunge, 1974:16).

Acreditamos que na aula 2 a construção de uma cadeia alimentar na forma de um jogo pelos alunos, possibilitou além da simplificação do modelo, um afastamento da informação que se queria ensinar, inclusive oportunizando aos alunos estabelecer relações com os fatos reais.

Se observarmos as PI das duas aulas descritas, é possível perceber que houve uma preocupação em trabalhar os conceitos de Fluxo de Energia e ciclo de materiais. Uma vez que as problematizações eram montar uma cadeia alimentar e explicar porque ela deveria começar pelas plantas, ou seja, pelo produtor. Isso gerou discussões e conseqüentemente, explicações das teorias científicas envolvidas. Dessa forma, o desenvolvimento das aulas planejadas possibilitou a construção de um modelo-teórico para o objeto-modelo.

Para tanto, na aula 2 como na aula 3, as professoras usaram os seguintes modelos de cadeia alimentar: ***planta capivara onça fungos e bactérias*** e/ou ***planta gafanhoto sapo cobra***, utilizando as mesmas seqüências para compor a pirâmide de energia e explicitar o ciclo de materiais. Assim como, para fazer a classificação em produtor, consumidor primário, secundário,....carnívoro, herbívoro.... Esses modelos são os mais

freqüentes nos livros didáticos, principalmente de 1^a a 4^a séries do ensino fundamental. Eles aparecem tanto em forma linear, como a descrita acima, quanto com desenhos no lugar das palavras.

Podemos concluir que pelo fato do processo de aprendizagem não ser uniforme, o uso de modelos e modelizações no ensino de ciências naturais e suas tecnologias pode potencializar o processo de ensino. Pois, é possível perceber que o uso consciente desta “ferramenta” pelo professor, possibilita uma maior compreensão e aquisição dos conceitos científicos por parte dos alunos. Fato constatado nas respostas dadas pela maioria dos alunos, na avaliação escrita.

Apenas três em uma turma de 25 não conseguiram romper com sua concepção inicial. Mesmo após o desenvolvimento das aulas esses alunos continuaram com seus modelos iniciais como verificamos nas respostas de três questões da prova, dadas por um destes alunos (anexo 1).

O que chamou atenção nestas respostas, foi o fato de que o aluno não foi incoerente em nenhum momento, ou seja, ele manteve sua concepção inicial (invertida) em todos as respostas. Ao conversarmos, ele argumentou que era correta esta seqüência porque uma planta não come uma formiga, nem uma formiga come um tamanduá, como podemos observar na resposta da questão nº 2.

Portanto, pode-se dizer que o sistema cognoscitivo de um aluno é constituído pelo conjunto de representações da realidade e dos instrumentos intelectuais que permitem que ocorra tal construção dessas representações que o mesmo possui.

V Conclusão

A aprendizagem em CN&T não deveria limitar-se a oferecer trocas de paradigmas preestabelecidos e selecionados pelo docente. Senão, que deveria tentar encontrar estratégias que facilitassem ao estudante modificar seus paradigmas, seus esquemas interpretativos, de forma autônoma, cada vez que a situação problema o desafiasse.

Assim, o uso de modelos e modelizações não como atividade meramente racional e mecânica, mas com objetivo de partir da observação e resgate das concepções dos alunos, possibilitará uma melhor compreensão dos assuntos científicos. Para tanto, é necessário que nos objetivos de ensino, sejam considerados não apenas os modelos conceituais ensinados, mas os modelos mentais construídos pelos alunos, visto que, os modelos mentais ensinados devem produzir as mesmas explicações, por exemplo, sobre uma cadeia alimentar gerada pelo modelo conceitual.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) apontam que os conceitos da Ecologia são construções teóricas e não fenômenos observáveis ou passíveis de experimentação. Dizendo que este é o caso das cadeias alimentares, do fluxo de energia, da fotossíntese, da adaptação dos seres vivos ao ambiente... Afirmando que “*não são aspectos que possam ser vistos diretamente, só podem ser interpretados, são idéias construídas com o auxílio de outras mais simples, de menor grau de abstração, que podem, ao menos parcialmente, ser objeto de investigação por meio da observação e da experimentação diretas*” (Brasil, 1997:49). Ou seja, faz-se necessário o processo de modelização destas teorias através de construção teórica substitutiva em relação aos dados empíricos e figurações visuais como maquetes ou simulações como as realizadas por nós na aula 2.

A aprendizagem significativa dos conhecimentos teóricos é indissociável de uma familiarização com os objetivos, sistemas de valores, critérios metodológicos, estratégias cognoscitivas, concepções epistemológicas que intervêm na construção de tal conhecimento.

No passado, aprendia-se ciências, pois havia a crença que através dela seria possível se

chegar a desvelar segredos da natureza. Este objetivo estaria associado à apreensão de conhecimento científico independentemente dos aspectos pragmáticos, utilitaristas e adequados a qualquer educação propedêutica. A falta de vinculação do ensino das ciências com o mundo não é algo novo. Pesquisas na área de ensino de ciências têm apontado como os conteúdos científicos são tratados pelos professores numa concepção excessivamente formal. Nela, segundo Pietrocola (1999), os alunos participam de uma espécie de jogo cujas regras e táticas só são pertinentes ao contexto escolar.

No ensino de ciências, o assunto cadeia alimentar, conforme relato da situação didática, é um assunto relativamente conhecido pelos alunos, ou seja, as crianças têm conhecimento que na Natureza os seres vivos se relacionam em função do tipo de alimento, que os organismos maiores normalmente, consomem os menores. As observações que as crianças realizam no meio e as construções que estas tecem sobre o mundo onde vivem, originam concepções que permitem a elas, muitas vezes, realizar previsões e explicar fenômenos que o cercam.

No estudo das concepções alternativas, os pesquisadores têm focalizado o conteúdo das representações dos estudantes. Um modelo é, portanto, segundo Giordan (1996), uma construção, uma estrutura que pode ser utilizada como referência, uma imagem analógica que permite materializar uma idéia ou um conceito, tornando-os, assim, diretamente assimiláveis.

Um modelo, porém, não deve servir apenas para aclarar um conjunto de elementos, mas deve auxiliar e aclarar um conjunto de elementos, como também, permitir a elaboração de previsões, e ser usado em situações diversas. É importante que o aluno compreenda que o modelo representa uma espécie de “sistema experimental in vitro”, sobre o qual se pode raciocinar, manipular, observar, mas, que este não é a realidade em si. A ciência contemporânea produz a cada momento mais e mais modelos, ex. DNA, átomo e outros assegurando uma melhor compreensão com o mundo em que vivemos.

Hoje, a melhoria no ensino de ciências naturais, para que este seja mais motivador, interessante e atenda às necessidades dos estudantes, tem sido um desafio de educadores não apenas construtivistas, mas também, de outros pesquisadores de ensino relacionados com a prática educativa.

Dessa maneira, podemos dizer que a situação didática em questão foi um momento de formação continuada para todos os professores envolvidos. Pois, foi possível observar que mesmo a professora regente não dispo de ‘conhecimentos sobre teorias de modelos e modelagem no ensino de ciências’, ela acompanhou e incorporou esta maneira de ensinar-aprender. Por outro lado, os demais professores (mestrandos e doutorandos) tiveram contato com esse conhecimento no decorrer da situação didática descrita, sendo assim iniciantes no processo.

Por fim, os modelos devem ser utilizados como recursos aproximativos e não como realidades. Como instrumentos de explicação e previsão produzidos com a intenção de uma melhor compreensão dos problemas educativos enfrentados. Nesse processo, é fundamental o papel do professor em implementar as necessárias situações de interação e em fazer construir, ou solicitar aos alunos ferramentas mais adequadas.

Reconhece-se assim, segundo Giordan (1996), a eficácia num determinado modelo na construção do saber científico, quando os alunos podem estabelecer relações, elementos esparsos de seus conhecimentos anteriores, e, sobretudo, quando ocorre a formulação de novas perguntas sobre o assunto que não ocorriam antes da introdução dos modelos.

Embora o uso de modelos ou a modelização se constituam em “instrumentos” facilitadores à compreensão dos conteúdos de ensino, estes ainda não se constituem como uma prática presente nos cursos de formação inicial de professores. Portanto, não se pode esperar que à curto prazo estes produzam efeitos significativos na aprendizagem de CN&T.

Assim, é necessário que os professores em cursos de formação ‘aprendam’ ou compreendam a necessidade de vincular e relacionar os conteúdos ensinados com situações do dia a dia do aluno. Dessa forma, o ensino de ciências naturais e suas tecnologias passará a vincular-se ao cotidiano e por consequência também à realidade do aluno. Dessa maneira, tanto a ciência como a escola, estarão mais próximos de atender seu *objetivo básico* - oferecer um ensino aos seus alunos para que estes possam entender o contexto em que vivem, continuar sua escolaridade ou mesmo poder trabalhar com um aporte de conhecimentos que os ajude a enfrentar os desafios presentes no uso de equipamentos e instrumentos do atual contexto social.

Bibliografia

- ASTOLFI, J. P. & DEVELAY, M. **A didática das ciências**. São Paulo: Papirus, 2001.
- BASSANEZI, R. **A modelagem matemática**. Dynamis, Blumenau, 1 (7), 55-83, abr/jun, 1994.
- BUNGE, M. **Teoria e realidade**. São Paulo: Perspectiva, 1974.
- COSTA, V.R. **Por dentro das cadeias alimentares**. Ciência Hoje na Escola. Disponível em <http://www.uol.com.br/cienciahoje/che/cadeia.htm> .
- COSTA, V.R. **A teia da vida**. Ciência Hoje na Escola. Disponível em <http://www.uol.com.br/cienciahoje/che/cadeia2.htm> .
- COSTA, V.R. **Jogo da Cadeia**. Ciência Hoje das Crianças, n. 82.
- DELIZOICOV, Demétrio e ANGOTTI, José André. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.
- FOUREZ, G. **Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de las enseñanza de las ciencias**. Ediciones Colihue, Buenos Aires, Argentina, 1997.
- GIORDAN, André. **As origens do saber** das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. Porto Alegre : Artes Médicas, 1996.
- LOPES, S. **Bio**. Volume Único, Editora Saraiva, São Paulo, 1999.
- MARTINAND, J.L. **Enseñanza y Aprendizaje de la Modelizacion. Enseñanza de las Ciencias**, 1986, 4 (1), 45-50.
- PIETROCOLA, M. **Construção e Realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos**. Investigações em ensino de Ciências. Vol. 4, n. 3, dezembro de 1999. Disponível on line em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>
- PINHEIRO, T. F., **Aproximação entre a Ciência do Aluno na Sala de Aula da 1ª Série do 2º Grau e a Ciência dos Cientistas: Uma Discussão**. Dissertação de Mestrado em Educação, Florianópolis, UFSC, 1996.
- PINHEIRO, T. F., e outros. **Modelização de variáveis: uma maneira de caracterizar o papel estruturador da Matemática no conhecimento científico**. In: PIETROCOLA, M. Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2001.

ANEXOS

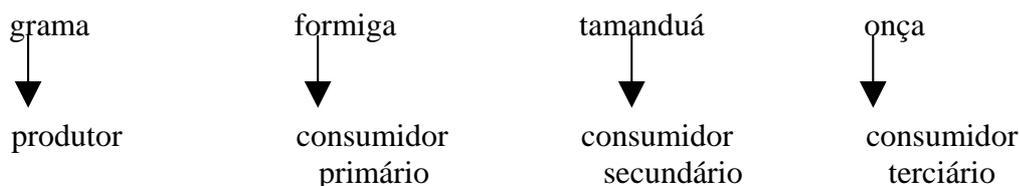
Algumas questões da avaliação escrita obrigatória (Prova)

1- O que você entende por cadeia alimentar?

Resposta: Cadeia alimentar é algo da natureza, é parecido com o ciclo vital. O maior come o menor.

2- Construa uma cadeia alimentar composta por formigas, tamanduá, grama e onça. (Não se esqueça das setas). Classifique cada ser vivo de acordo com seu papel na cadeia:

Resposta:



8- Coloque em ordem os grupos de seres vivos abaixo, formando com cada um deles uma cadeia alimentar:

a) cobra, milho, rato, gavião

Resposta: milho → rato → cobra → gavião

b) peixe, algas, foca

Resposta: algas → peixe → foca

c) capim, cobra, sapo, besouro, fungos e bactérias

Resposta: capim → fungos e bactérias → besouro → sapo → cobra

Observação: na questão nº8 as setas foram postas pela professora cabendo ao aluno apenas a tarefa de preencher os espaços entre as setas com os nomes dos seres vivos já na questão nº2 pelo aluno.