

**A UTILIZAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS NA IDENTIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA EM UMA ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA**

**(The use of concept maps in the identification of critical meaningful learning in an activity of mathematical modeling)**

**Silas Venâncio** [sylovsk@hotmail.com]

Mestrando do Programa de Mestrado e Doutorado em Educação  
para a Ciência e o Ensino de Matemática  
UEM – Universidade Estadual de Maringá

**Lilian Akemi Kato** [lilianakato@hotmail.com]

Docente do Programa de Mestrado e Doutorado em Educação  
para a Ciência e o Ensino de Matemática  
UEM – Universidade Estadual de Maringá

### **Resumo**

Este trabalho apresenta os resultados de uma investigação quanto à contribuição da Modelagem Matemática no favorecimento da Aprendizagem Significativa Crítica. O tema de estudo escolhido foi a propagação da dengue. Escolhemos a dengue por ser um assunto de domínio popular amplamente divulgado pelos meios de comunicação. A metodologia de avaliação utilizada para investigar indícios da ocorrência da Aprendizagem Significativa Crítica foi a construção, pelos estudantes, de mapas conceituais em cada etapa da atividade proposta, o que nos possibilitou algumas análises acerca da organização dos conhecimentos, relacionados ao tema de estudo, na estrutura cognitiva dos alunos. A perspectiva sócio-crítica da Modelagem Matemática foi utilizada como metodologia de ensino neste trabalho, proporcionando um ambiente de aprendizagem gerador de discussões que contribuíram tanto para a ocorrência da aprendizagem significativa dos conceitos envolvidos quanto para uma aproximação entre o conteúdo escolar e a realidade vivenciada pelos estudantes. #

**Palavras-chave:** Aprendizagem significativa, Modelagem Matemática, Mapas Conceituais.

### **Abstract**

This paper presents the results of a research on the contribution of mathematical modeling in favoring critical meaningful learning. The chosen study theme was the spread of dengue. It was selected for being a popular subject widely published by the means of communication. The method of evaluation which was used to investigate the occurrence of Critical Meaningful Learning was the construction, by the students, of concept maps in each stage of the proposed activity, which allowed us some analysis on the organization of knowledge, related to the subject of the study, in the cognitive structure of the students. The socio-critical perspective of mathematical modeling was used as a teaching methodology for this study, providing a learning environment for discussions that contributed both to the occurrence of meaningful learning of the concepts involved and to an approximation between the content taught at school and the reality experienced by the students.

**Key-words:** Meaningful learning, Mathematical Modeling, Concept Maps.

### **Introdução**

As discussões referentes ao ensino de matemática mostram-se intensificadas nos últimos anos, particularmente devido ao baixo rendimento dos estudantes nos exames de avaliação da educação básica aplicados por órgãos governamentais. Embora seja crescente o número de pesquisas voltadas para o ensino-aprendizagem desta disciplina, ainda existem muitas críticas relacionadas às diferentes formas como esses estudos são aplicados nas escolas, bem como os

resultados esperados. Algumas dessas críticas referem-se à organização dos conteúdos, à desvinculação do ensino de matemática com a realidade que o permeia e ao enfoque dado ao formalismo tradicional do ensino desta disciplina. Estas discussões nos levam a uma reflexão sobre a importância do aspecto sócio-crítico no ensino de matemática.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para a Educação Básica (PCNs 1997) indicam que além do conteúdo teórico, referente a uma determinada área do conhecimento, o professor deve proporcionar mecanismos que favoreçam a conquista da cidadania pelos estudantes. Estes objetivos levam-nos a entender que juntamente com a idéia de “conquistar a cidadania” fica subentendido também a capacidade de “se posicionar de maneira, crítica, responsável e construtiva nas diferentes situações sociais” (cf. PCNs, 1997, p. 4).

Entendemos que o ensino de matemática, além de promover uma aprendizagem significativa, deve também favorecer mecanismos para que o aluno conquiste a cidadania e se posicione de forma responsável e construtiva na sociedade; uma vez que ela oferece um instrumento lógico-matemático que constitui um argumento poderoso em discussões. Apesar dessas justificativas coerentes com a realidade atual do ensino, as pesquisas neste sentido ainda mostram-se escassas.

A educação matemática, nos últimos anos, tem se dedicado à discussão de estratégias que possam contribuir para que o ensino de matemática seja significativo e ainda proporcione os mecanismos necessários para a construção da cidadania pelo educando.

Entendemos que a modelagem matemática pode ajudar a alcançar estes objetivos de maneira satisfatória. Autores como Barbosa (2004) apontam diversos argumentos para defender a inclusão da modelagem matemática no currículo escolar (Barbosa, 2004 p. 3).

Compartilhamos com as idéias deste autor ao afirmar que a “modelagem é um ambiente de aprendizagem”, e que é apropriada para munir os alunos de mecanismos que os levem a adquirir as capacidades para desenvolver sua cidadania de maneira responsável e crítica (Barbosa, 2004 p. 3). Utilizaremos esta abordagem da modelagem matemática como ambiente de aprendizagem (Skovsmose, 2000), para possibilitar-nos uma visão flexível do uso desta ferramenta da matemática, que neste caso, está associada à problematização e a investigação, ou seja, ao ato de criar perguntas ou problemas e buscar, selecionar, organizar, manipular e refletir sobre eles.

Este ambiente favorece o desenvolvimento da perspectiva sócio-crítica da modelagem matemática no sentido de “colocar lentes críticas sobre as aplicações da matemática” (Barbosa, 2004 p. 3).

Este trabalho apresenta uma análise quanto à contribuição da modelagem matemática na construção da aprendizagem significativa crítica, nos estudantes o ensino médio, utilizando como tema questões relacionadas à doença transmitida pela fêmea do mosquito *aedes aegypti*, a dengue e suas conseqüências para o meio de convivência do aluno.

Escolhemos este assunto por sua popularidade, pela gama de informações veiculadas pela mídia, por ser uma questão importante de saúde pública e principalmente, pelo interesse demonstrado pelos alunos nas discussões sobre o tema.

A proposta inicial consistia em investigar possíveis mudanças conceituais, indicadoras da elaboração da aprendizagem significativa crítica, na compreensão do assunto, a partir das discussões desencadeadas pela modelagem matemática do fenômeno.

Este trabalho será inovador na metodologia de avaliação utilizada, fazendo-se uso dos mapas conceituais para investigar indícios da ocorrência da aprendizagem significativa crítica. Os mapas conceituais vêm se consolidando como instrumento de avaliação qualitativo, por permitir a

observação quanto à organização dos conhecimentos na estrutura cognitiva dos alunos. Em nosso caso, foi possível identificar indícios da aprendizagem significativa crítica nos mapas produzidos pelos alunos durante o desenvolvimento do trabalho.

Por fim, destacamos a relevância deste trabalho em demonstrar os mapas conceituais e a modelagem matemática como mecanismos capazes de promover e verificar o desenvolvimento da aprendizagem significativa crítica, tão necessária nos dias atuais.

## **Fundamentação Teórica**

Os referenciais teóricos que subsidiam este trabalho são: a Teoria da Aprendizagem Significativa e a visão Crítica da Teoria da Aprendizagem Significativa, a técnica de construção dos Mapas Conceituais e a Modelagem Matemática na perspectiva sócio-crítica. Apresentamos a seguir uma breve exposição destas teorias, apresentando essencialmente as características principais que nortearam esta atividade de pesquisa.

### **Aprendizagem significativa e aprendizagem significativa crítica**

A teoria da aprendizagem significativa foi idealizada por David Ausubel na década de 60 do século XX. Trata-se de uma teoria cognitiva de aprendizagem que considera as formas de incorporação da aprendizagem dos novos conhecimentos à estrutura cognitiva do aprendiz.

A teoria de Ausubel considera dois tipos de aprendizagem: a aprendizagem por descoberta e a aprendizagem por recepção (Brito, 2005, p. 74). Entende-se por aprendizagem por recepção aquela em que o professor apresenta o novo conhecimento pronto para o aprendiz. Na aprendizagem por descoberta, o aprendiz é levado à construção dos conceitos e significados presentes no conhecimento a ser aprendido. Por outro lado, a teoria da aprendizagem significativa, admite que o novo conhecimento possa ser incorporado à estrutura cognitiva do aprendiz de duas formas: mediante a aprendizagem mecânica ou a aprendizagem significativa.

A aprendizagem significativa pressupõe uma interação entre o novo conhecimento e os conceitos prévios já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Ausubel nomeia estes conhecimentos prévios por *subsunção*<sup>1</sup>.

De forma sucinta, a teoria da aprendizagem significativa considera que um dos fatores que influencia a aprendizagem significativa é a disposição do aprendiz em fazer interações substanciais entre o novo conhecimento e os elementos, relacionados a ele, já existentes em sua estrutura cognitiva.

A aprendizagem significativa crítica é uma das visões da aprendizagem significativa apresentada por Moreira (2000), que pode colaborar com a motivação necessária para o aluno aprender. Sua proposta enfatiza que “nestes tempos de mudanças rápidas e drásticas” (MOREIRA, 2006b p.1), a motivação para aprender não se dá apenas no sentido de propor estratégias e recursos didáticos e sugere que o importante também é que o aluno perceba como relevante o novo conhecimento a ser construído utilizando-o de maneira substancial (Moreira, 2000 p. 33).

A visão de aprendizagem significativa crítica é proposta por Moreira, quando enfatiza o aspecto subversivo e antropológico da aprendizagem significativa. De acordo com suas idéias, na sociedade contemporânea, não basta aprender novos conhecimentos significativamente é preciso aprendê-los criticamente, pois, ao mesmo tempo em que é preciso viver nesta sociedade e interagir com ela, também é necessário, ser crítico dela (Moreira, 2006b p.11).

---

<sup>1</sup> Subsunção é uma aproximação da palavra inglesa *subsumer*. (MOREIRA, 2006, p. 15).

Nesta abordagem assumimos como conceito de aprendizagem significativa crítica aquela que possibilitará, ao aprendiz, não apenas uma visão significativa dos conceitos aprendidos, mas também, um juízo sobre si em relação ao novo conhecimento aprendido.

Aprendizagem significativa crítica: é aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela (...). Por meio dela, poderá trabalhar com a incerteza, a relatividade, a não-causalidade, a probabilidade, a não-dicotomização das diferenças, com a idéia de que o conhecimento é construção (ou invenção) nossa, que apenas representamos o mundo e nunca o captamos diretamente (Moreira, 2000 p. 38).

Estas palavras de Moreira nos indicam o caráter antropológico da aprendizagem significativa crítica e nos remete a uma esfera sócio-cultural da aprendizagem favorecendo a tomada de consciência sobre si e sobre as atividades desenvolvidas pelo seu grupo social.

Moreira aponta também para “uma postura crítica, como estratégia de sobrevivência na sociedade contemporânea” (MOREIRA, 2000 p. 36). Esta postura vem contra algumas práticas da escola nos dias atuais, como o uso de um único mecanismo de avaliação, o ensino mediante a transmissão, a linearidade dos conhecimentos ensinados; que não permitem o desenvolvimento da criticidade dos alunos.

Como forma de encaminhamento inicial para o desenvolvimento da aprendizagem significativa crítica, Moreira propõe alguns princípios, idéias ou estratégias facilitadoras que, segundo ele, são viáveis de utilização em sala de aula e apontam para uma reflexão crítica às situações que comumente ocorrem no ensino (Moreira, 2006b p. 13).

Deduzimos, finalmente, que a aprendizagem significativa crítica evidencia, em nossos dias atuais, a importância de proporcionar ao aluno condições para a construção e reconstrução do conhecimento em uma perspectiva de criticidade, para perceber o que é relevante para sua participação efetiva em um mundo em constantes transformações.

### **Modelagem Matemática**

Nossa inquietação, diante das teorias de aprendizagem estudadas, consiste em estabelecer mecanismos que proporcionem efetivamente a aprendizagem significativa crítica na atual conjuntura de ensino. Neste sentido, muitas discussões e estudos têm sido direcionados para “métodos que forneçam elementos que desenvolvam potencialidades, propiciando ao aluno a capacidade de pensar crítica e independentemente” (Bienbemt e Hein, 2005 p. 9).

Destas discussões e estudos, propomos aqui a modelagem matemática como uma das estratégias significativas, que contribui efetivamente para a construção de uma aprendizagem significativa crítica por meio da investigação, em situações de ensino de outras áreas, que não a matemática, proporcionando, ao estudante, a aquisição de domínios interdisciplinares de conhecimentos que enfatizam tanto a importância social da matemática, quanto a habilidade de pensar e compreender a realidade.

Assim consideramos a concepção de modelagem matemática como um ambiente de aprendizagem, em consonância com as idéias de Barbosa (2004), sendo esta situação favorável ao desenvolvimento da perspectiva sócio-crítica.

A Modelagem Matemática é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade. Então, especificamente, trata-se de uma atividade que convida os alunos a discutirem matemática no contexto de situações do dia-a-dia e/ou da realidade (Barbosa, 2004 s.p.).

Na perspectiva sócio-crítica, a modelagem e o modelo matemático produzido não são em si um fim, mas um meio, para levar os alunos à aprendizagem e ao desenvolvimento do pensamento crítico. Esta perspectiva da modelagem é encontrada em outros trabalhos.

### **Mapas conceituais**

A técnica de elaboração dos mapas conceituais foi idealizada pelo professor e pesquisador norte americano Joseph D. Novak da Universidade de Cornell e seus colaboradores, com o objetivo de instrumentalizar a teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel.

Para Novak, os mapas conceituais são ferramentas para organizar e representar a estrutura dos conceitos e suas relações, e isto é possível mediante a forma de representação dos mapas, com os conceitos sendo ligados por meio de proposições, que para Novak são frases que se tornam declarações significativas.

Como uma técnica para negociar significados de conceitos, a utilização dos mapas conceituais no ensino vem se tornando uma perspectiva dominante em diversos trabalhos, sendo também consenso, entre os autores, a importância dos mapas conceituais nas situações de ensino e aprendizagem devido às suas contribuições na promoção da aprendizagem significativa.

A construção de mapas conceituais, na maneira proposta por Novak, considera como principal característica, uma estrutura hierárquica dos conceitos a serem representados. Isto contribui para o reconhecimento no mapa conceitual, da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora entre os conceitos, que são os princípios básicos da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (Tavares, 2007 p. 73).

De forma geral, os estudos sobre a técnica da construção de mapas conceituais, têm concebido estes como diagramas hierárquicos que refletem a organização conceitual de um campo do conhecimento (Moreira 2006a). Nesta perspectiva podemos construir mapas conceituais a partir de uma pergunta, um problema, um assunto ou ainda um simples texto.

Neste estudo, consideramos mapas conceituais como representações bidimensionais que demonstram uma estrutura hierárquica entre conceitos e suas relações, por se adequarem melhor a representação da aprendizagem significativa. Desta forma um mapa conceitual representará as relações e a hierarquia conceitual existente na estrutura cognitiva do seu autor.

### **Objetivos**

O objetivo central deste trabalho é averiguar indícios da ocorrência da aprendizagem significativa crítica, por estudantes do ensino médio, utilizando a modelagem matemática como estratégia de ensino, em um tema de interesse coletivo. Além de subsidiar outros professores que procuram desenvolver, na sua prática docente, atividades que proporcionem aos seus alunos condições para o desenvolvimento da aprendizagem significativa crítica.

Outro intuito decorrente é demonstrar que é possível desenvolver a aprendizagem significativa mediante estratégias de ensino e avaliação diferenciadas. Vislumbrar entre estas estratégias a modelagem matemática e os mapas conceituais como instrumentos facilitadores da aprendizagem significativa crítica.

Neste sentido, apresenta-se a modelagem matemática como um ambiente de aprendizagem que favorece a elaboração da aprendizagem significativa crítica, aproximando-a das reais possibilidades de aplicação no processo de ensino, e os mapas conceituais como um instrumento de avaliação qualitativo, como mecanismo adequado para verificação da aprendizagem significativa e como representação externa da organização dos conhecimentos na estrutura cognitiva do aprendiz.

## Metodologia

Este trabalho apresenta os resultados de uma atividade de ensino desenvolvida com uma turma, de trinta alunos, do primeiro ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Paranavaí estado do Paraná, considerada como uma das melhores escolas de seu núcleo de educação.

O tema escolhido pelo grupo para discussão, a dengue, despertou interesse pelas constantes discussões e campanhas de conscientização amplamente divulgadas pela mídia.

A atividade foi realizada em cinco etapas, que denominaremos aqui por momentos de interação professor-aluno. Cada momento foi desenvolvido no tempo equivalente a uma aula de cinquenta minutos, nos dias e horários que o professor pesquisador tinha aulas com esta turma, da seguinte forma: o primeiro momento em uma segunda-feira na terceira aula, o segundo e terceiro momento na primeira e segunda aula do dia seguinte (terça-feira), e o quarto e o quinto momento ocorreram na primeira e segunda aula da terça-feira da semana seguinte, totalizando cinco aulas para a conclusão do projeto.

No primeiro momento, a atividade iniciou com a produção de um texto livre abordando a questão: “O que você sabe sobre a dengue?”. Na produção desse texto não houve qualquer interferência do professor.

Apesar das dificuldades apresentadas na elaboração do texto, foi possível detectar, um núcleo comum de conhecimentos superficiais sobre a dengue, que essencialmente referiam-se às informações mais comumente transmitidas pelos meios de comunicação. De maneira geral os textos resumiam-se em dizer que a dengue é uma doença transmitida por um mosquito, que se reproduz em água limpa e parada, por isso a melhor prevenção é evitar o acúmulo de água.

Embora este núcleo comum de informações tenha aparecido na maioria dos textos, nenhum dos alunos afirmou que é a fêmea do mosquito, que quando infectada, pica o homem transmitindo o vírus, e muitos confundiam o mosquito com a doença, como pode ser observado no texto da Aluna 28, anexo 1.

A forma de transmissão da doença também não está clara nos textos: “... ela é passada para a pessoa em forma de picada onde injeta seu veneno...” (Fala do Aluno 18).

O segundo momento iniciou com a apresentação de um texto informativo, do programa Rio Contra a Dengue, que destaca a preocupação da sociedade e da administração pública daquela cidade, com relação à proliferação dos focos da dengue, e uma reportagem gravada em vídeo apresentada pelo Programa Domingo Espetacular da Rede Record no dia 30 de Março de 2008, que também retratava a importância do assunto.

Esta apresentação fomentou uma ampla discussão entre alunos e o professor, que utilizou, para sanar as dúvidas, uma cartilha da Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo, contendo as principais informações sobre o mosquito, seu ciclo de vida, a forma de transmissão da doença, os sintomas e os cuidados necessários para prevenir a doença, além de outras informações fornecidas pela Vigilância Sanitária da cidade.

Esgotadas as discussões, passamos ao terceiro momento da atividade convidando os alunos a construir um mapa conceitual que respondesse à mesma questão: “O que você sabe sobre a dengue?”. Nosso objetivo era que os alunos, espontaneamente, apresentassem as relações que tivessem algum significado para eles. Para tanto não foram apresentados conceitos para a construção desses mapas, deixando os alunos decidirem quais e quantos conceitos deveriam constar nos seus mapas. Classificaremos estes primeiros mapas construídos pelos alunos de mapas “A”.

Devemos esclarecer aqui que estes alunos já tinham sido iniciados anteriormente na técnica de construção de mapas conceituais em duas atividades preparadas para este fim nas aulas que antecederam o desenvolvimento deste trabalho.

Alguns alunos tiveram dificuldades para escolher as palavras de ligação a serem utilizadas para explicar as relações entre os conceitos, esta dificuldade é também citada por Novak (Novak & Cañas, 2003 p. 3) e já era esperada por nós. No entanto deve-se destacar que quanto à estrutura dos mapas apresentados, apenas um aluno construiu o mapa de forma linear, ou seja, sem hierarquia entre os conceitos mapeados, todos os outros mapas apresentaram uma hierarquia de conceitos.

Uma análise imediata desses mapas causou-nos grande surpresa, pois, em apenas dois casos, não percebemos avanço na compreensão, apresentada no texto inicial, em relação a representada no mapa. Isto pôde ser verificado na comparação, por exemplo, de um texto constituído por cinco linhas com seu respectivo mapa hierárquico, elaborado pelo mesmo aluno, contendo mais de vinte conceitos com uma progressiva diferenciação entre eles e ainda com ligações cruzadas.

Devemos destacar aqui o aparecimento, nos mapas, de idéias que tinham sido pouco observadas nos textos como a diferenciação entre mosquitos machos e fêmeas, a apresentação da fêmea como transmissora do vírus, a associação da doença ao vírus, a diferenciação entre mosquito infectado e não-infectado e a relação entre pessoa infectada que transmite o vírus para o mosquito não-infectado. Um exemplo destas idéias está no mapa apresentado no anexo 2.

Alguns mapas apontaram algumas relações quantitativas relacionadas às vítimas e à quantidade de ovos, no entanto ainda não houve uma demonstração explícita quanto a um entendimento mais significativo destes dados.

O quarto momento desta atividade estava relacionado com a seguinte questão: “Será possível estimar a dinâmica de reprodução das fêmeas do mosquito *aedes aegypti*?” Para tanto elaboramos um texto que apresenta dados relativos ao ciclo de vida e reprodução do mosquito, retirados de pesquisas científicas e manuais de divulgação desta doença, para a construção de um modelo matemático deste fenômeno. A princípio, antes da leitura do texto, os alunos achavam que tal modelo era impossível revelando que eles não tinham idéia de como poderia ser feita esta estimativa. “... há... como é que vai conta os mosquitos?” (Fala do aluno 01).

Por meio de indagações fomos conduzindo os alunos para a re-construção de um modelo já conhecido na literatura, usado para estudar a dinâmica populacional de insetos e demonstrado por Edelstein (Edelstein-Keshet, 1987 p. 7-8). Junto com os alunos fizemos as simplificações necessárias e concluímos que deveríamos estimar a quantidade de fêmeas por geração de mosquitos, e então escolhemos as variáveis para representar os parâmetros e depois de outras simplificações propostas pelos alunos, orientados por nós, reconstruímos o modelo em que  $a_n$  indica o número de fêmeas adultas na geração  $n$ , e  $a_{n-1}$ , o número de fêmeas da geração anterior:

$$a_n = a_{n-1}.54 - a_{n-1}$$

Esta equação revela que para encontrar a quantidade de fêmeas em cada geração bastava conhecer quantas fêmeas existiam na geração anterior. Discutimos também com os alunos que este modelo pode ser utilizado para estimar a quantidade de fêmeas do mosquito em condições ideais de alimento, reprodução, temperatura, chuva, eclosão e quiescência dos ovos e ausência de predadores ou interferência humana.

Propusemos aos alunos uma atividade em que eles escolhessem uma quantidade de fêmeas para a geração inicial e, a partir desta, construíssem uma tabela para várias gerações. Sugerimos

também, que a partir desta tabela, eles construísssem um gráfico que representasse a quantidade de fêmeas em cada geração.

No último momento de nossa interação com os alunos propusemos a eles a construção de outro mapa conceitual que chamaremos mapas “B”.

Nosso objetivo com este segundo mapa era investigar a influência que a construção e o trabalho com o modelo causaram na compreensão dos alunos quanto às questões relacionadas à dengue, para isto analisamos os mapas “B” e comparamos com os mapas “A”, aluno por aluno.

Neste segundo mapa percebemos a preocupação dos alunos em relacionar números referentes às quantidades: de ovos, de pessoas que podem ser picadas, de machos em relação às fêmeas, isto foi comum em quase todos os mapas.

Os mapas “B” apresentaram novos conceitos como epidemia, crescimento exagerado, crescimento populacional, proliferação, alta vitalidade (ver anexo 3) e algumas relações interessantes como dizimar uma população e lotar os hospitais. Dentre estas relações interessantes, queremos destacar o mapa do aluno 15 que faz várias contas e concluiu que em 175 dias haveria fêmeas suficientes para picar a população inteira do Brasil (aluno 15).

### Resultados

Apresentamos aqui alguns resultados quantitativos quanto aos materiais produzidos pelos alunos durante o desenvolvimento do trabalho. Esclarecemos que farão parte das nossas análises apenas dezenove alunos que produziram as três atividades propostas, devido ao fato de ser realizadas em três dias diferentes.

Quanto à análise da primeira atividade, nos ateremos a classificá-los como contendo conteúdo apropriado ou conteúdo equivocado. Por conteúdo apropriado entendemos aqueles textos que apresentam informações corretas do ponto de vista científico sobre a doença e, como conteúdo equivocado, entendemos aquelas informações incorretas, ou equívocos conceituais em relação à doença. Com base neste princípio podemos afirmar que em dez dos dezenove textos encontramos informações incorretas ou incompreensões dos conceitos relacionados à doença.

A análise dos mapas conceituais foi realizada segundo os seguintes princípios da aprendizagem significativa: a hierarquização dos conceitos, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Este tipo de avaliação, para os mapas, é proposto por Peña (2005), que também sugere uma análise quanto às proposições existentes nos mapas (PEÑA, 2005 p.128-132).

Como hierarquização dos conceitos, consideramos se o aluno dispôs em seu mapa os conceitos por nível de importância ou generalização, ou seja, os menos gerais e específicos subordinando os mais gerais e includentes; como diferenciação progressiva, consideramos se o aluno em seu mapa conseguiu distinguir conceitos de importâncias diferentes em níveis diferentes ou conceitos de igual importância em níveis iguais e por reconciliação integradora, consideramos se apareceram, nos mapas dos alunos, ligações cruzadas, ligações entre conceitos de diferentes níveis, de preferência de um nível inferior a um nível superior.

Com base nestas especificações construímos a tabela de análise para os mapas.

**Tabela 1** – Classificação dos mapas quanto aos princípios da aprendizagem significativa.

	MAPAS “A”		MAPAS “B”	
	Possui	Não possui	Possui	Não possui
Hierarquização dos conceitos	17	2	19	-

Diferenciação progressiva	13	6	16	3
Reconciliação Integradora	7	12	7	12

Uma observação interessante apresentada pela classificação dos mapas é que quanto ao princípio da reconciliação integradora não houve mudança entre os mapas “A” e “B”, ou seja, os alunos que não tinham conseguido fazer ligações cruzadas, entre conceitos de níveis diferentes, no primeiro mapa, também não conseguiram fazer no segundo. Alguns mapas melhoraram sua estrutura hierárquica e outros melhoraram a diferenciação dos conceitos.

Outra análise foi quanto ao tipo de frases que os alunos usaram para representar as relações, ou seja, as proposições. Procuramos nos mapas proposições que indicassem declarações significativas entre os conceitos e não apenas frases simples sem significado. Desta análise percebemos que quatorze dos mapas “A”, possuíam proposições significativas, já nos mapas “B” este número foi de quinze.

## Conclusões

As manifestações sócio-culturais, instruídas pelos estudantes, decorrentes da construção da aprendizagem significativa crítica, poderão ser detectadas em longo prazo, no decorrer de suas vidas e refletirão nas intervenções no seu meio de convívio, fruto da construção de uma consciência acerca de seu papel como cidadão.

No entanto, foi possível evidenciar nos mapas conceituais apresentados pelos estudantes, nesta atividade, alguns indícios que revelam a aprendizagem significativa crítica ou que apontam para uma mudança de postura quanto ao reconhecimento da sua realidade, posicionando-se como crítico de sua cultura.

A produção de um texto livre sobre seus conhecimentos prévios do tema apontou uma preocupação em relação ao assunto, porém não fundamentada em argumentos científicos, mas essencialmente pelas informações veiculadas pela mídia, e indicou também, que esses conhecimentos prévios foram construídos considerando-os como meros receptadores dessas informações, uma vez que o conhecimento foi recebido sem necessidade de descobri-lo.

A aula informativa (texto e vídeo) e as discussões decorrentes desta favoreceram a percepção e representação do problema. Segundo Moreira (Moreira, 2005 p. 23) a percepção daquilo que o aluno recebe está principalmente associado às suas percepções prévias. Isso ficou bastante evidenciado na construção dos mapas “A”.

Os mapas mostram explícita (palavras de ligação e conceitos utilizados) ou implicitamente (ligações cruzadas e hierarquia), um modelo de como os alunos vêem a situação e apontam que esta visão está muito relacionada com a interação pessoal deles com o problema. Segundo Moreira, é neste momento que a interação e os questionamentos provocados pelo professor, corroboram para a facilitação da aprendizagem significativa crítica.

Um dos princípios para a facilitação da aprendizagem significativa crítica, aponta que “a linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas nossas tentativas de perceber a realidade” (Moreira, 2005 p. 26). Neste sentido, a linguagem é uma ferramenta essencial por meio da qual a compreensão de um conhecimento pode ser percebida.

Este princípio foi amplamente considerado nesta atividade, principalmente por entendermos, assim como Moreira, que “aprender um conteúdo de maneira significativa é aprender

sua linguagem, não só palavras – outros signos, instrumentos e procedimentos (...)” (Moreira, 2005 p. 27).

Destacamos aqui que a modelagem matemática exibiu mais uma forma de linguagem para representar o problema o que, conseqüentemente, contribuiu para a aprendizagem significativa crítica, ao considerarmos como um material potencialmente significativo.

Os mapas conceituais elaborados pelos estudantes nesta atividade apontaram circunstâncias que indicam a transformação do significado lógico-matemático, descrito no modelo para a dinâmica populacional da fêmea do mosquito, em significado psicológico, que Ausubel denomina de assimilação e que constitui qualquer corpo de conhecimento.

## Referências

BARBOSA, J. C. (2004) *A "contextualização" e a Modelagem na educação matemática do ensino médio*. In ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8, 2004, Recife. *Anais...* Recife: SBEM. 1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_. (2001) *Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico*. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24, 2001, Caxambu. *Anais...* Caxambu: ANPED. 1 CDROM.

\_\_\_\_\_. (2004) *Modelagem: O que? Por quê? Como? Veritati*, n. 4 p. 73-80.

BIEMBENGUT, Maria S. & HEIN, Nelson. (2005) *Modelagem Matemática no Ensino*. 4 ed. São Paulo: Contexto. 127 p.

BRASIL, (1997) Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: matemática / Secretaria de Educação Fundamental*. Brasília: MEC/SEF. 142 p.

BRITO, Márcia R. F. de, (Org.) (2005) *Psicologia da Educação Matemática teoria e prática*, Florianópolis: Insular, 280 p.

EDELSTEIN-KESHET, Leah, (1987) *Mathematical models in biology*. Berkhäuser mathematical series, 587 p.

MOREIRA, Marco A. (2006a ) *A teoria da aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 186 p.

\_\_\_\_\_. (2000) *Aprendizagem significativa crítica*. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche).

\_\_\_\_\_. (2005) *Aprendizagem significativa crítica*. Porto Alegre: 47 p.

\_\_\_\_\_. (2006b) *Aprendizagem Significativa; da visão clássica a visão crítica*. Atas do V ENCONTRO INTERNACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, Madrid, Espanha.

NOVAK, Joseph D, & CAÑAS, Alberto J. (2003) *The theory underlying concept maps and how to construct them*. [on line]. Disponível em: <<http://cmap.coginst.uwf.edu>>. Acesso em: 7 Maio 2008.

PEÑA, Antonio A. *et al.* (2005) *Mapas conceituais: uma técnica para aprender*. São Paulo: Loyola, 238 p.

SKOVSMOSE, O. (2000) *Cenários de investigação*. *Bolema – Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro (SP), n. 14, p. 66-91.

TAVARES, R. (2007) *Construindo mapas conceituais*. *Ciência & Cognição*, v. 12, p. 72-85.

## ANEXO I

### Texto da Aluna 28

A Dengue é uma doença muito perigosa. Os sintomas são:

- \* Dor de cabeça.
- \* dor atrás dos olhos.
- \* dor nas costas.
- \* tosse.
- \* febre.

É uma larva que se adapta em água parada e leva alguns dias para se reproduzir. É um mosquito adulto pode desovar muitos ovos na água. Para resolver o problema para que não haja mais mosquitos é bom deixar garrafas com a boca para baixo, colocar terra nos pratinhos das plantas, e sempre virar pneus. A dengue pode pegar várias vezes de formas diferentes e ela pode trazer a morte.

Hoje, em todo lugar a dengue pode estar até mesmo dentro da sua própria casa, e se houver os sintomas o certo é procurar uma ajuda médica antes de tomar qualquer remédio. O mosquito da dengue ele é preto com listras brancas. Ele pode picar várias pessoas em um único dia, ele é muito perigoso. Mas depende só das pessoas para evitar

