

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

VENANCIO, Silas – SEED - PR
sylovsk@hotmail.com

Formação de Professores - Educação: Teorias, Metodologias e Práticas
Não contou com financiamento

Resumo

Este trabalho apresenta os resultados de uma investigação quanto à contribuição da modelagem matemática no favorecimento da aprendizagem significativa e os mapas conceituais como mecanismos verificadores desta aprendizagem. O tema de estudo escolhido foi a proliferação da fêmea do mosquito transmissor da dengue. Escolhemos a dengue por ser um assunto de domínio popular e amplamente divulgado pelos meios de comunicação nas campanhas de conscientização. Este trabalho é inovador na metodologia de avaliação utilizada, fazendo uso dos mapas conceituais para investigar indícios da ocorrência da aprendizagem significativa nos alunos. O objetivo central é demonstrar possibilidades de desenvolver nos alunos, em atividades de sala de aula, a construção da aprendizagem significativa e a construção de significado nos alunos. Dois objetivos que decorrem deste são o de apresentar a modelagem matemática como um material metodológico significativo capaz de desencadear a aprendizagem significativa e, o objetivo de apresentar um novo mecanismo de avaliação para a verificação da aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa a que nos referimos vai além da atribuição de significado, pelo aluno ao novo conhecimento aprendido, ela pressupõe que este aluno, depois de aprender significativamente, possa atribuir significado ao conteúdo aprendido. A perspectiva sócio-crítica da modelagem matemática foi utilizada como metodologia de ensino neste trabalho, proporcionando um ambiente de aprendizagem gerador de discussões que conduziram à aprendizagem significativa dos conceitos envolvidos e a atribuição de significado para esses conceitos. Por fim apresentamos resultados animadores quando a atribuição de significado pelos alunos e a elaboração de significado quanto às questões que envolvem a dengue.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa; Modelagem Matemática; Mapas Conceituais.

Introdução

As críticas em relação à qualidade do ensino de matemática e as dificuldades vivenciadas pelos professores no ensino desta disciplina têm levado os educadores ligados à Educação Matemática, a pesquisar e discutir novos caminhos para seu ensino. Isto também é o que sugere o texto dos PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais, que quando trata da relação saber, professor e aluno, “indica alguns caminhos para fazê-lo matemática em sala de

aula” (BRASIL, 1997, p. 15). Estas discussões, geradas pelas críticas ao ensino da matemática suas causas e conseqüências, têm consolidado estes novos caminhos no que hoje conhecemos por Tendências em Educação Matemática.

Dentre estas críticas, ao ensino de matemática, uma das que incomoda os educadores matemáticos – por estar ligada ao dia-a-dia de sala de aula – é a que diz respeito à desvinculação do ensino de matemática com a realidade do aluno e a falta de significado, para os alunos, dos conteúdos matemáticos ensinados, em outras palavras, o que conhecemos por “encasulamento” dos conteúdos. È destas e de outras discussões que surge o objetivo primordial das Tendências em Educação Matemática, o de atribuir significado aos conteúdos matemáticos ensinados, motivando os alunos e facilitando a aprendizagem.

Este trabalho apresenta uma análise quanto à contribuição da modelagem matemática na construção da aprendizagem significativa, utilizando como tema questões relacionadas à doença transmitida pela fêmea do mosquito *aedes aegypti*, a dengue.

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

O objetivo central deste trabalho é averiguar a construção de uma aprendizagem significativa utilizando a modelagem matemática em um tema de interesse coletivo, além de subsidiar outros professores que procuram desenvolver, na sua prática docente, atividades que proporcionem aos seus alunos a aprendizagem significativa.

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. Este trabalho também será inovador na metodologia de avaliação utilizada, fazendo-se uso dos mapas conceituais para investigar indícios da ocorrência da aprendizagem significativa.

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 nos mapas produzidos pelos alunos durante o desenvolvimento do trabalho.

Por fim, ressaltamos 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 tão necessária nos dias atuais.

Aprendizagem Significativa

A teoria da aprendizagem significativa foi idealizada por D. 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, (Org.) 2005, p. 74). Entende-se por aprendizagem por recepção aquela em que o professor apresenta o novo conhecimento pronto para o aprendiz, com todas as definições, propriedades e inclusive seus significados já esclarecidos. Na aprendizagem por descoberta, o aprendiz é levado à construção dos conceitos e significados presentes no conhecimento a ser aprendido.

Por outro lado, o novo conhecimento pode ser incorporado à estrutura cognitiva do aprendiz de duas formas: mediante a aprendizagem mecânica ou a aprendizagem significativa. Na aprendizagem mecânica os novos conhecimentos são adicionados aos já existentes na estrutura cognitiva, não havendo interação entre eles, mais sim, um simples armazenamento de mais um grupo de informações sem a preocupação com a elaboração de significados.

Esta incorporação, segundo Ausubel, pressupõe uma interação entre o novo conhecimento e os conceitos prévios já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Ausubel nomeia estes conhecimentos prévios por “subsunçor”. Os subsunçores são conceitos, idéias, informações, conhecimentos ou proposições existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, que servem de base para a ancoragem dos novos conhecimentos.

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.

Essa interação deve resultar uma reorganização que possibilita um novo conhecimento. Nesta reorganização podem ocorrer mudanças na estrutura dos conhecimentos já existentes e neles próprios, delineando novas relações na estrutura cognitiva do aprendiz, que vão resultar em atribuições de significados aos novos conhecimentos incorporados.

Modelagem matemática

A educação matemática tem encabeçado debates que procuram novas estratégias para o ensino de matemática. Nesse sentido, autores têm ressaltado a importância de estudos direcionados para “métodos que forneçam elementos que desenvolvam potencialidades, propiciando ao aluno a capacidade de pensar crítica e independentemente” (BIENBEMGUT e HEIN, 2005 p. 9).

A modelagem como uma estratégia de ensino-aprendizagem, tem como característica partir sempre de uma situação-problema da realidade e sobre ela desenvolver questionamentos que levem o aluno a uma atitude de investigação e do uso de seus conhecimentos matemáticos para resolver as questões propostas. Conforme (BASSANEZI, 1994. *apud* BARBOSA, 2004 p. 74), pode-se observar cinco argumentos favoráveis e que justificam positivamente a inclusão da modelagem matemática no currículo: “motivação, facilitação da aprendizagem, preparação para utilizar a matemática em diferentes áreas, desenvolvimento de habilidades gerais de exploração e compreensão do papel sócio-cultural da matemática”. Entretanto estes mesmos argumentos podem ser usados para balizar a modelagem como uma estratégia facilitadora do processo de ensino-aprendizagem.

Uma segunda proposta da modelagem matemática no ensino é deslocar a modelagem da posição de simples estratégia e valorizar também o modelo matemático elaborado pelos alunos, quando ele apresenta-o em sua solução para a situação proposta. Isso não quer dizer que o modelo será adequado ou não, para retratar fielmente o fenômeno estudado, mas servirá bem, para uma avaliação da evolução dos conhecimentos do aluno sobre a situação proposta e sobre os conteúdos matemáticos envolvidos.

Com isto em mente, propomos aqui a modelagem matemática como uma das estratégias significativas que contribui efetivamente para a construção de uma aprendizagem por meio de 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 à habilidade de pensar, compreender e posicionar-se frente a sua realidade.

Apesar de entendermos a modelagem matemática como uma estratégia de ensino, assumiremos para esta investigação a concepção de modelagem matemática como um ambiente de aprendizagem, evocando as idéias de ambientes de aprendizagem proposta por Skovsmose (SKOVSMOSE, 2000) e em consonância com as idéias de Barbosa:

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, 2001 p. 6).

Barbosa também esclarece em um de seus textos que é possível três casos de interação professor-aluno nas atividades propostas pelo ambiente da modelagem. Estes casos são delimitados pelas tarefas que cabem a cada um dos atores (professor e aluno), no desenvolvimento da atividade com modelagem. Em cada caso a atividade vai avançando de uma simples atividade isolada até uma atividade de investigação em longo prazo (BARBOSA, 2001, p. 9)

Esta organização, dada por Barbosa, propõe que a responsabilidade do professor seja compartilhada gradualmente com o aluno e isto nos remete a uma flexibilidade para o uso da modelagem matemática como uma estratégia de ensino em situações escolares.

É importante esclarecer que estamos tomando a modelagem matemática em sua visão sócio-crítica, por entendermos que o ensino de matemática, como de outras disciplinas, deve proporcionar no aluno um momento de reflexão em que suas concepções anteriores sejam reavaliadas e submetidas ao novo conhecimento aprendido.

De acordo com Skovsmose a “matemática não só cria formas de tratamento e descreve os problemas, ela também se torna uma das principais fontes para a reconstrução da realidade” (SKOVSMOSE, 1994, p. 52, *apud* ARAÚJO, 2008, p. 2). Quando faz esta afirmação, Skovsmose defende que a matemática formata a realidade e esse poder de formatação da matemática segundo esta idéia, parte da realidade e é projetada por meio de modelos matemáticos.

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 da área, 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 integrativa 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, 2006). 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.

Desenvolvimento

Realizamos esta atividade em uma turma de trinta alunos do primeiro ano do ensino médio de um colégio estadual no município de Paranaíba – PR. Escolhemos esta turma por não ser numerosa e pela característica de serem bons alunos na opinião de seus professores. Usaremos a ordem numérica do livro de registro de classe para identificar os alunos e assim preservar a identidade deles.

A atividade foi realizada em três etapas, que denominaremos aqui por momentos de interação professor-aluno, sendo que a ocorrência dessas etapas dependeu dos dias em que o professor pesquisador tinha aulas nesta turma e o tempo de duração de cada aula.

No primeiro momento, a atividade iniciou pela solicitação de um texto que abordasse a seguinte questão: “O que você sabe sobre a dengue?”. Preocupamo-nos em interferir o mínimo possível na elaboração do texto, sem responder as perguntas dos alunos, ressaltando

ainda que o texto deveria conter somente aquilo que eles soubessem sobre o assunto sem consultar colegas ou o professor.

Esta atividade revelou que os alunos não estão acostumados a escrever sobre um assunto e alguns deles tiveram dificuldades em selecionar informações para elaborarem os textos e a maioria deles apresentou falta de domínio da língua escrita.

No entanto foi possível detectar, pela leitura dos textos apresentados, um núcleo comum de conhecimentos superficiais sobre a dengue, que essencialmente referem-se às informações transmitidas pelos meios de comunicações. De maneira geral os textos se resumem 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, houve também, em alguns textos, incompreensões e equívocos, como o de relacionar à dengue como sendo o mosquito. Nenhum dos alunos afirmou em seu texto que é a fêmea do mosquito que quando infectada pica o homem transmitindo o vírus, na verdade, em nenhum texto houve a idéia de vírus da doença e apenas um texto apresentou uma diferenciação entre mosquito infectado e mosquito não infectado. A forma de transmissão da doença também não esta clara nos textos: "... ela é passada para a pessoa em forma de picada onde injeta seu veneno..." (texto do aluno 18).

Em contra partida, outros alunos tentaram fazer algumas referências, ao ciclo de vida do mosquito (aluno 28), ao fato da doença se espalhar rápido (aluno 15 e 26) e timidamente, apontar que esta é uma questão preocupante à sociedade (aluno 19).

O segundo momento iniciou com a apresentação de um texto informativo, do programa Rio Contra a Dengue, que ressalta a preocupação da sociedade e da administração 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 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 se prevenir a doença, para sanar as dúvidas, além de outras informações fornecidas pela Vigilância Sanitária da cidade.

Esgotadas as discussões, convidamos os alunos a construir um mapa conceitual que respondesse à questão: “O que você sabe sobre a dengue?”. Da mesma forma que na elaboração do texto, instruímos os alunos que fizessem somente as representações que soubessem e não influenciámos nem mencionámos palavras que deveriam conter nos mapas. Nosso objetivo era que os alunos espontaneamente fizessem as relações que para eles fossem importantes e significativas. 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

No momento da construção destes mapas houve algumas reclamações, dos alunos, pelo fato de não informámos quais eram os conceitos que deviam estar contidos no mapa, no entanto, agimos assim para preservar o caráter espontâneo e criativo individual de cada aluno. Outra reclamação apresentada pelos alunos foi quanto à dificuldade de encontrar as palavras de ligação 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.

Quanto à estrutura dos mapas, construídos pelos alunos, ressaltamos que 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, apesar de dois mapas não serem do tipo hierárquico.

Uma análise imediata desses mapas, produzidos pelos alunos, causou-nos grande surpresa, pois, apenas em dois casos, não percebemos avanço na compreensão, apresentada no texto inicial em relação à representada no mapa. Em contra partida, um avanço na compreensão como 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 20 conceitos com uma progressiva diferenciação entre eles e ainda com ligações cruzadas.

Apesar de alguns mapas ainda apresentarem conceitos equivocados já apresentados no texto inicial, mais da metade apresentaram relações significativas entre os conceitos. Os conceitos presentes nos mapas eram os mesmos em sua maioria, exceto alguns alunos que mapearam mais de 20 palavras relacionadas à dengue.

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.

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

No terceiro momento desta atividade direcionamos a discussão com os alunos para a elaboração do modelo matemático, para isso propomos a seguinte questão: “Será possível estimar a quantidade de fêmeas do mosquito *aedes aegypti*”? Para dar subsídios a discussão dos alunos entre si, entregamos-lhes um texto pré-elaborado por nós, que apresenta dados matemáticos relativos ao ciclo de vida e reprodução do mosquito, retirados de pesquisas científicas e manuais de divulgação desta doença.

Por meio de indagações fomos conduzindo os alunos para a re-elaboração de um modelo já conhecido por nós, usado para estudar a dinâmica populacional de vários tipos de insetos, que é demonstrado por Edelstein (EDELSTEIN-KESHET, 1987 p. 7-8).

A primeira idéia inicial que surgiu das nossas indagações foi que precisaríamos de um marco inicial em que soubéssemos a quantidade de fêmeas existentes, para descobirmos quantos ovos poderiam existir. Desta idéia aperfeiçoamos a divisão do tempo em gerações de mosquitos e quando perguntamos “como podemos saber quantos mosquitos existirão na geração seguinte?” Um aluno espontaneamente anunciou: “é só multiplicar por quantos ovos cada uma bota” (fala do aluno 15), então deliberamos sobre as letras que representaria cada um destes valores e concluímos a primeira parte que ficou assim:

$$p_n = a_{n-1} \cdot f$$

Em que:

p_n → número médio de ovos postados na geração n .

a_{n-1} → número de fêmeas adultas na geração anterior.

f → número médio de ovos produzido por uma fêmea adulta em toda a sua vida.

Então perguntamos depois que os alunos já estavam conformados, “mais será que todos os ovos que são postos chegam a se tornar mosquitos?” E os alunos depois de

consultarem nosso texto perceberam que era necessário descontar os ovos que não se tornam mosquitos adultos e indicamos a quantidade de fêmeas por:

$$a_n = a_{n-1} \cdot f \cdot (1 - m)$$

Agora em nossa fórmula, m representa a taxa média de ovos que não chegam a tornarem-se mosquitos adultos.

Estava tudo tranqüilo quando desestabilizamos os alunos com outra pergunta, “todos os ovos que as fêmeas do mosquito põem são fêmeas?” da resposta negativa dos alunos e com a nova pesquisa em nosso texto saiu mais um parâmetro que compôs a fórmula final.

$$a_n = a_{n-1} \cdot f \cdot r \cdot (1 - m)$$

Em que r representa a porcentagem de fêmeas adultas em uma população.

Convidamos os alunos a substituir na equação os números referentes a cada parâmetro que eles tinham no texto para o mosquito *aedes aegypti*, sugerimos também, que eles fizessem as multiplicações possíveis. Após estas acomodações concluímos o modelo que ficou representado por:

$$a_n = a_{n-1} \cdot 54 - a_{n-1}$$

Logo em seguida propomos que fosse explicitado o termo a_{n-1} então obtivemos:

$$a_n = a_{n-1} \cdot 53$$

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 dos ovos, capacidade do ambiente e ausência de predadores ou interferência humana com inseticidas ou outros mecanismos de controle.

Propusemos aos alunos uma atividade em que eles escolheriam uma quantidade de fêmeas para a geração inicial e, a partir do nosso modelo, construísem uma tabela para várias gerações. Sugerimos também que a partir desta tabela, eles construísem um gráfico que representasse a quantidade de fêmeas em cada geração. Imediatamente um aluno interpôs:

Se a gente só vai usar a última (fórmula final simplificada) porque nós perdemos este tempo fazendo tudo isso (as simplificações)? (fala do aluno 14)

Então tivemos a oportunidade de falar da importância de se entender o processo de elaboração do modelo retornando e perguntando o porquê de cada uma das simplificações e isto foi satisfatório para que os alunos percebessem a importância de compreender o processo, dito de outra forma, eles sabiam o porquê do 53 e do $n-1$.

Foi surpreendente o fato de os alunos não terem nenhuma idéia de que se tratava de um crescimento exponencial e por isso chegariam rápido a valores muito grandes. Depois de algumas discussões, como esta que descrevemos, os grupos perceberam que o ideal era começar com uma fêmea e assim o fizeram.

Depois que os grupos fizeram seus gráficos e suas tabelas, comentamos sobre as dificuldades em fazer os cálculos e construir os gráficos e questionamos o porquê destas dificuldades. Então propusemos a eles a construção de outro mapa conceitual que chamaremos mapas “B”. Da mesma forma como procedemos na construção do primeiro mapa, não indicamos as palavras que deveriam aparecer e evitamos influenciar os alunos durante a elaboração dos mapas.

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

Percebemos nesta análise e comparação que apareceram novos conceitos mapeados pelos alunos como epidemia, crescimento exagerado, crescimento populacional, proliferação, alta vitalidade e algumas relações interessantes como dizimar uma população, podem lotar os hospitais.

A análise dos mapas foi realizada de acordo com os princípios da aprendizagem significativa (a hierarquização dos conceitos, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora). Este tipo de avaliação é proposto por Peña, que propõe além dessas avaliações, uma análise quanto às proposições existentes nos mapas (PEÑA, 2005 p.128-132).

Como hierarquização dos conceitos vamos considerar se o aluno dispôs em seu mapa os conceitos por nível de importância ou generalização, ou seja, os mais gerais e incluídos subordinando os menos gerais e específicos; como diferenciação progressiva, consideraremos 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, se apareceram nos mapas dos alunos ligações cruzadas, ligações entre conceitos de diferentes

níveis, de preferência de um nível inferior a um nível superior. Cada mapa será classificado por nós quanto a estes princípios como “bom”, “médio”, “ruim” ou “não possui”.

Com base nestas especificações construímos uma tabela (tabela I), para descrevermos a análise destes mapas.

Tabela I - Classificação dos mapas quanto aos princípios da aprendizagem significativa.

	MAPAS “A”				MAPAS “B”			
	Bom	Médio	Ruim	Não possui	Bom	Médio	Ruim	Não possui
Hierarquização dos conceitos	13	5	1	-	16	-	3	-
Diferenciação progressiva	10	2	4	3	10	5	1	3
Reconciliação Integradora	2	5	2	10	2	5	2	10

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, 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 mapas.

Conclusões

As manifestações sócio-culturais, instruídas pelos estudantes, decorrentes da elaboração de uma aprendizagem significativa, 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 ou que apontam para uma elaboração de significado quanto ao tema trabalhado.

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 explicita (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.

Um dos princípios para a facilitação da aprendizagem significativa, 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, 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

ARAÚJO, Jussara L. **Formatting real data in mathematical modelling projects.** In 11th International Congress on Mathematical Education. Anais eletrônicos... Monterrey – México: 2008, p. 1-9. Disponível em: < <http://icme11.org> > Acesso em: 17 Ago. 2008.

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

BARBOSA, Jonei C. **Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico.** In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24, 2001, Caxambu. *Anais...* Caxambu: ANPED, 2001. 1 CDROM.

BARBOSA, Jonei C. **Modelagem: O que? Por quê? Como?** *Veritati*, 2004 n. 4 p. 73-80.

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

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

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

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

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

MOREIRA, Marco A. **Aprendizagem significativa crítica.** Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche) 2000.

MOREIRA, Marco A. **Aprendizagem significativa crítica.** Porto Alegre: 2005, 47 p.

MOREIRA, Marco A. **Aprendizagem Significativa; da visão clássica a visão crítica.** Atas do V ENCONTRO INTERNACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, Madrid, Espanha. 2006b.

NOVAK, Joseph D.; CAÑAS, Alberto J. **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.* **Mapas conceituais: uma técnica para aprender.** São Paulo: Loyola, 2005, 238 p.

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

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