



MODELAGEM MATEMÁTICA: DA INTERDISCIPLINARIDADE À TRANSDISCIPLINARIDADE

Vanesca Toledo Karpinski Borgo
Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG
Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO
vanescatkb@yahoo.com.br

Dionísio Burak
Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG
Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO
dioburak@yahoo.com.br

Resumo

Neste estudo buscamos responder o que evidenciam as literaturas sobre a Modelagem Matemática numa perspectiva de Educação Matemática em relação à Interdisciplinaridade e a Transdisciplinaridade? Visto que a Modelagem Matemática tem se constituído ao longo das últimas décadas uma das tendências metodológicas mais estudadas e promissoras na perspectiva de melhoria do ensino de Matemática no âmbito da Educação Básica. O delineamento da presente pesquisa é de cunho bibliográfico. O referencial teórico aborda sobre: a Modelagem Matemática que é tratada sob o ponto de vista de uma forma de conceber a Educação Matemática vale-se das concepções propostas por Burak (2004, 2010), a Interdisciplinaridade sob o ponto de vista de autores como Fazenda (1995) e Japiassú (1976), a Transdisciplinaridade sob a ótica de Morin (2006). A coleta de dados para as discussões são provenientes de trabalhos desenvolvidos e orientados por Burak (1992, 2010), no âmbito da Educação Básica. A leitura destes trabalhos subsidiou as discussões sobre o caráter transdisciplinar da Modelagem Matemática. Do estudo depreende-se que a Modelagem como metodologia de ensino na forma de conceber proposta por Burak possibilita o tratamento da Modelagem Matemática numa perspectiva transdisciplinar por ter como ponto de partida, os temas considerados mais abrangentes e a perspectiva epistemológica da Modelagem Matemática sob a visão de Educação Matemática à luz das Ciências Naturais e Humanas.

Palavras-chave: Modelagem Matemática; Interdisciplinaridade; Transdisciplinaridade.

Introdução

As últimas décadas foram marcadas por progressos na área da educação, com a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases 9394/96, e a criação dos Parâmetros

Curriculares Nacionais – PCNs. Estes documentos objetivam um ensino e a aprendizagem de forma mais ampla, mais global. Desses objetivos advém a inserção de novas metodologias de ensino em todas as áreas, mais especificamente, para o ensino de matemática, as tendências metodológicas atuais compreendem: Resolução de Problemas, Etnomatemática, Tecnologias em Educação Matemática, História da Matemática e Modelagem Matemática.

O modelo de ensino que vivemos atualmente desconsidera a experiência do estudante busca, ainda um ensino estritamente disciplinar o que não constitui a melhor forma de tratar a educação para este momento do século atual, que exige um cidadão crítico, capaz de tomar decisões, capaz de fazer uma leitura de mundo. A escola ainda está muito vinculada a uma visão linear, disciplinar em que a memorização e a repetição são consideradas fundamentais para o sucesso escolar.

Desde a mais tenra idade, nos ensinam a dividir os problemas, a fragmentar o mundo, o que parece ter o dom de facilitar tarefas e questões complexas. Mas o preço que pagamos por isso é enorme, pois deixamos de ver as conseqüências de nossos atos e perdemos a noção de integração com o todo maior. (SENGE, 1990, p. 11)

Segundo Senge (1990), há muito tempo que se ensina e se “aprende” da mesma forma.

Esta forma de ensino enseja um conhecimento fragmentado, compartimentado e faz com que o estudante tenha dificuldades em estabelecer conexões entre o conhecimento veiculado na escola e sua importância no cotidiano e para sua vida.

Entretanto, a sociedade contemporânea demonstra estar cada vez mais exigente, no que diz respeito a busca por sujeitos¹ aptos, capazes de contribuir para o desenvolvimento da sociedade com os seus saberes e exercício pleno da cidadania.

Nesse sentido, é necessário um novo olhar e uma nova postura sobre o conhecimento, que ultrapasse as especificidades ensinadas em sala de aula, que muitas vezes buscam preparar os estudantes apenas para as provas e vestibulares.

Diante do exposto, as tendências metodológicas, segundo os PCNs, constituem-se em metodologias de ensino e aprendizagem que buscam a integração entre as disciplinas de forma que os estudantes podem entender como os conteúdos abordados

¹ Sujeito neste trabalho está entendido na concepção de Morin (1980, p.152) “o eu que se coloca no centro do mundo ocupando o seu próprio espaço e o sujeito emerge ao mesmo tempo que o mundo a partir de sua auto-organização, que é a capacidade que o ser humano tem de transformar-se sempre.”

em sala de aula podem influenciar a vida destes. Nesta perspectiva, vislumbra-se a compreensão e a correlação entre o cotidiano e o que se aprende na escola, objetivando melhorias das condições de vida destes sujeitos na sociedade.

Neste estudo buscamos tratar especificamente de uma das tendências metodológicas em Educação Matemática, a Modelagem Matemática por se constituir atualmente em uma das mais promissoras além, de que esta tem evidenciado a possibilidade de ruptura no padrão mais usual de ensino. A Modelagem Matemática é tratada e assumida sob a ótica da Educação Matemática na visão das Ciências Sociais e Humanas, vale-se das concepções propostas por Burak (2004, 2010). Tal opção dá-se pela preocupação que o autor evidencia em seus trabalhos com o ensino e a aprendizagem, de forma que a Modelagem Matemática transcenda a Matemática, apontando implicações para outras áreas. Nessa perspectiva, as situações de contexto que envolve outras áreas do conhecimento visam uma formação mais real e integral do sujeito.

Portanto, a questão que se busca responder é: o que evidenciam as literaturas sobre a Modelagem Matemática numa perspectiva de Educação Matemática em relação à Interdisciplinaridade e a Transdisciplinaridade? Este estudo tem como estofo as contribuições de autores que tratam sobre a Interdisciplinaridade e Transdisciplinaridade entre eles Japiassú (1976), Fazenda (1995), Morin (2006).

Este trabalho estrutura-se nos referenciais sobre, uma visão de Educação Matemática, Modelagem Matemática, Interdisciplinaridade, Transdisciplinaridade, discussões sobre trabalhos analisados e interpretados. A análise de alguns trabalhos de Modelagem Matemática, orientados na perspectiva assumida subsidiam as discussões sobre a Interdisciplinaridade e a Transdisciplinaridade.

A trajetória da Interdisciplinaridade e seus desdobramentos

Ao mencionarmos o termo interdisciplinaridade estamos de alguma forma nos referindo a uma espécie de interação entre as disciplinas. Essa interação pode acontecer em diferentes níveis de complexidade, denominados multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade.

Para um maior entendimento sobre o que caracteriza as atividades transdisciplinares no âmbito da escola é válido compreender e diferenciar conceitos

como multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, partindo do conceito de disciplina.

Disciplina sf. (latim disciplina, ensino). 1. O conjunto dos regulamentos destinados a manter a boa ordem em qualquer organização. 2. A boa ordem resultante da observância desses regulamentos. 3. Submissão ou respeito a um regulamento. 4. Regime de ordem a que se obedece por imposição ou voluntariedade. 5. Cada uma das matérias ensinadas nas escolas. 6. Qualquer ramo do conhecimento. (LAROUSSE, 2001, p. 318)

Dessa forma podemos entender, de maneira geral, que o conceito de disciplina está comumente relacionado a comportamento, ordem e conteúdos de determinadas áreas do conhecimento.

Em âmbito escolar, há uma prevalência do currículo constituído por conteúdos de diversas disciplinas sem relação entre elas, o que configura uma visão multidisciplinar.

Sobre esta visão multidisciplinar, Nogueira (2001, p. 140) assevera que “não existe nenhuma relação entre as disciplinas, assim como todas estariam no mesmo nível sem a prática de um trabalho cooperativo”.

Ao contrário da multidisciplinaridade, a pluridisciplinaridade segundo Zabala (2002, p.33) caracteriza-se pela “existência de relações complementares entre disciplinas mais ou menos afins, dessa forma, várias disciplinas, ao mesmo tempo, podem contribuir com suas especificidades para o estudo de um objeto de uma única disciplina. É o caso das contribuições mútuas das diferentes “histórias” (da ciência, da arte, da literatura, etc.) ou das relações entre diferentes disciplinas das ciências experimentais.”

Ainda que essas interações se façam presentes na maneira de o professor abordar a disciplina que ministra, a finalidade ainda permanece inscrita na estrutura disciplinar. Entretanto, o que se observa na cotidianidade é que os conteúdos não se apresentam separadamente, de forma disciplinar, sempre estão conectados a outros conhecimentos de diferentes áreas do saber. Nesse entendimento, as disciplinas constituem-se apenas em uma forma de organizar os conteúdos.

A busca pela superação do conhecimento disciplinar, fragmentado, reducionista descontextualizado, presentes em grande parte dos currículos escolares, tem inquietado e instigado estudantes e comunidade científica por gerações. Isto se configura por meio

do surgimento de movimentos estudantis, como o movimento interdisciplinar exposto a seguir.

Interdisciplinaridade

Na década de 1960, na Europa, França e Itália, mais especificamente, críticas e questionamentos constantes quanto ao ensino fragmentado, descontextualizado, de forma que os estudantes não relacionavam o aprendizado escolar com a utilidade prática deram origem ao “movimento interdisciplinar”, que objetivava melhorias e inovações no que diz respeito ao ensino, nas escolas e universidades.

Este movimento teve como um de seus precursores, Gusdorf (1961), filósofo e epistemólogo, que em seu discurso sobre a “Agonia da Nova Civilização”, afirmava com base nas práticas de ensino fragmentadas, que a civilização passava por uma forte angústia intelectual e, também propugnava que uma forma de sair dessa situação segundo Kochhann e Zanella (2001) somente seria possível, a partir do momento em que as pessoas reorganizassem a maneira de ver e pensar o mundo, entendido de maneira mais ampla, mais global.

O pensamento de Gusdorf influenciou vários pesquisadores, dentre eles Japiassú (1976), responsável por apresentar e disseminar no Brasil essa perspectiva no campo da epistemologia e Fazenda (1995), no campo da educação.

No contexto educacional, a interdisciplinaridade influenciou na elaboração da Lei de Diretrizes e Bases Nº 5692/71. Referências a um ensino interdisciplinar se fazem presente na Lei de Diretrizes e Bases - LDB Nº 9394/96 e nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNs). Alguns excertos da LDB mostram este objetivo.

A integração dos diferentes conhecimentos pode criar as condições necessárias para uma aprendizagem motivadora, na medida em que ofereça maior liberdade aos professores e alunos para a seleção de conteúdos mais diretamente relacionados aos assuntos ou problemas que dizem respeito à vida da comunidade. (BRASIL, 2000, p. 22)

Nesse entendimento, a interdisciplinaridade busca proporcionar uma forma de ensino e aprendizagem mais contextualizados em que as correlações entre os saberes escolares com a cotidianidade tornem-se motivadoras para os estudantes. Entretanto, a interdisciplinaridade também tem por finalidade em sua estrutura, a pesquisa disciplinar.

Na evolução dessas discussões, encontram-se as ideias de Piaget (2000) apud LUZURIAGA, 2001, que vão além, pois transcendem a interdisciplinaridade na busca de alcançar a transdisciplinaridade.

Transdisciplinaridade

O ambiente, as pessoas, o mundo, de forma geral estão em constante transformação, de naturezas complexas e distintas. Os problemas pelos quais a sociedade está sujeita a enfrentar são cada vez mais complexos e descontínuos, nesse sentido as atuais competências e as especificidades escolares são insuficientes para dar conta de atender as necessidades da sociedade contemporânea. Nesse entendimento, a formação do sujeito deve também se dar de forma integral para enfrentar os problemas e atender às aspirações e às exigências do mundo moderno, pois que a formação do sujeito enquanto cidadão social, cultural e terrestre compreende participar das decisões sociais e políticas de forma que estas possibilitem transformações, reconstruções do meio em que se vive e emancipação do sujeito.

A escola possui papel fundamental na formação do sujeito e, nesse sentido deve incentivar e estimular o direito à cidadania com base na comunicação entre as diversas áreas do saber e a busca das relações entre os campos do conhecimento, superando os aspectos já mencionados que inibem a aprendizagem, principalmente no que diz respeito a fragmentação do conhecimento. Nesse entendimento Morin (1991, p. 123), assevera que “a soma do conhecimento das partes não é suficiente para se conhecer as propriedades do conjunto, pois o todo é maior do que a soma de suas partes”. Assim, as relações entre as disciplinas devem proporcionar aos estudantes, que vão enfrentar os desafios no mundo do terceiro milênio, uma cultura, que lhes possibilitará articular, contextualizar, de forma que o sujeito possa globalizar, unificar os conhecimentos que foram adquiridos ao longo de sua vida. Trata-se da transcendência do pensamento linear.

A transdisciplinaridade, como o prefixo “trans” indica, diz respeito àquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de qualquer disciplina. Seu objetivo é a compreensão do mundo presente, para o qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento. (NICOLESCU, 1999, p.11)

É válido lembrar que a transdisciplinaridade não se trata de uma nova maneira de organizar os conhecimentos, nem tão pouco de um simples conjunto destes e sim, uma forma ampla, global de ver, entender, compreender o conhecimento visto que “a compreensão do mundo presente, torna-se impossível de ser inscrita na pesquisa disciplinar (NICOLESCU, 1999, p.10).

Segundo Basarab Nicolescu (1999), o primeiro educador a usar o termo “transdisciplinaridade” foi, Jean Piaget em 1970, ao afirmar durante um congresso sobre interdisciplinaridade, que aquela etapa deveria ser sucedida por uma etapa transdisciplinar.

Entendemos a transdisciplinaridade como o reconhecimento da interdependência de todos os fenômenos da realidade, conforme a síntese trazida por Enrich Janstch (1980) in Weill (1993). Esta perspectiva inaugura um novo jeito de ver o mundo, um novo jeito de pensar o ensinar e aprender. Morin (2001, p. 15) manifesta que:

Na escola primária nos ensinam a isolar os objetos (do seu meio ambiente), a separar as disciplinas (em vez de reconhecer suas correlações), a dissociar os problemas, em vez de reunir e integrar. Obrigam-nos a reduzir o complexo ao simples, isto é, a separar o que está ligado; a decompor, e não a recompor; a eliminar tudo o que causa desordens ou contradições em nosso entendimento.

Abordar a questão da transdisciplinaridade significa voltar-se para a estruturação do pensar sistêmico, que se caracteriza pela quebra de linearidade, valoriza a intuição e privilegia a síntese.

Em relação a educação, o Artigo 11 da Carta da Transdisciplinaridade editada em 1994 por Nicolescu postula que: A educação verdadeira não deve privilegiar a abstração do saber e sim ensinar a contextualizar, concretizar, ampliar, solucionar e globalizar.

A busca da compreensão sobre a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade é também a de procurar entender as potencialidades e o *lócus* da Modelagem Matemática considerando uma metodologia de ensino na perspectiva da Educação Matemática, que contempla outras áreas do conhecimento, além da Matemática.

Educação Matemática e Modelagem Matemática

Tratamos a Educação Matemática a partir do movimento denominado Matemática Moderna, que buscava intervir nos currículos escolares, principalmente no

Ensino Fundamental. Estava consubstanciado em uma visão internalista da Matemática, que buscava transferir as ideias gerais e unificadoras da Matemática a níveis cada vez mais elementares. Na perspectiva da visão internalista, a ênfase recaía sobre os conjuntos, o estudo de funções e a lógica. A linguagem utilizada foi à linguagem dos conjuntos.

Críticas por parte da comunidade, dos pais e da própria academia nos Estados Unidos corroboraram para o declínio deste movimento e, com isso se oportunizou o emergir de preocupações com outros aspectos que envolviam a filosofia o ensino e a aprendizagem da Matemática que deu origem ao Movimento denominado Movimento Educação Matemática. No Brasil, este movimento ganhou adeptos a partir dos anos 80, com a oferta de cursos *stricto sensu* em Educação Matemática. Muitas discussões foram travadas no âmbito da comunidade internacional dos educadores sobre o que inicialmente se chamou de uma nova disciplina.

Discussões originadas por questões envolvendo concepções em torno da Educação Matemática precederam a participação de Higginson (1980) que buscou esclarecer sobre a natureza da Educação Matemática. Para Higginson apud Rius (1989a), não haveria avanços significativos nas discussões que envolviam o ensino e a aprendizagem até que se tivesse clareza e entendimento das áreas que fundamentam a Educação Matemática.

O modelo do tetraedro:

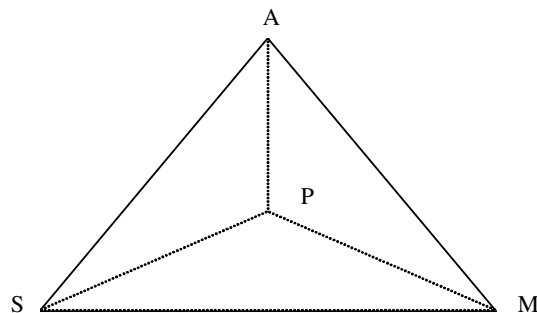


Figura 1

Tal modelo denominado de MAPS, no qual M = Matemática, A = Filosofia, P = Psicologia e S = Sociologia. Cada uma das faces do tetraedro representa uma das áreas. Para Higginson, as questões: Por quê? Quando? O que? Quem e Onde? , segundo Higginson validavam o modelo. O modelo por ele proposto refletia um momento, mas que, considerando a dinâmica da Educação Matemática, poderia tornar-se obsoleto.

Em Rius (1989a), tal afirmação de Higginson encontrava respaldo quando mencionava a importância cada vez mais crescente da inclusão de outras áreas tais como a antropologia, que começava a ganhar espaço na Educação Matemática pelos seus métodos de observação, que seriam transpostos, em alguma medida, para a sala de aula. A Língua Materna também se incorporava à Educação Matemática, dessa forma, o modelo do tetraedro inicialmente proposto já se mostrava superado pela incorporação dessas áreas.

Estudos mais recentes apontam para uma configuração que pode caracterizar a Educação Matemática atualmente e ensejar uma maneira que contemple as diversas áreas que a ela se incorporam BURAK e KLÜBER (2010).

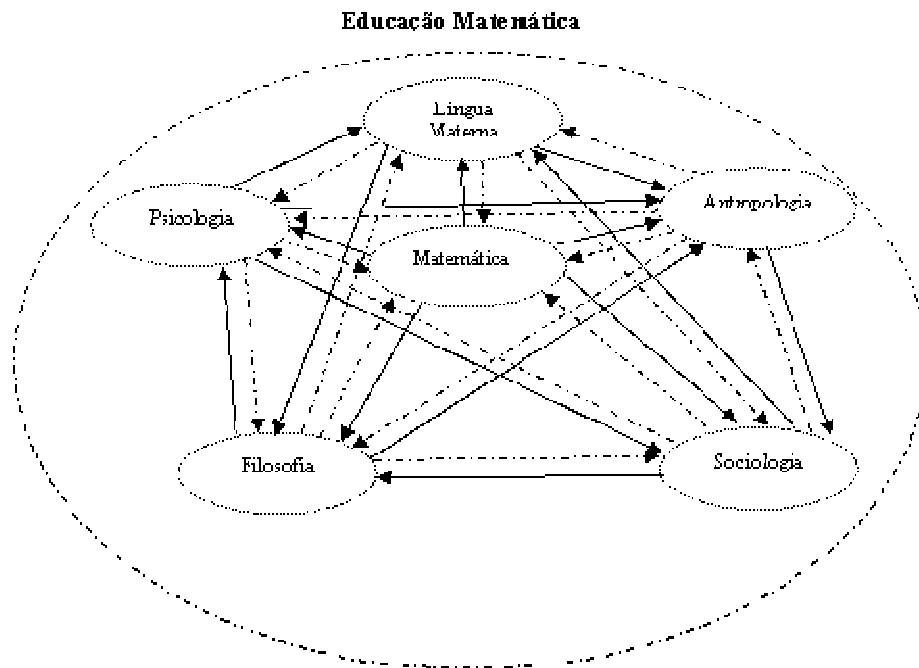


Figura 2

Tal configuração expressa a relação da Matemática com outras áreas da Educação, superando um modelo ideal geométrico da Matemática, podendo, inclusive, ser epistemologicamente orientado pelas Ciências Humanas e Sociais, evidentemente, sem desconsiderar o objeto de estudo, a Matemática.

A percepção da Matemática como parte do todo, e não como o todo em si, promove novos enfoques à configuração e gera a possibilidade de se estabelecer interações. Confere, sobretudo, a possibilidade de se tratar a Matemática e o seu ensino

e a aprendizagem em um contexto em que se favorecem as múltiplas interações entre as áreas que a constituem, as quais, por sua vez, agem e interagem em uma relação de reciprocidade.

Embora, não sendo objeto deste estudo as escolas filosóficas, faremos aqui uma breve discussão para situar a questão do método, que de alguma forma traz implicações para um entendimento mais completo sobre a Educação Matemática e à perspectiva adotada. À época a discussão sobre o entendimento dessa nova disciplina, como a denominavam alguns autores como: Wain apud Rius (1989b) trava-se outra discussão entre duas escolas filosóficas: 1) O Racionalismo Crítico de Popper e 2) a Teoria Crítica da Sociedade por Adorno e Habermas, conforme (RIUS, 1989b).

A discussão que envolvia essas escolas dava-se notadamente em relação ao método. Para os adeptos do Racionalismo Crítico de Popper, em Rius (1989b) há um único método para o estudo do objeto seja ele humano ou natural. Já, para a escola da Teoria Crítica da Sociedade o método está ligado direta e irrevogavelmente ao objeto de estudo. Assim, cada objeto impõe a adoção de um método capaz de responder mais efetivamente às particularidades desse objeto. Desse ponto de vista, duas orientações epistemológicas se fazem presentes na Educação Matemática: A Educação Matemática sob o ponto de vista das Ciências Naturais e a Educação Matemática sob o ponto de vista das Ciências Humanas e Sociais. Esse último ponto de vista da Educação Matemática encontra respaldo em Santos (2006), quando considera que todo conhecimento científico- natural é conhecimento científico social.

Outro aspecto a ser considerado são as implicações das escolas filosóficas para a investigação em âmbito educacional que embora, não podendo ser transladadas diretamente com a dicotomia das escolas acima os modelos da Antropologia e da Agricultura, a dicotomia Agricultura – Antropologia se dá numa razão direta com a dicotomia Racionalismo Crítico-Teoria Crítica (RIUS, 1989b).

A orientação epistemológica da Educação Matemática, enquanto Ciência Social e Humana confere novas orientações à sua prática. Essa orientação se torna mais visível na efetivação dos métodos de investigação que adotam predominantemente o método qualitativo. No entendimento de Educação Matemática em questão, a pesquisa qualitativa pode contribuir de forma mais acentuada para os propósitos sobre o ensino e a aprendizagem da Matemática.

Modelagem Matemática

A Modelagem Matemática tem-se constituído ao longo das últimas décadas uma das tendências metodológicas mais estudadas na perspectiva de melhoria do ensino de Matemática no âmbito da Educação Básica. Muitos autores e pesquisadores, profissionais da educação matemática, matemáticos profissionais ou da matemática pura e aplicada têm tratado a Modelagem Matemática sob distintos pontos de vista. No entanto, apenas na última década é que se tem produzido materiais que contribuem para a discussão teórica da Modelagem, visando o ensino e a aprendizagem. Dentre as diversas concepções de autores que desenvolvem trabalhos com modelagem matemática, entre outros-podemos destacar: Burak (2010), Barbosa (2001) e Caldeira (2004). Estes autores parecem, em princípio, manifestar focos de preocupações que vão além da matemática e da construção de modelos.

Como nosso principal interesse reside em uma concepção de Modelagem, na Educação Básica voltadas com para o ensino e a aprendizagem, vinculada a uma perspectiva de Educação Matemática, nos deteremos no exame dos trabalhos de BURAK (1992, 2004 e 2010).

Para Burak (1992, p.62) a Modelagem Matemática ser concebida como sendo “[...] um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões”.

Complementa seu entendimento de modelagem com a adição de duas premissas: 1) partir sempre do interesse do grupo de pessoas envolvidas; 2) os dados são coletados onde se dá o interesse do grupo. O interesse encontra respaldo na Psicologia tornando-se elemento desencadeador de muitas das ações dos seres humanos, particularmente, na Modelagem Matemática, esta da sustentação aos caminhamentos adotados. A segunda premissa encontra respaldo na antropologia e etnografia quando do desenvolvimento das etapas da Modelagem Matemática.

Segundo Burak (2004), as etapas sugeridas que podem contribuir com os encaminhamentos da Modelagem Matemática em sala de aula são: 1) Escolha do tema; 2) Pesquisa Exploratória; 3) Levantamento do (s) problema (s); 4) Resolução do (s) Problema (s) e o desenvolvimento dos conteúdos no contexto do tema; 5) Análise Crítica da (s) solução (ões). Cada uma das etapas está sustentada por uma concepção de

ensino e de aprendizagem, de ser humano, de educação na perspectiva da Educação Matemática sob o ponto de vista das Ciências Humanas e Sociais.

Discorremos abaixo brevemente cada uma das 5 etapas propostas por Burak (2004):

1) Escolha do tema: Os estudantes escolhem o tema a ser estudado. A princípio o tema pode ou não ter ligação com a Matemática. Os temas podem ser ou estar relacionados a diversos assuntos como, por exemplo: brincadeiras, atualidades, comércio alimentício, entre outros.

2) Pesquisa Exploratória: constitui-se na coleta de dados sobre o tema escolhido de diversas maneiras, dentre elas: revistas, jornais, internet, entrevistas, mídias, visita em *locus*, entre outros. Reveste-se de grande importância para os educandos uma vez que, contribui para desenvolver aspectos formativos e investigativos.

3) Levantamento da(s) questão(ões): com os dados e as informações coletados na pesquisa exploratória, os estudantes são incentivados pelo professor a levantarem problemas pertinentes ao tema escolhido. Na perspectiva da Modelagem Matemática, os problemas são distintos dos problemas das maiorias dos livros texto, pois são contextualizados, são amplos e comportam subproblemas, além de possibilitar o emprego de várias estratégias de pensamento.

4) Resolução do(s) problema(s) e o trabalho com o conteúdo matemático no contexto do tema: os problemas elencados na etapa anterior podem determinar os conteúdos a serem utilizados para solucionar as questões. Dessa forma, os conteúdos matemáticos passam a ter sentido e significado.

5) Análise crítica da(s) solução(ões): favorece aos estudantes a análise sobre a viabilidade e adequabilidade das soluções apresentadas, pois, muitas vezes tais soluções podem ser matematicamente coerentes, porém inadequadas e inviáveis para a situação em estudo. A análise crítica pode ensejar situações que extrapolam o campo da Matemática, mas que permitem focar aspectos que promovam discussões, sociais, econômicas, políticas, ambientais, entre outras.

É válido mencionar que os trabalhos de Modelagem Matemática na perspectiva de Burak (1992) são desenvolvidos em grupos de três a quatro participantes. Dessa maneira, ainda segundo o autor, o trabalho em grupo favorece a aprendizagem, a socialização, a interação e também promove discussões na busca da superação das dificuldades individuais.

Dos trabalhos de Modelagem conduzidos na perspectiva de Burak

Este estudo tem um delineamento bibliográfico. O material empírico para análise e a interpretação está constituído pela descrição de dois trabalhos de Modelagem, escolhidos de forma aleatória e desenvolvidos nas séries iniciais da Educação Básica.

A análise buscou relacionar a Modelagem, a Interdisciplinaridade e a Transdisciplinaridade a partir de seus elementos teórico-práticos.

A seguir discorreremos sobre as descrições.

Tema 1) “Construção de uma horta” - desenvolvido com 22 estudantes de 6ª série. Após esclarecimentos sobre o trabalho que seria desenvolvido e a sugestão de vários temas pela professora regente, os estudantes escolheram o tema “Construção de uma horta”.

Aspectos tais como: como perspectiva de ampliação da horta da escola tendo em vista que ela fornecia verduras para a merenda escolar, a questão da importância de alimentos produzidos sem agrotóxicos e o fato de os estudantes poderem acompanhar o desenvolvimento das plantas, contribuíram para a escolha do tema.

Após a escolha do tema os estudantes foram para campo pesquisar sobre as condições e a demarcação do terreno, o preparo da terra e a preparação do adubo. Foi realizada a limpeza do terreno, que apresentou irregularidades acentuadas, carecendo de nivelamento. A pesquisa exploratória, segunda etapa da Modelagem Matemática, ensejou questões como: O que plantar? Como plantar? Quais os cuidados com cada tipo de semente? Qual o tempo de colheita? Estas, entre outras questões, constituíram a terceira etapa da Modelagem.

Os estudantes, organizados em grupos de 3 a 4 participantes, sugeriram como forma de reparar a irregularidade do terreno, a construção de um parapeito utilizando xaxim, outra hipótese levantada foi a de nivelar o terreno, deixando sua superfície sob uma forma retangular. Em seguida foi realizado o cálculo do volume de terra necessário para reparar à referida irregularidade. Os estudantes optaram pela construção do canteiro de uma forma retangular, por verificarem que poderiam utilizar uma maior área do terreno para o plantio. Esta se caracterizou como a quarta etapa da Modelagem, a resolução dos problemas.

Outros fatores que influenciaram na escolha de uma determinada cultura foram: a acidez do solo, a fertilidade, o clima, a topografia, a mão de obra disponível. Os

recursos financeiros e materiais também fizeram parte das discussões entre os estudantes.

Amostras do terreno foram retiradas para análises, os resultados desta evidenciaram a necessidade de preparar o solo com calcário e adubo. O grupo, então realizou a coleta e o armazenamento do material utilizado para a adubação.

A análise crítica das soluções, quinta etapa da Modelagem, proporcionou aos estudantes, discussões sobre a viabilidade e a adequabilidade em plantar alface, cenoura, pepino e rabanete na horta.

Novas questões emergiram destas discussões entre elas: como plantar? Quais os cuidados necessários com cada tipo? Qual o tempo da colheita? Por meio de cálculos os estudantes, dividiram o terreno em canteiros, e verificaram a quantidade de mudas que cada canteiro comportaria.

Após o plantio e a espera de alguns dias, os estudantes constataram que das 455 mudas de alface plantadas apenas 80 haviam germinado. Tal constatação gerou frustrações quanto às expectativas dos estudantes, entretanto novos questionamentos e novas pesquisas foram realizadas com o propósito de descobrirem o motivo do pequeno número de mudas que haviam germinado. Uma análise local revelou nas proximidades da escola a presença de um formigueiro de “cortadeiras”¹ que possivelmente seriam as responsáveis. Os estudantes foram às lojas especializadas e obtiveram informações sobre o assunto e a solução para o fim dos problemas com as formigas, por meio de um veneno específico. Os canteiros foram replantados depois de duas semanas.

A cenoura foi a única a não ser plantada devido à análise do solo ter apresentado resultados que conferiam características de um solo “fraco” e seu preparo levaria muito tempo.

Em novembro, a merenda ofertada na escola já havia incorporado o fruto do trabalho dos estudantes.

Tema 2) “Pintura da sala de aula” - desenvolvido com 38 estudantes de uma 4ª série do Ensino Fundamental. A escolha do tema surgiu após comentário de uma

² “Cortadeiras” também chamadas de saúva s.f. “Inseto himenóptero da região tropical, que carrega folhas para o ninho destinadas à manutenção de uma cultura de fungos que serve de alimento para o formigueiro. (Sin. De Carregadeira, Cortadeira, Formiga-Cortadeira)”. (LAROUSSE, 2001, p. 896)

educanda a respeito da novela “A Gata Comeu”. Toda classe manifestou-se em favor do tema.

A direção da escola foi consultada e os pais dos educandos foram convidados comparecerem à escola e ouvirem a exposição dos objetivos do trabalho. Após a exposição dos motivos sobre a forma de trabalho com a Modelagem foi aprovado, por unanimidade.

A participação efetiva nas discussões sobre o tema, nas atividades propostas e as diversas sugestões apresentadas pelos estudantes de como arrecadar dinheiro para a compra do material, que seria utilizado para a pintura mostraram o quão estavam motivados.

Todo material utilizado na restauração da sala de aula foi adquirido por meio da venda de uma rifa de uma ovelha doada pelo pai de um estudante, que havia sugerido, inicialmente, que ao invés da ovelha doaria a quantia necessária para pintar a sala. Entretanto, os estudantes optaram pela ovelha.

A professora explicou que por meio de certos cálculos envolvendo as medidas da sala os estudantes poderiam saber o valor que seria gasto com a pintura, bem como a quantidade de rifas que deveriam ser confeccionados e a quantidade de números que deveriam ser vendidos.

A professora relatou aos estudantes a história sobre o sistema de medidas e explicou a diferença entre a utilização dos diferentes instrumentos como régua, metro rígido, fita métrica, metro articulado em função da adequabilidade.

Medimos a sala, porta, vitrôs, tacos, carteiras, mesa, o próprio corpo (cada aluno media sua cintura, seu braço, sua perna, seu dedo do pé e até media seu colega, usando para isto, a régua e a fita métrica. Usamos também o palmo para medir a carteira e a mesa, o passo para medir o comprimento da sala. A medida que íamos realizando as medidas com palmos, as crianças comparavam que alguns tinham o palmo maior que o palmo do outro colega. (SANTOS, 1990, p.31)

Com base nas medidas realizadas os estudantes calcularam a quantidade de tinta que seria gasta. Também escolheram as cores que precisavam comprar. Os conteúdos matemáticos foram sendo abordados de forma natural, visto que emergiam de situações-problema. A cada solução encontrada, os estudantes, analisaram e verificaram sua viabilidade e adequabilidade.

Os estudantes visitaram duas lojas de materiais de construção para fazer um orçamento do material para a pintura, além de comparar os preços à vista e a prazo. Ao término, optaram pela loja que oferecia menor preço à vista.

A quantidade de rifas confeccionadas e o valor de cada número foram calculadas à partir do custo total da pintura e o número de estudantes da sala.

Em seguida, a professora distribuiu os blocos confeccionados, entre os estudantes e, ensejou uma discussão sobre a forma com que os eles deveriam abordar as pessoas, enfatizando sobre boas maneiras de comportamento.

A professora argumentou com os estudantes sobre a possibilidade da contratação de um profissional, visto que a falta de experiência poderia ocasionar a perda de material e prejuízos e, dessa forma, os estudantes decidiram pela contratação. A professora aproveitou o momento para esclarecer sobre aspectos relacionados às leis trabalhistas, contratação de serviços bem como a importância da emissão de recibo, controle de gastos, entre outros.

Ao final os estudantes realizaram um balanço com base no total arrecadado, número de bilhetes que deveriam ser vendidos, número de bilhetes não vendidos e total que deixaram de arrecadar. Os estudantes manifestaram que se tivessem se esforçado mais, teriam vendido mais bilhetes e, assim teriam arrecadado mais dinheiro.

Entretanto, do montante arrecadado sobrou determinado valor, que possibilitou a compra de balas, refrigerante, bolo e outros itens para que os estudantes pudessem comemorar o esforço do trabalho em grupo e inaugurar a nova sala.

Considerações

As análises e discussões dos trabalhos de Modelagem utilizados neste estudo permitiram elencar elementos que evidenciem um caráter transdisciplinar desta metodologia pelos enfoques multidimensionais característicos da Modelagem Matemática.

A Modelagem Matemática na perspectiva assumida, por suas peculiaridades, por se constituir em uma metodologia aberta, dinâmica pode possibilitar, ao partir de um tema, favorecimentos de aspectos para além da Matemática.

Pontos que evidenciam o caráter transdisciplinar da Modelagem Matemática em estudo:

1) A natureza da Educação Matemática sob a ótica das Ciências Sociais e Humanas em que a Modelagem Matemática está alicerçada. Pois envolve as áreas que fundamentam a Educação como a Sociologia, Psicologia, Filosofia entre outras, além da Matemática.

2) A realização de trabalhos em grupo, que permitem a interação, a socialização, a troca de experiências, cultural, social econômica e política, pois envolve o estudante, um sujeito considerado uma unidade complexa, que ao mesmo tempo é social, cultural, histórico, biológico e psicológico, conforme Morin (2006).

3) A escolha de tema, pois um tema vincula-se a diversas áreas do conhecimento. O tema envolve múltiplas dimensões, tais como sociológicas, filosóficas, psicológicas, culturais, econômicas entre outras, também envolve tomada de decisão, interesse, iniciativa, autonomia e criatividade. A escolha de um único tema pode ser capaz de trazer “o mundo” para dentro da sala de aula.

4) A pesquisa exploratória, pela sua própria natureza abre possibilidades de envolver aspectos multidimensionais, pois ao realizá-la podem ser abordadas questões que envolvem meio ambiente, finanças, aspectos sociais, de legislação, saúde, entre outras.

5) O levantamento de problemas, em que os problemas na Modelagem diferem dos problemas usuais, uma vez que envolvem questões complexas, pois são abrangentes, vinculam-se às questões de natureza transdisciplinar da pesquisa exploratória.

6) A Resolução de problemas, quando são resolvidas as questões levantadas pela pesquisa. Essas questões, muitas vezes, transcendem aos problemas essencialmente matemáticos. Um exemplo foi o caso do solo para plantação da cenoura, que acusou um índice (medida) aquém das necessidades para seu desenvolvimento, mas que a solução está na quantidade correta de produtos a serem adicionados.

7) Análise Crítica das soluções, é uma etapa da Modelagem Matemática que favorece o levantamento de novas hipóteses sobre o assunto, que ensejam novas pesquisas, novos aprofundamentos num processo contínuo. Nesse sentido, a Modelagem Matemática amplia a visão sobre as múltiplas relações entre as várias áreas do saber.

Os diversos aspectos favorecidos por meio da Modelagem como por exemplo, a pluralidade de espaços, de linguagens, de novas formas de expressão, de tempos, entre outros, em que o desenvolvimento de análises acompanhadas de discussões, interações e

integrações, produzem novas questões num processo contínuo o que implica uma maior amplitude em relação ao conhecimento.

Esta perspectiva também, pela de ruptura do currículo linear inaugura uma nova possibilidade de pensar o ensino e a aprendizagem em contextos mais amplos, mais globais oportunizando um pensamento mais complexo com suas multidimensionalidades.

Referências

BRASIL. Lei N° 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. *Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]*, Brasília, DF, v. 134, n 248, 23 dez 1996. Seção I, p.27834-27841.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio Brasília*: MEC/SEF, 2000.

BURAK, D. *Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem*. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 1992.

_____. Critérios Norteadores para a adoção da Modelagem Matemática no Ensino Fundamental e Secundário. *Zetetiké*, Campinas, v. 2, n. 2, 1994.

_____. BURAK, D.; KLÜBER, E.T.. Modelagem Matemática na educação básica numa perspectiva de educação matemática. In: *Educação Matemática: reflexões e ações*, Curitiba: Editora CRV, p.147- 166, 2010.

FAZENDA, I. C. *A Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia?* São Paulo: Loyola, 1992.

JAPIASSU, H. *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

KOCHHANN, A.; KOCHHANN, A.; ZANELLA, M.. *A Prática interdisciplinar: as contribuições do paradigma holístico e a alteridade para sua efetivação*. IV EDIPE Encontro Estadual de Didática e Prática de Ensino, 2011.

LA MÉTHODE (t.2), *La Vie de La Vie, Seuil*. Edição de Bolso, coleção. Points, 1985.

LAROUSSE, Àtica. *Dicionário da Língua Portuguesa*. 1 ed. São Paulo: Ática, 2001.

MORIN, E. *Os Sete Saberes necessários à Educação do Futuro*. São Paulo/Brasília, Cortez/UNESCO, 2000.

NICOLESCU, B.. Um novo tipo de conhecimento – Transdisciplinaridade. *Educação e Transdisciplinaridade*, CETREANS – Centro de Educação Transdisciplinar. Itatiba, São Paulo, 1999.

NOGUEIRA, N. R.. *Pedagogia dos projetos: uma jornada Interdisciplinar rumo ao desenvolvimento das múltiplas inteligências*. São Paulo. Érica, 2001.

PETRAGLIA, Izabel. Edgar Morin: *A Educação e a Complexidade do Ser e do Saber*. 6ª. ed., Petrópolis, Vozes, 2001.

SANTOS, B. V. de. S.. *Um discurso sobre as ciências*. 4. ed. São Paulo. Cortez, 2006.

SENGE, P. M.. *A quinta disciplina: arte, teoria e prática da organização de aprendizagem*. São Paulo: Best Seller, 1990.

ZABALA, A.. *Enfoque globalizador e pensamento complexo: uma proposta para o currículo escolar*. Trad. Ernani Rosa. Porto Alegre: ARTMED, 2002.